

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA SANITARIA

**“Proyecto de Ampliación y Mejoramiento
del Sistema de Agua Potable e
Instalación de Desagues de la Localidad
de Pichanaki Provincia de Chanchamayo,
Dpto. de Junín”**

TOMO I

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO DE

Ingeniero Sanitario

JUAN HUMBERTO OLIVERA VEGA

PROMOCION 1979- 1

“CARLOS RUIZ ALTUNA”

LIMA * PERU * 1981

P R O L O G O

"Como el tiempo pasa y como las generaciones cumplen las leyes de la naturaleza, no me queda otra esperanza que decirle a la juventud de hoy, a los que serán los dueños del mañana, que a ellos les toca la tarea de cumplir, realizar y completar, lo que nosotros comenzamos, o lo que fué en nosotros sueño, esperanza, ilusión, señuelo. Porque nosotros necesitamos una nueva juventud, no una juventud que se pierda en la falsa palabrería seudorevolucionaria que nos traen los folletos importados de Rusia o de China; No! Sinó una nueva juventud que descubra el drama de nuestra recóndita realidad peruana y americana, y que diga, como pensaron los padres de la civilización andina: Vamos a hacer un mundo nuevo en esta tierra abrupta y reacia que nos desafía y a cuyo reto debemos responder."

"Pero quiero decirle a esa juventud que trabaja, juventud que espera, juventud que aspira, juventud en la que yo pongo todas mis esperanzas, quiero decirles que no olviden que no es sólo la edad la que dá el derecho; yo recuerdo aquí de un moderno poeta inglés una glosa al verso de Shakespeare que dice "...juventud, tu eres luz, belleza y calor; ancianidad, tu eres como el invierno, sombra y frío"; que el poeta al comentar dice: "Cuidado!, que hay primaveras lluviosas y gélidas y hay inviernos propicios con sol que calientan y robustecen como el estío".

"Quiero decirle a la juventud que no se engañe a sí misma con verdades importadas, sinó que descubra su propia verdad; quiero decirle a la juventud que este país con problemas gigantescos, necesita una raza de gigantes para dar solución a estos problemas."

21 de Julio de 1967.

Mensaje a la Juventud

Víctor Raúl Haya de La Torre

En el año de 1980, coincidiendo con el inicio de la Década Internacional del Agua, que compromete a todos los países integrantes de la Organización Mundial de la Salud, a dar solución al problema del abastecimiento de agua potable para el 100% de su población urbana y rural, y prácticamente, al cumplirse un año del sensible fallecimiento del gran luchador revolucionario y Maestro de la Juventud Indoamericana, Víctor Raúl Haya de La Torre, del cual soy fervoroso discípulo en la Escuela de Dirigentes y el Parlamento Universitario desde Mayo de 1973, he recogido el mensaje que nos dejó a la nueva generación el Maestro, con su vida ejemplar al servicio del pueblo. Me he lanzado al descubrimiento del drama de nuestra recóndita realidad peruana y he dado continuidad a la valiente obra colonizadora que los hombres y mujeres de la década del sesenta, intensificaron adentrándose en la ceja de selva central, bordeando a pie o navegando osadamente el río Perené, con riesgo, con sacrificio, llegando a Pichanaki para comenzar a hacer un nuevo mundo, respondiendo al reto de sus tierras reacias y abruptas.

En cumplimiento del Servicio Civil de Graduandos (SECIGRA-VIVIENDA), que realizara dentro de la División de Estudios y Proyectos de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, llegué a Pichanaki a descubrir nuestra propia verdad: la problemática del Perú.

Honestamente, el problema del abastecimiento de agua potable e instalación de desagües, es gigantesco; entonces, me propuse intentar convertirme en uno de los integrantes de un equipo de gigantes que diera solución a ese gran problema. Es así como surge el presente Proyecto-Tesis, que para hacerse realidad, necesita contar con la gestión estatal que obtenga el indispensable financiamiento para construir las obras proyectadas.

Al hacer esta Tesis, he querido sintetizar todo lo aprendido hasta la fecha como estudiante universitario y como Bachiller en Ingeniería Sanitaria, cumpliendo mi Secigra como Projectista, he tratado de dar lo mejor de mis conocimientos técnicos, aunque sé que el Proyecto es perfectible y por eso estoy dispuesto a aceptar las críticas constructivas que per-

mitan mejorarlo.

Sin embargo, no sólo la técnica se encuentra contenida en mi Tesis. Enraizadas en ella están mi ideología aprista, mi espiritualidad cristiana, mis humanos sentimientos dentro de los que predominan el amor por mi abuelita Milita, por mis padres Lucho y Tolita, por mis hermanos Fernando, Julio y Javier; y por mi esposa y compañera Pili y mis hijos Julio Humberto y el que aún juguetea en el vientre de su madre.



Juan Humberto Olivera Vega

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.01 BREVE HISTORIAL DE PICHANAKI.

.01 Siglo XVII (1673-1700)

1673. Se descubre por los misioneros franciscanos, una senda entre Chanchamayo y Pangoa por las márgenes del Perené e Ipoki. Como veremos después, a los tres siglos de ese importante acontecimiento, tuvo lugar la solemne inauguración de la carretera de Chanchamayo a Satipo (13 de Diciembre de 1973), abierta por el esfuerzo del pueblo y el ejército nacional del Perú.

1674. Junio. Fundación del pueblo San Francisco de Pichana en el valle de Pichanaki, cerca de donde el río del mismo nombre arroja sus aguas al Perené. Sus fundadores: el fervoroso Padre Izquierdo y el Hermano Terciario Pinto.

1674. Setiembre. Martirio del Padre Izquierdo y compañeros en Pichana, a manos de los indígenas campas.

1675. Los misioneros franciscanos se retiran de las montañas de Chanchamayo, Perené y Pangoa, por temor a los nativos.

1685-1700. Nuevos intentos civilizadores de los misioneros franciscanos que fracasan.

1.02 Siglo XVIII (1719-1800)

1725. El informe de los Misioneros al Virrey habla del pueblo de "San Francisco de Pichana" (Perené), distante 13 leguas de Eneñas (distante a su vez 44 leguas de Tarma), con 260 cristianos y a cargo del Padre Definidor Clemente de la Cruz Clavizani; la Iglesia de 24 varas, un altar, 4 casullas etc.

1709-1742. En estos años el campá de Chanchamayo y Perené tenía algún conocimiento del colono que residía en las cabeceras de montaña de Pucará y Vitoc, pues como asegura la historia, los indígenas en sus andanzas llegaban a estos lugares y no pocos se bautizaban a insinuación del civilizado sin darse cuenta del sentido elevado que ese sacramento encierra para los que profesamos la fé cristiana; por lo mis-

mo, no estaban ajenos a ciertos problemas del colono que cultivaba sus chacras en ceja de montaña.

En cuanto al estilo del campá, desde tiempo inmemorial ha sido nómada, es decir, recorre y anda muchos parajes por la facilidad de vida que tiene. La naturaleza le brinda lo indispensable para vivir y sólo se contenta en cultivar sus terrenos para que les produzcan yuca, camote, plátano, maíz, etc. y con eso se contenta, sin que abrigue mayores preocupaciones. De aquí la dificultad tremenda que encontraban los misioneros a pretender reducirlos a poblados para su obra evangelizadora y civilizadora. Era ir en contra de sus ancestrales costumbres.

El primer encuentro del nativo con el Misionero no fué agresivo; al contrario, le brindó su natural espontaneidad y lo que tenía. Quizá después tomó algunas actitudes de repulsión cuando se pretendió sujetarlo a ciertas normas de vida cristiana, pero no todos, sino algunos cuya conducta no se hallaba conforme a los principios que predicaban los misioneros. Por su parte, el misionero procuró manejarse con toda delicadeza y amabilidad con el nativo campá, pues así lo exigía su vocación de apóstol.

En cuanto a su índole de vida, siempre han vivido en agrupaciones no numerosas. Tienen un jefe de mando o Curaca, que parece no era nombrado sino que él mismo se constituía por considerarse el más fuerte y audaz. El principal oficio del curaca era ser Jefe en las guerras que entre ellos mismos suscitaban.

Sus casas las fabrican con maderas labradas, con más o menos rusticidad. Para la base o sostén buscan maderas durísimas; en general carecen de cerco, pero algunas tienen un segundo piso a cierta altura que lleva el nombre del empinado, por llamarse así el material del piso. Los techos son hojas de palmera. La forma de las casas original. El techo tiene mucha caída por motivo de las lluvias. Parece que las casas primitivas de los campos fueron completamente abiertas, sin división. Luego han tratado de imitar a los misioneros y colonos.

El menaje o enseres de la casa es pobre. Ollas de barro para cocinar el masato, mates que sirven de plato, cuchillos, agujas, canastas hechas de tamishi (bejuco), ruelas para hi-

lar algodón, espejitos, etc.

En cuanto a su alimentación: yuca sancochada o asada, plátano, pescado, carne de monte. Para el asado del pescado y de la carne tienen procedimientos muy curiosos; así mismo gustan de comer caracoles, gusamos y también el cogollo de la chonta.

Bebidas: el masato que lo llaman piarintzi; muchas veces hemos leído y oído su preparado.

Valor adquisitivo y comercial de las cosas y objetos: la unidad monetaria primitiva parece que fué la cushma. Luego el machete, espejo, pañuelos, etc.

El tatuaje y pintura es hecho generalmente por la madre para conocer a su hijo. Lo hacen punzando la carne con aguja o espina; la pintura de que se sirven es el achiote y huito.

Adornos: Cuelgan de sus cushmas semillas de plantas, plumas de aves, huesos y dientes de animales y pescados.

Remedios: El campá conoce infinidad de hierbas medicinales para curar las enfermedades de los ojos, dolor de muelas, cicatrizar heridas y hasta facilitar el parto o provocar el aborto.

Tintes de vestidos: La cushma es la única vestimenta que usan y para teñirla se valen de una tierra arcillosa mezclada con corteza de árbol de águano. Son tintes permanentes. También llevan el sarato o morral. Sus viajes, como en el Perené, los hacen por río. Su espíritu inquieto, nómada y novelero les hace moverse de una parte a otra. Quizá puede haber algún motivo de familia y también de interés común. Precisamente es de origen campá el nombre que toma el pueblo de Pichanaki, esto es a saber:

-Picha, viene de Pichana: escoba de barrer, de limpieza.

-Ñaki, significa: todo.

O sea que podríamos entender que cuando decimos Pichanaki estamos lanzando el reto a sus pobladores y especialmente a sus dirigentes y autoridades, para que tengan limpieza en todo, o sea, no sólo en las calles y casas de la ciudad, y en los cuerpos, sino que deberá existir limpieza en la administración política y económica de los bienes del pueblo de Pichanaki; limpieza en el corazón para recibir con cariño al visitante desconocido; limpieza en el espíritu para buscar la felicidad con justicia y fraternidad.

1742. Levantamiento de Juan Santos Atahualpa y muerte de la civilización en Chanchamayo, Perené, Gran Pajonal, Huan-cabamba y Pangoa y ruina de las misiones franciscanas.

1755. Muere en Metraró el rebelde Juan Santos Atahualpa.

1770. 1800. Nuevos intentos de restaurar las misiones en Chanchamayo, que no tienen mayor éxito.

1.03 Siglo XIX (1800-1900)

1808. Informe del Intendente de Tarma Sr. José Urrutia al Virrey Abascal sobre la importancia y ventajas de un camino y comunicación por el Chanchamayo para las tierras del interior.

1815-1820. Los misioneros franciscanos de Ocopa realizan una serie de viajes por las conversiones de la selva.

1821. Se produce la independencia del Perú y se pierden las conversiones de la selva.

1847-1855. Se promulgan algunas leyes favorables para los colonos que deseen establecerse en las montañas de Chanchamayo, previa erección del fuerte de Chanchamayo en el ángulo formado por los ríos Tarma y Tulumayo.

1860. El Gobierno del Perú se interesa por la apertura de un camino a las montañas de Chanchamayo.

1862-1865. Sublevaciones campesinas.

1869. Fundación del pueblo de La Merced.

1873-1874. El Gobierno promulga resoluciones favorables a los colonos que deseen establecerse en Chanchamayo.

1888. Se construye camino de herradura de Tarma a Chanchamayo.

1889-1891. El Gobierno del Perú concede a la Peruvian Corporation 500,000 hectáreas en ambos márgenes del Perené.

La Peruvian Corporation Limited. (año 1889-1900)

No vamos a referir ciertos episodios que se relacionan con la concesión de la Peruvian en el Perené, que no entran en el marco de este estudio. Ya la historia del Perú se encarga de narrarlos en su lugar; pero tenemos que hacer mención de la concesión que el Gobierno del Perú concedió a la Peruvian Corporation Limited de 500 mil hectáreas de terrenos en las márgenes del Perené y Ene.

Ley del 23 de Noviembre de 1889.

ANDRES A. CACERES, PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPUBLICA.

Por cuanto el Congreso ha dado la ley siguiente:

El Congreso de la República Peruana.

CONSIDERANDO:

Que a la vez que se ejecuta el arreglo ajustado con los tenedores de la Deuda Externa, se puede consultar el desarrollo de la agricultura nacional y el fomento de la inmigración europea, ha dado la Ley siguiente:

Art. 1º- Autorízase al Poder Ejecutivo para que, sin perjuicio de tercero, haga a favor de los tenedores de Bonos, o de las compañías que los representen, cesión en propiedad de DOS MILLONES DE HECTÁREAS de terrenos baldíos de libre disposición del Estado, con tal que los concesionarios se obliguen a aprovechar de dichos terrenos dedicando a explotaciones agrícolas o a otras empresas industriales; a comenzar la colonización dentro de los primeros años y a tenerlos colonizados dentro del término máximo de nueve años.

Art. 2º- En el caso de que los terrenos cedidos fuesen estériles o careciesen de riego, los concesionarios tendrán derecho de usar del agua que hubiese disponible, sin perjuicio de derechos adquiridos por tercero, emprendiendo al efecto los correspondientes trabajos de irrigación. En este caso estarán obligados a hacer los estudios necesarios dentro de los tres primeros años y a concluir las obras de irrigación dentro de los seis posteriores.

Art. 3º- El Gobierno señalará de común acuerdo con los concesionarios los lugares en que se adjudicarán los terre-

nos a que esta Ley se refiere, procurando que en ningún punto de la República se encuentren juntas más de 500 mil hectáreas y que al efecto se haga la distribución de modo que de norte a su haya cuando menos cuatro colonias con 500 mil hectáreas cada una.

Art. 4º- Si los tenedores de Bonos o de las compañías que los representen dejaren vencer los tres primeros años sin dar cumplimiento a lo dispuesto en los dos primeros Artículos de esta Ley, perderán por cada año de demora una tercera parte de los terrenos cedidos.

Art. 5º- Los colonos que se introduzcan al Perú en virtud de esta concesión serán de raza europea y no pagarán durante diez años contribución alguna, sea civil, eclesiástica o judicial, ni derechos parroquiales ni obtencionales y usarán del papel común en sus contratos públicos con arreglo a lo dispuesto en el Art. 6º de la Ley de 24 de Mayo de 1885; en todo lo demás estarán sujetos a las Leyes de la República.

Comuníquese al Poder Ejecutivo para que disponga lo necesario a su cumplimiento. Dado en la Sala de Sesiones del Congreso en Lima, a 25 de Octubre de 1889. Francisco Rosas, Presidente del Senado; Mariano Nicolás Valcárcel, Presidente de la Cámara de Diputados; Manuel V. Morote, Senador Secretario; Daniel Ureta, Secretario de la Cámara de Diputados; Al Excelentísimo Sr. Presidente de la República. Por tanto mando se imprima, publique y circule y se le dé el debido cumplimiento. Dado en la Casa de Gobierno en Lima a los 23 días del mes de Noviembre de 1889. Andrés A. Cáceres. Eulogio Delgado.

Decreto del 1º de Julio de 1891, derogado por el del 19 de Noviembre de 1891.

Lima, Julio 1º de 1881. Vista la solicitud del representante de la Peruvian Corporation Limited por la cual pide que el Gobierno determine, en cumplimiento del Art. 3º de la ley de 23 de Noviembre de 1889, los lugares en que debe hacerse la adjudicación de terrenos para dar principio a la colonización y de conformidad en parte con el informe del Ingeniero de Estado, D. Manuel A Viñas; se resuelve: autorízase al representante de la Peruvian Corporation Limited

para que establezcan las colonias en los siguientes lugares cuyas zonas se hallan marcadas con línea roja en el calco acompañado; el lado del camino que actualmente se construye del pueblo de San Luis de Shuaro hasta el puerto Tucker, desde las cabeceras del Cerro de la Sal hasta el río Palcazu, siguiendo o después la margen de este río hasta su confluencia con el río Pichis, en una zona de 5 kilómetros que hacen un total de cincuenta mil hectáreas; la margen derecha del Pichis en las inmediaciones del Puerto de Tucker hasta su unión con el Palcazu, en una zona de 10 kilómetros que hacen sesenta mil hectáreas; la margen derecha del Pachitea desde la unión del Pichis con el Palcazu hasta su confluencia con el Ucayali, en una zona de 10 kilómetros que forman ciento veinte mil hectáreas; la margen izquierda del río Perené desde 10 kilómetros antes de la confluencia del río Pangoa y la misma margen del río Tambo hasta su confluencia con el Urubamba y Ucayali en una zona de 10 kilómetros que hacen ciento diez mil hectáreas; la margen izquierda del Urubamba en una extensión de 30 kilómetros desde su confluencia con el Ucayali y 10 kilómetros de ancho que hacen treinta mil hectáreas; la margen izquierda del río Ucayali hasta su confluencia con el Pachitea en una zona de 10 kilómetros por ambas márgenes de los ríos Unini, Sipiri y Sampoya, afluentes del Ucayali con el ancho de 5 kilómetros que hacen treinta mil hectáreas; la extensión de 30 kilómetros por 10 kilómetros de ancho en ambas márgenes del río Tamayo afluente del Ucayali que forman sesenta mil hectáreas.

Una vez determinados y escogidos los terrenos se practicarán las mensuras correspondientes por un Ingeniero nombrado por el Gobierno y el que nombre la Peruvian Corporation Limited quienes levantarán los planos con expresa determinación de sus límites para que agregados a la Escritura celebrada en 18 de Enero de 1890 sirvan de título de propiedad; declarándose sin lugar la solicitud en el otro sí, relativo a que el Gobierno reserve la extensión de los terrenos comprendidos entre los 8°30' y 11°30' de latitud austral y los 79°30' y 76°30' de longitud oeste del meridiano de París para que sean adjudicados conforme a la Ley de 23 de Noviembre de 1889 por la prolongación del ferrocarril de la Oroya hasta cualquiera de los ríos navegables. Comuníquese y Regístrese. Rúbrica de S.E. Valcárcel.

DECRETO DE 19 DE NOVIEMBRE DE 1891 DEROGANDO EL ANTERIOR Y HACIENDO CESION DE LAS RIBERAS DE LOS RIOS PERENE Y TAMBO A LA PERUVIAN CORPORATION LIMITED.

Lima, Noviembre 19 de 1891. Visto el recurso del representante de la Peruvian Corporation Limited por el que de conformidad con la Ley de 23 de Noviembre de 1889, solicita la adjudicación de 500 mil hectáreas de terrenos distribuidas en ambas márgenes del río Perené y del Ene y de conformidad en parte con el informe del Ingeniero del Estado D. Manuel A. Viñas; se resuelve:

1°- Concédese al representante de la Peruvian Corporation Limited quinientas mil hectáreas de terrenos en los siguientes lugares: Una zona de 20 km. de ancho a cada lado del río Perené desde su confluencia con el Paucartambo hasta el punto navegable de él y de otra zona igual de 20 Km. en ambas márgenes del Ene desde su boca hasta unos 20 Km. aguas arriba.

2°- Dichas 500 mil hectáreas formarán el primer grupo de terrenos que se ceden a la Peruvian Corporation Limited para la colonización de esas regiones conforme a la Ley de 23 de Noviembre de 1889 y Resolución Suprema de 20 de Enero de 1890 y se adjudicarán en compensación de las otras 500 mil a que se refiere la Resolución Suprema de 1° de Julio último.

3°- La adjudicación se hará sin perjuicio de tercero y previa mensura de los terrenos que se escojan por uno de los Ingenieros del Estado y el que nombre el representante de la Peruvian Corporation Limited quienes levantarán los planos con expresa determinación de sus límites para que agregados a la Escritura de 28 de Enero de 1890 sirvan de bastante título de propiedad.

4°- Queda derogada la Suprema Resolución de 1° de Julio del presente año en cuanto se oponga a la presente. Comuníquese y regístrese. Rúbrica de S.E. Herrera.

En forma de comentario.

La concesión otorgada a la Peruvian Corporation Limited por el Gobierno a fines del siglo pasado, suscitó en los últimos años una serie de problemas y disturbios, hasta que el año

1965 fué anulada, tomando a su cargo la Reforma Agraria el reparto de tierras.

Voy a referir algunos hechos que se relacionan con esa entidad inglesa hasta hasta el siglo XX.

Desde un principio tuvo que ver la Peruvian la forma de cultivar sus extensos terrenos, echando mano de elementos foráneos, que en esa fecha atraídos por la fama de Chanchamayo afluyeron a esa porción de la selva. Logró también contratar a un grupo de italianos que permanecieron poco tiempo y después se buscaron sus propias tierras en Chanchamayo.

Desde un principio los principales productos de la Peruvian fueron el café, la extracción de madera, la fruta y también la ganadería. Para esto tuvo también que preocuparse de abrir caminos vecinales dentro de la concesión, de construir depósitos para el almacenamiento y llevar a cabo otras mejoras en provecho de la entidad.

Debido a la revolución del Brasil (1891-1895) se produjo gran escasez de café en el mercado mundial, por lo que subió enormemente el precio. De esta situación favorable aprovecharon los hacendados de Chanchamayo y la Peruvian para hacer grandes plantaciones y venderlo a mejor precio. Para la cosecha tuvo que recurrir a los serranos, que en gran número aflúan a la selva y de los indígenas campas y amueshas que habitan en el Perené y sus afluentes.

A los pocos años, con la nueva producción del Brasil, bajó de precio el café de Chanchamayo, lo que produjo bastante desconcierto en los cultivadores de café que por necesidad tuvieron que dedicarse a otros cultivos más remunerativos. Por esta fecha (año 1891) se establece en el Perené el Ingeniero Eulogio Delgado, que explora dicho río y hace estudios y presupuestos para la prolongación del ferrocarril Oroya-Ucayali por la vía Chanchamayo-Perené, en lo que se hallaba interesado el Gobierno peruano.

El Padre Sata elevó a la consideración del Gobierno un informe, en el que señalaba con bastante precisión los medios y métodos de llevar a cabo una colonización y la ruta que debía seguir el camino al Pichis, que él conocía bien. Con ese motivo el Ing. Eulogio Delgado que se hallaba de agente de la Peruvian Corporation, le escribió, con fecha 14 de A-

bril de 1891, en los siguientes términos:

"Con mucho placer he leído la interesante carta de Ud. al Sr. Dr. Valcárcel, actual Ministro de Gobierno, dando razón del estado actual de las misiones, etc".

"Considerando esta comunicación de Ud. de suma importancia para la Peruvian Corporation Limited, la he traducido en Inglés y remitidóselas para que la tome en consideración respecto al plan de colonización de ese territorio que seriamente está madurando; y a su vez sugiriéndole la conveniencia de que contribuya con alguna suma de dinero para que de ningún modo se interrumpa la corriente de inmigración voluntaria a esa comarca que felizmente se ha iniciado por vuestros constantes esfuerzos."

"Como por ahora soy yo el agente de esta Corporación para lo relativo a inmigración y colonización de las regiones fluviales y con cuya Corporación estoy en continua correspondencia; por lo tanto nos hallamos todos animados trabajando hacia el mismo fin cual es el de atraer esas tribus a la vida civil, hacerlas ingresar al seno de la religión cristiana, para que recibiendo un bien positivo, a su vez sean útiles a la humanidad; explorar y desarrollar las riquezas vírgenes del país y así engrandecerlo y remunerar en su oportunidad los esfuerzos y capitales que se emplean con laudable fin".

"También digo a Ud. reservadamente que he recomendado eficazmente la construcción de un ferrocarril del puerto fluvial del Pichis hacia esas regiones y una línea de vapores para respectiva navegación.

"Mientras tanto mucho estimaría que me comunicase con franqueza la idea al respecto y los datos conducentes a reconocer mejor esa región; tales como a que distancia de San Luis se encuentran tierras apropiadas para el cultivo de trigo, papas, etc. Si hay pastos naturales. También agradecería a Ud. indicarme cual sería a su modo de ver, la mejor localidad para la colonia de vascos. Esperando.. etc. Atentamente Eulogio Delgado."

Escribía el historiador Carranza: (año 1894): "El camino de La Merced al Perené donde se ha establecido una colonia por cuenta de la Peruvian ha sido ratificado y mejorado por esta compañía, pero según se dice se ha gastado una fuerte suma que no corresponde a la extensión del camino construido. La colonia en la actualidad ha quedado reduci-

da a pocos individuos, pues los más se han retirado no sabemos por que motivo, aún cuando se nos asegura que son los artesanos (italianos) los únicos que han abandonado aquel lugar, una vez terminadas sus contrataciones. Lo que necesitamos es traer hombres de trabajo, de costumbres sanas y avezados a las faenas agrícolas."

La Vía Central del Perú por J. Capelo. (Año 1895)

Este interesante folleto nos suministra también algunos datos sobre la Peruvian.

"Puerto Wertheman, Perené en la confluencia del Chanchamayo y el Paucartambo. Queda al frente de la casa de Juan Tsang (Pueblo Pardo). Después de Nijandaris el túnel hecho por la Peruvian".

"Campamento N° 5 de la vía del Pichis. Bifurcación sobre el camino al Pichis y el que baja al Perené donde se recibió a la comisión de los ingleses en 1891 por los ingenieros del camino del Pichis. Kilómetro N° 33, punto notable. Se vé el morrito "Pulpito" del Perené. Puente del río Eneno. Era colgante de cables de fierro y fué cortado intencionalmente el año 1891. Kilómetro 66. Sale el camino de los terrenos de la Peruvian. Kilómetro 68. Puente del río Ubiriki. Este puente definitivo sistema americano fué volado con torpedos en 1892 intencionalmente, pero quedó una de sus vigas armadas".

"Cuadro Sinóptico de los datos geográficos obtenidos por la expedición Wertheman, isla Pichincha, (playa) Pampa Hermosa, Isla Emboscada, Las Cascadas, La Esperanza, Río Antes, La Providencia, terminación navegación del Perené, Boca del Pangoa, Boca del Ene, Boca del Tambo".

"Información relativa a los trabajos topográficos que han servido de base a los datos consignados en este libro. De San Ramón de Chanchamayo a Puerto Wertheman. El único plano que existe en esta parte es el hecho por la "Peruvian Corporation" en 1892 y no publicado, pero cuyas copias son conocidas. Según ese plano, Puerto Wertheman queda respecto a San Ramón 19 kilómetros más al norte y 8 kilómetros 600 metros más al este y el río Perené aparece desviado hacia el norte con un ángulo de 50°; de modo que iría a cortar el Pichis o a empalmar con el Pachitea. Este error ha sido el fundamento de tantos otros que ocuparon la atención pública respecto del camino

del Pichis, que crearon dudas sobre el nombre del azupizú, que patrocinaron como más conveniente y segura la vía por el Perené, y tantas otras cosas, que se hace difícil aceptar aquel error como resultado inocente de descuido o de ignorancia, sabido como es que los estudios de la Peruvian no alcanzaron en el Perené, sino a unos pocos kilómetros, siendo pintado todo lo demás; y no siendo fácil aceptar tampoco que existiendo el estudio del Perené por el Sr. Wertheman, estimado por todos como un trabajo serio, como lo es realmente, se hubiese dejado de comparar sus direcciones con las que resultaban del nuevo estudio. El tiempo aclarará este punto. Por lo pronto ya se dice que el error fué solo culpa del dibujante, pero se olvida que para descubrirlo ha sido preciso que el autor de este libro lo señalase al mismo Makensie en su campamento del Perené el año 1893, cuando a su regreso del Pichis se le mostró el plano de conjunto en que aparecía Metraro situado las tres millas más al norte que exigía la desviación del Perené y fué preciso también que allí le diese la latitud de Metraro que acababa de tomar por tercera vez. Fué preciso después que aquí se insistiese en señalar el mismo error y finalmente que los Ingenieros del Estado hiciesen las reducciones para quedar demostrado que había tan grande inexactitud.

Observaciones y Cálculos.

"En cuanto a los dos planos de la Peruvian, el del ferrocarril de la Oroya está tan lleno de errores que no vale la pena de ocuparse de él; y en cuanto al que comprende de San Ramón a Puerto Wertheman, el error señalado respecto del Perené y la manera y forma como esos trabajos se ejecutaron, no le permite acordar a este plano, sino confianza muy limitada.

Prosigue la misma materia.

Y el Ing. Federico E. Remy anota en sus apuntes: (año 1898): "A tres kilómetros de San Luis se atraviesa el gran puente de Capelo sobre el río Paucartambo con 77 mts. de luz. Una vez que se atraviesa el puente, el explorador se halla ya en

pleno bosque y siguiendo el camino que costea la orilla derecha del Puñizás, hallamos otro puente que comunica esta parte del valle con el nuevo camino a cargo del Ing. Graña. Dejando esta vía que aún no estaba expedita, seguimos nuestro viaje pasando por entre las chácaras de la Peruvian Corporation hasta comenzar la cuesta de San Gabriel, así llamada en honor del R.P. Gabriel Sala, atrevido explorador de nuestras montañas. Bajando la cuesta de San Gabriel el camino empalma con el del Perené.

"Si el camino en lugar de seguir esta ruta, se hiciera por Pueblo Pardo y el Perené, habría que salvar la cuesta de San Juan. La temperatura es igual hasta llegar a la chacara del Sr. Eaton situada en el lugar denominado Metraro, verdaderamente histórico por encontrarse allí una herrería que data de la época del coloniaje, notándose restos de la tumba de Santos Atahualpa. No ha mucho descubriose en ese lugar un cañón de bronce que data de 1740 del que tomé una fotografía que reprodujo oportunamente "EL MONITOR".

"En la segunda jornada hay que pasar el cerro Santo Tomás, nombre que se le ha dado en honor del padre misionero Tomás Hernandez. El camino vá por un frondoso monte y atraviesa bellísimos parajes".

"El camino continúa subiendo hasta una altura de 1630 m. A este lugar le llaman Punta del Sol. El panorama que arroja hasta lejos es interesante. Un kilómetro más al norte se baja al paso de San Carlos; lleva este nombre en honor del inteligente misionero explorador R.P. Carlos Lange".

Y el autor vá describiendo las maravillas de la naturaleza en la variedad de plantas y flores.

Al principio afluyeron algunos artesanos italianos a la Peruvia, pero luego se separaron quedando sólo los dirigentes ingleses.

El Convento del Buen Pastor de Lima consiguió unos terrenos en la confluencia del Paucartambo y Chanchamayo, que forman el Perené, a insinuación del abate Durand. Hoy forma parte de Pueblo Pardo. El Padre Bernardino Gonzáles en su primer viaje de Oxapampa a Chanchamayo (año 1885) se expresa: "Llegamos a las primeras chácaras de Chanchamayo y fuimos recibidos muy bondadosamente en la hacienda del Buen Pastor, por un sacerdote francés llamado Olivier"

"Año 1892. Llegan 100 inmigrantes italianos traídos por

la Peruvian Corporation para colonizar sus terrenos en la montaña, conducidos por el Sr. M. Kensi"

Y escribe el Padre Gridilla : "El Estado concedió a la Peruvian miles de kilómetros cuadrados en ambos márgenes del Perené y comenzó la colonización extranjera; la colonia inglesa establecida en la confluencia del Paucartambo con el Chanchamayo, que forman el Perené. Estaba compuesta de italianos y duró muy poco tiempo".

"Todos se fueron separando, no quedando más que los dirigentes ingleses al frente de las haciendas que la Peruvia n había formado con grandes plantaciones de café." Los italianos egresados de la colonia inglesa se establecieron en todas las quebradas del Chanchamayo, en donde abrieron chacras que dieron origen a las actuales haciendas del valle. Es por eso que el elemento principal lo constituyen los italianos."

El Ing. Eduardo Weingart el año 1894 abrió un camino de Buena Vista al campamento primero de la Peruvian Corporation. Y el Dr. Riberto L. Gadea, botánico y zoólogo, en la misma fecha hace estudios en la hoya del Perené, particularmente de la fibra del Damajuato y moluscos terrestres.

El año 1895 el negocio del café en Chanchamayo y Perené alcanzó su mayor apogeo, a tal extremo que dejando otras plantaciones, la mayor parte de sus agricultores se dedicaron a su sembrío. Todavía el año 1899, el café producto casi único por entonces del valle de Chanchamayo y Perené se sostenía en alto precio, y dichas zonas se vieron prácticamente invadidas de gente foránea ávida de fortuna. Los terrenos del convento de San Luis de Shuaro y sus arroyos se poblaron en pocos meses con elementos provenientes en su mayoría de la colonia inglesa del Perené.

Por desgracia la depreciación del café acaecida poco después dió muerte a los más valiosos intereses de Chanchamayo y Perené y contuvo algún tanto la inmigración.

El año 1896 el Ing. Deigado explora el Perené, y el Dr. Luis Pesce hace observaciones pluviométricas de las montañas de Chanchamayo.

El Dr. Luis Pesce estuvo tres años consecutivos en Chanchamayo (1896-1898), en la zona de La Merced. En su informe sobre las industrias florestales de la hoya amazónica perua-

na y la medicina e higiene de la misma trata de la metereología y patología: enfermedades de la piel, respiración, paludismo, anemia anquilostomiasis, etc. y afirma que Chanchamayo es un foco de anquilostomiasis.

Trata también de los cultivos de café, caña de azúcar, coca, animales, etc. y de la asistencia médica de los colonos.

Trae a colación lo que decía Giordano, visitador de la colonia italiana de la Merced: "que el blanco transportado a un clima tropical sufre el clima laxante, alimentos, etc.", y habla también de las viviendas, vestido, bebidas, higiene intelectual y moral. Causas de la disminución de las razas indígenas, la poligamia, guerras, mortalidad infantil, etc.

El año 1893 se manda en comisión al visitador Rosset a reconocer el Cerro de la Sal, para estudiar si pueden explotarse comercialmente sus yacimientos.

En su folleto "El Valle de Chanchamayo" el Sr. Carranza trae una extensa clasificación de la flora y fauna de la montaña de Chanchamayo, hecha en gran parte por el naturista Taczanowski (año 1894).

En cuanto a los nativos campas y amueshas que poblaban el Perené se podría hablar bastante; existen libros y folletos que tratan extensamente del nativo selvático.

No faltaron en estos primeros años de la Peruvian Corporation algunos problemas con los campas, que vieron invadir sus tierras por gente extraña y desconocida. Eran a la vez los primeros años de la época del caucho en que el indígena del interior comenzó a sentir el abuso y atropello del cauchero, y esas injusticias repercutieron hasta los confines del Perené y sus afluentes, lo que puso en alerta y en actitud beligerante a los campas y amueshas,

14 Siglo XX (1900-1980).

1903. El Gobierno concede al Sr. Valladares una concesión en las montañas de Pampa Hermosa (Satipo) con la condición de abrir un camino de herradura a las márgenes del Bajo Perené en el plazo de cinco años.

1905. Se declara el paludismo en Chanchamayo y Perené con todas sus fatídicas consecuencias y se toman algunas medidas

sanitarias preventivas.

1906. La capital del distrito de Chanchamayo es trasladada al pueblo de La Merced.

1915. Los misioneros franciscanos se comprometen a abrir un camino de herradura de Pampa Hermosa (Satipo) a la desembocadura del Pangoa en el Bajo Perené.

1919. Llega a las márgenes del Perené el camino abierto por los misioneros franciscanos, desde la región de Pampa Hermosa en el Satipo.

1919. Llega la carretera al valle de Chanchamayo en el gobierno de Leguía.

1933. Se establecen en Sorshiki los adventistas y crean una posta sanitaria y una escuela.

1940. Se crea el distrito de Satipo que abarca parte del Perené.

1950-1954. Comienzan las colonizaciones por la margen izquierda del Perené. Los colonos del Palomar tuvieron conflictos con la Peruvian Corporation.

1953-1959. El año 1953 ingresan al Yurinaki y Eneñas los primeros colonos y luego se suscitan divergencias con la Peruvian Corporation.

1954. Colonización de Nashirona y fundación del pueblo Villa Amoretti; margen derecha del Perené y problemas con la colonia del Perené. El Presidente de la Asociación Colonizadora Nacional del río Nashirona, Ipoque y Villa Amoretti, fué el Sr. Hermenegildo Cossío Lambert y actuaba como vocal uno de los fundadores del pueblo de Pichanaki, el Sr. Luis Dávalos Alegría, con quien el autor de esta Tesis sostuvo interesante y emotiva entrevista, de la cual se extrajo muchos datos aquí consigna dos.

Publicaba el diario El Comercio: "En dramática jornada fundaron puesto de avanzada en Satipo. H. Cossío dirigió grupo que forjó "Villa Amoretti" .

"En esfuerzo verdaderamente encomiable, un grupo de audaces y valientes expedicionarios peruanos, en busca de mejores horizontes para el porvenir, se internaron en nuestra "selva virgen" para vencer después de un mes de sacrificios y penalidades, con el consiguiente peligro para sus vidas, el tantas veces discutido camino del Satipo, utilizando una ruta de penetración completamente nueva y desconocida, a estas ubérrimas regiones de nuestra montaña, hoy prácticamente aisladas desde el terremoto 1947. Y allí, en una zona antes inexplorada y desierta de colonización, fundaron a ambas márgenes del río Nashirona, afluente del Perené, una población integrada en su mayoría por "campesinos" civilizados, a la que han querido denominar "Amoretti", en homenaje a la madre del Jefe del Estado, cuya ayuda han solicitado."

"La importancia de la expedición, que fué precedida por Hermenegildo Cossío, radica en el hecho de que, además de la colonización que están realizando, al emplear una ruta que antes no fué ni siquiera intentada y encontrar que esa zona era viable, ganaron para la agricultura y para la ganadería lo que hasta entonces era inaccesible e inhóspito".

"Tuvimos ayer oportunidad de conversar con el Presidente de la Asociación Colonos Nashirona, de La Merced, que se encuentra en Lima, y quien participó en la expedición que abrió una nueva ruta en nuestro fabuloso oriente y quizás un nuevo destino de nuestra economía nacional".

"Al pedirle que haga historia acerca de esta aventura, nos refiere que hace dos años fué concebida la idea por él mismo. Hombre forjado en las duras faenas del campo comunicó la decisión a un reducido grupo de amigos de llegar a Satipo, por una ruta hasta entonces desconocida. El proyecto se convirtió en realidad cuando en un día de Mayo partieron de La Merced, pasaron por Watshiroque, Pichanaki, Ipoque, Río Negro y llegaron a la ansiada meta: Satipo, donde fueron recepcionados por el Municipio que los declaró Hijos Predilectos del lugar y les dió las facilidades necesarias para el retorno".

"Naturalmente, refiere nuestro interlocutor, la travesía a través de nuestra selva vírgen fué toda una odisea; desnudos, desfalleciendo de hambre y con algunos accidentados, se hizo el ingreso triunfal a la población; físicamente agotados, pero con la moral muy en alto, el recibimiento fué apoteósico, agrega".

Prosiguiendo con su relato dice que tomaron posesión de lo que hoy es "Villa Amoretti", que con la nueva colonización de Nashirona pone a San Ramón a una distancia de 75 kilómetros, habiendo construido una trocha que en lugar de varios días de penalidades, basta hoy con unas pocas horas a pié". Nos habla luego de la indudable importancia de la región del valle de Chanchamayo, zona esencialmente agrícola, rica por su producción en café de manera principalísima, frutas y las más diversas y preciosas maderas, lo cual significa pingües ganancias para nuestro erario nacional.

"Para tomar posesión del nuevo centro poblado de avanzada que agrupa alrededor de 500 familias, que representan unas 3,000 personas, tuvieron que hacer el "rozo", tarea nada fácil que consiste en cortar el monte y quemarlo, para poder edificar después."

Se proponen ahora los pobladores de "Villa Amoretti" la apertura de un camino de herradura, desde el pueblo ya existente de Huashiroqui hasta la nueva villa, camino de herradura, que posteriormente con la intervención de los Poderes del Estado, podría transformarse en un camino carretero como parte de una nueva vía de acceso desde La Merced o San Ramón hasta el Satipo, supliendo así con ventaja la falta de la importante carretera que desde este último lugar hasta Concepción, quedara destruida a raíz del sismo del 1º de Noviembre de 1947, y que no ha sido aún restaurada."

"Inciendo sobre las proyecciones que tendria la apertura de una carretera de Chanchamayo al Satipo, por la nueva vía del río Nashirona, expresa nuestro entrevistado que dicha carretera, por la distancia y el terreno apropiado para la construcción de vías de comunicación, no presenta las dificultades que la naturaleza del suelo ofrece para la reconstrucción de la destruida carretera de Concepción a Satipo, y sería posible hacerlo por su costo bastante bajo, comparado

con lo que significaría construir cualquier otra para suplir a aquella."

"Al ser interrogado sobre la manera como se desenvuelve la vida en la nueva población, nos dice que casi íntegramente formada por mestizos e indígenas peruanos (campesinos civilizados) y colonos de La Merced y Sta. Isabel de Paucartambo, se lleva una vida tranquila pero de trabajo, habiendo encontrado la cooperación del curaca de Marankiari, que por sus conocimientos de la región, constituye un valioso aporte".

El artículo va acompañado de un mapa donde se señala la zona de Nashirona y el pueblo de Villa Amoretti y la ruta que siguió la expedición para llegar a Satipo, en compañía del curaca de Marankiari (Perené).

Prosigue la colonización de Nashirona en el Perené.

Al poco tiempo salió publicado en el mismo diario otro artículo con el siguiente título: "Planean el futuro de Villa Amoretti los 530 colonos de Nashirona que la fundaron".

"Situada en el valle de Chanchamayo, la villa Amoretti donde se han constituido en la Asociación "Colonos de Nashirona", los 530 interesados por el progreso de la región, proyectan el planteamiento del futuro pueblo que llevará el nombre de "Villa Amoretti".

"Aquella entidad compuesta por elementos profesionales, militares, obreros e intelectuales, sólo espera el arribo del Sr. Gilberto García Vásquez, perito agrimensor del Ministerio de Agricultura, para llevar a cabo dicha labor inicial de lo que con el tiempo será un emporio de trabajo y urbanismo".

"Cabe destacar ya que las labores preliminares de la fundación del nuevo centro que surge, pleno de esperanza y actividad, son dignos de encomio si se tiene en cuenta que se ha realizado en el corto tiempo de dos meses."

"Se ha trabajado el camino de Villa Dorada (Huashiroki) hasta Nashirona en una extensión de 35 kilómetros de largo por dos metros de ancho, con trazo que señala una futura carretera, faltando sólo 20 kilómetros hasta el Pichanaki; han construido varios campamentos para los asociados, teniendo uno de ellos la extensión de 30 metros de largo por ocho

de ancho. También un puente de 34 m. de longitud sobre el río Huarochiroqui y el trozo de 30 hectáreas para la formación del pueblo.

Además cuenta la entidad con un buen surtido botiquín atendido por un competente enfermero y dos capataces y un trochero para la dirección eficaz de los trabajos que se llevan a cabo. Todos éstos son rentados por la Asociación con dinero de los miembros de la misma.

Con motivo de la visita, a mediados del mes pasado, del perito agrimensor oficial a Villa Amoretti, se efectuó una hermosa ceremonia cívica, entonándose el Himno Nacional coreado por más de 300 colonos. En ese momento se hizo el Pabellón del Perú por primera vez en este lugar, y el naciente pueblo, en medio de intensa emoción vivió a la Patria, aclamando al Jefe del Estado Gral. Manuel A. Odria; al Presidente de la Asociación, Sr. Carlos Peshiera y a los componentes todos de la progresiva entidad. Pronunciaron expresivos discursos los Srs. Hermenegildo Cossío y Víctor Aguilar en medio de los aplausos de la concurrencia, siendo la nota pintoresca y emotiva, la presencia en el desfile de más de 60 campas, los que entonaron el himno nacional y vivaron a nuestro Presidente.

Después de la ceremonia brevemente reseñada, se agasajó a la enorme concurrencia con viandas netamente del lugar, las que fueron traídas por los campas de Maranquiari y que consistían en el infaltable masato, plátanos y yucas sancochadas.

Es grande el entusiasmo que ha suscitado en todo el país, la formación de esta asociación colonizadora, y por ello, a pesar de que muchas personas han logrado lotes, otras y muy numerosas, han quedado sin ellos, porque ya se agotaron las concesiones que dió a la aludida entidad el Gobierno. Se espera por ello, que las gestiones del Sr. Peshiera, Presidente y protector de la asociación ante el Estado, culminen favorablemente para poder conceder más terrenos con los que se pueda satisfacer las demandas de los innumerables solicitantes.

Y El Comercio de Lima seguía notificando sobre la pujante colonización de Nashirona:

"200 familias colonizan las márgenes del río Nashirona. 500 mil hectáreas ubérrimas y libres de malaria. Piden sea reconocida la colonia. 200 familias en su mayoría emigradas de esta provincia, trabajan tesoneramente desde hace varios meses para ganar a la selva extensa y riquísima zona de la región del Perené en las márgenes del río Nashirona, con cuyo nombre han bautizado la colonia agrícola que han fundado".

"La zona escogida por estos conquistadores de la selva abarca una extensión de 500 mil hectáreas que tratarán de incorporar a la producción nacional, mediante la explotación de las maderas exportables como cedro, caoba, águano y naranjo, que abunda; así como el cultivo del café, cube, barbasco, y otras plantas de gran rendimiento."

"El punto más cercano de la región del Nashirona dista 70 kilómetros de La Merced y es Pichanaki. De este punto al Ipoiki existe un buen camino de herradura construido por los colonos. Los pobladores de esta zona se hallan empeñados en que el Ministerio de Agricultura reconozca la nueva colonización para lo cual ha formado un comité encargado de estas gestiones y que lo forman Hermenegildo Cossío, Presidente; Víctor Aguilar, Secretario; Ignacio Pizarro, Tesorero; y el Dr. Julio Romero, delegado ante las autoridades de Lima. Este comité igualmente ha presentado por intermedio del diputado Pescniera un proyecto de ley al Congreso, para la colonización de la zona y ante lo cual el Ministerio de Agricultura ha dispuesto el levantamiento del Catastro".

"La región del Nashirona es de gran porvenir para la agricultura; goza de un clima agradable, desconociéndose las enfermedades tropicales como el paudismo, la fiebre amarilla, etc., y otras que son barreras infranqueables para la colonización.

Además, esta rica zona cuenta con abundante mano de obra, pues hay hasta 5 tribus de selváticos ganados por la civilización que son magníficos trabajadores.

1957. Se forma la Sociedad Agrícola de Pampa Whaley, con capitales holandeses y canadienses, desmembrándose de la Peruvian Corporation.

1957-1959. El pueblo peruano lucha contra el imperialismo inglés, representado por la Peruvian Corporation.

Nuevos colonos en el Perené y divergencias con la Peruvian Corporation. (Año 1957).

La prensa nacional proseguía en su campaña a favor de la colonización del Perené.

Informaba La Prensa: "Campesinos de Moche irán a colonizar selva". Catorce campesinos de Moche se han alistado en la primera expedición que saldrá de este departamento con la intención de colonizar y cultivar 150 hectáreas de tierras ubicadas en la margen derecha del río Perené."

"El grupo colonizador estará conformado por 30 personas que se internarán en la selva con la ayuda del Gobierno, y su acción inmediata será llegar hasta La Merced en la que piensan radicarse para iniciar luego la conversión de ese lugar selvático en zona labrantía."

"De acuerdo a los primeros informes que se tienen en torno a esta empresa, se ha llegado a saber que los expedicionarios se han agrupado en una especie de sociedad, cuya finalidad es explotar la riqueza oriental del país y al mismo tiempo dedicarse al estudio y cultivo de productos industriales y alimenticios en procura de obtener utilidades. Con un capital de 30 mil soles reunidos por los colonizadores y la ayuda que esperan del Gobierno y las autoridades de La Merced, así como de los habitantes de la región, los viajeros esperan convertir en realidad su anhelo de internarse en plena selva y tentar fortuna".

"El plan trazado por los colonizadores contempla un viaje inicial de todo el grupo hacia la capital de la república, a fin de concretar la ayuda que han pedido al Ministerio de Agricultura y que, de verificarse los convertiría en propietarios de las tierras en que piensan establecerse".

"Para internarse en la selva y llegar hasta la región del Perené, esperan contar con el apoyo del Gobernador de La Merced, Nestor León Díaz, quien oficiará de elemento de enlace. Para efectuar las tareas de despeje en la zona montañosa, los expedicionarios piensan utilizar los servicios de aborígenes de la región, y especialmente el de los campos, con cuyos jefes ya habría entrado en conversaciones León Díaz. Estas faenas previas deberán efectuarse a lo largo de los 3 primeros meses de establecido en La Merced el grupo coloni-

zador, a fin de evitar las contingencias del período lluvioso, según explicó uno de sus miembros.

Aunque no ha sido posible averiguar quienes dirigen la expedición, ha trascendido que el Ingeniero Agrónomo Emilio Rojas tendrá a su cargo la orientación técnica del trabajo. Se ha llegado a saber en esta ciudad que la expedición colonizadora partirá de Moche el Domingo 16 de este mes, con dirección a Lima. Los vecinos de esa villa se aprestan a darles multitudinaria despedida. De los catorce mocheros, seis han estado residiendo últimamente en la capital de la República; ellos son: Adrián Rojas Mendoza, Antonio Mendoza Vega, Sixto Rojas Mendoza, este último Ingeniero Agrónomo. Los que viajarán directamente de la villa de Moche con rumbo a la selva después del exámen médico a que serán sometidos, son los siguientes: Mateo Aamat Fernández, Teodoro Mendoza Rodríguez, Ruperto Mendoza Rodríguez, Eleuterio Sánchez Ibáñez, Galo Asmat Pantoja, Anselmo Asmat Vergara y Daniel Tanta poma.

En su mayoría se trata de jóvenes que van en busca de nuevos horizontes.

Y con motivo de que la "Peruvian Corporation" se proponía abrir una carretera por la margen derecha en la que no tenía cultivos, se expresaba el diario La Prensa: "Se oponen a que la Peruvian abra un camino en el Perené".

"Ante los propósitos de la Peruvian Corporation de abrir una carretera en la margen derecha del Perené, los miembros de la colonización nacional Nashirona han expresado su oposición al proyecto, reiterando sus pedidos al Gobierno para que se les conceda las maquinarias y materiales indispensables a fin de ser ellos mismos los que construyan dicha vía."

"Los colonos han asumido esta actitud, según manifestaron los miembros de una comisión que llegaron ayer a Lima, por los temores de que con esa carretera, la mencionada firma logre mayores concesiones de tierras y se reduzca en esta forma la propiedad de las 250 mil hectáreas que las aproximadamente 2,500 personas poseen desde 1954. Además aluden que con el control de la carretera por una firma particular, ésta mantendría el dominio de toda la economía de la

rán región maderera"

"Desde 1890, año en que colonos europeos, y en especial ingleses, llegaron a las márgenes del Perené para explotar las tierras concedidas a la Peruvian Corporation Ltda. que se extiende sobre 477 mil 600 hectáreas, se ha explotado mediante el cultivo de 1,500 hectáreas de café y 50 hectáreas de panllevar, una mínima parte de la extensión total. Esto tuvo su origen en la falta de medios de comunicación que obligó a los colonos europeos a retirarse de la región. La concesión indicada se extiende desde el nacimiento del río Perené, en la confluencia de los ríos Chanchamayo y Paucartambo, 100 kms. hacia el interior y 20 Kms. sobre ambas márgenes del Perené."

Colonia Actual.

"Cerca de 300 familias forman actualmente la colonia del Perené dedicadas al cultivo del café, la explotación de maderas y sembríos de panllevar, productos que se extraen de la región por carretera siguiendo la ruta de San Ramón, La Merced, Tarma y carretera central. Sobre la margen izquierda del Perené se ubican las tierras explotadas por la Peruvian Corporation, compañía que ha vendido a particulares numerosos lotes sobre la margen derecha."

Nueva Inversión.

"En plan de explotación que tendrá una duración inicial de 7 años, la Peruvian Corporation mancomunadamente con la Sociedad Pampa Whaley, invertirán la suma de 15 millones de soles para incrementar en especial la producción de café que actualmente llega a 15 mil quintales al año, y que mediante la nueva inversión podría aumentar a 30 mil quintales aproximadamente en 1964. Para ello será necesario llevar 300 familias más, quienes además podrán dedicarse al desarrollo de otros cultivos agrícolas así como a la explotación de la riqueza maderera".

"Según fuimos informados, no se trata precisamente de colonizar toda la región del Perené, pues esto presupondría el traslado masivo de familias a esa zona, sino de explotar los te-

rrenos ya conquistados a la selva, llevando familias paulatinamente, de acuerdo con las necesidades que existan de mano de obra. Así mismo se continuará la venta de terrenos de cultivo a particulares, suspendida en la actualidad, a medida que se vayan abriendo nuevas zonas cultivables".

Futuro Promisor.

"Esta vez, a diferencia del primer intento llevado a cabo en 1890, se explotará esta región de nuestra selva en forma técnica, mediante el aporte de capitales, maquinarias y experiencia. Si se tiene en cuenta el plan existente de acelerar los trabajos de construcción de la carretera al oriente, es fácil presumir el gran progreso que alcanzará la región debido a la facilidad para llevar la producción a los centros de consumo, tanto nacionales como internacionales."

El Gobierno toma cartas en el asunto de los títulos de la Peruvian Corporation. Año 1958).

Se seguía insistiendo en que los terrenos de la colonia del Perené volverían a formar parte del patrimonio del Estado, por no haber cumplido con las cláusulas del contrato. A fines del año 1958 se alió la siguiente Resolución Suprema N° 280:

Lima, 3 de Noviembre de 1958. Visto el Oficio N° 384-58 de fecha 3 de Octubre último del Procurador General de la República en el que propone la necesidad de ampliar la autorización que le ha sido concedida para iniciar la acción correspondiente sobre nulidad de inscripción efectuada en dos registros públicos de Junín, a favor de la Peruvian Corporation sobre concesión de terrenos en el Perené:

CONSIDERANDO: que la acción judicial que el Estado ha ordenado iniciar por intermedio del Procurador General de la República a mérito de la Resolución Suprema N° 230 del 27 de Setiembre de 1958, debe ser ampliada a fin de que se comprenda la nulidad de las escrituras públicas de transferencia de dominio que haya efectuado la Peruvian Corporation a mérito de la inscripción que se ordena impugnar.

Que en defensa del patrimonio del Estado debe demandarse

también la nulidad de inscripción de la parcelación que ha efectuado en la región del Perené, autorizando al Procurador General de la República para que inicie las demás acciones que considere convenientes:

ESTANDO a lo acordado: SE RESUELVE:

1.- Amplíase la Resolución Suprema N° 230 de fecha 27 de Setiembre de 1958 en el sentido de que la autorización concedida al Procurador General de la República para seguir la acción judicial sobre la nulidad de inscripción del título de propiedad a favor de la Peruvian Corporation en los registros públicos de Junín, comprenda además cualesquiera transferencia de dominio que se haya efectuado a base de dicha inscripción.

2.- Autorízase así mismo al Procurador General de la República para demandar la nulidad de inscripción de la parcelación que ha efectuado la Peruvian en la región del Perené, así como cualquiera otra acción que considere conveniente en defensa del patrimonio del Estado. Regístrese y comuníquese.

Rúbrica del señor Presidente Labarthe.

Y al poco tiempo publicaba el semanario "Chanchamayo": "El Procurador General de la República" iniciará la acción correspondiente sobre la nulidad de inscripción en los registros públicos de Junín del título de propiedad a favor de la mencionada empresa extranjera, comprendiendo además cualquier transferencia de dominio que haya efectuado la Peruvian a mérito de la inscripción que habrá de ser impugnada".

"Esperamos que el Gobierno, en defensa del patrimonio del Estado prosiga esta acción hasta el final para lograr que cientos de miles de hectáreas, hasta hoy improductivas, puedan ser incorporadas a la agricultura nacional, beneficiando así a miles de peruanos que claman por un pedazo de las tierras que les son negadas, sin justificación alguna o les son vendidas a precios exorbitantes.

Nuevas denuncias contra la Peruvian.

El periódico "revindicación", órgano de la "Acopcc Jauja-Perené Ltda. de Mayo de 1959, publicaba los Estatutos de esa entidad y atacaba a "The Peruvian Corporation" y sus sucursales Compañía Pampa Whaley y la Agrícola Perené. Y luego añadía: "Celebrado el 31 de Julio de 1894 el contrato adicional

de adjudicación en favor de la Peruvian y cedido medio millón de hectáreas paralelas a los ríos Perené y Ene, por incumplimiento flagrante del Artº. 4 de la Ley autoritativa del 23 de Noviembre de 1889, el 31 de Julio del año - - 1903 esos terrenos selváticos se habían revertido en favor del Estado, y todos los decretos y resoluciones posteriores al 1903 adolecen de nulidad. La Peruvian convirtió en un latifundio para atender el cultivo de 3,000 hectáreas de café que tiene en la zona de San Juan.

El Ingeniero Jefe del centro de colonización de Chanchama - yo y Oxapampa, con fecha del 3 de Enero de 1957 remitió un oficio al Superintendente de la Peruvian en el que le ordena que se suspendan los trabajos demarcatorios que están efectuando los ingenieros de la Peruvian.

"El Dr. Claudio Ramirez, Procurador General de la República, ha interpuesto una demanda de "nulidad de título y cancelación de inscripción en el registro de la propiedad inmueble de Junín de la colonia del Perené, efectuada a favor de la Peruvian Corporation. Acción de nulidad de la escritura de compra-venta de la colonia del Perené suscrita entre la Peruvian Corporation Ltda. y la Compañía Agrícola Whaley S.A." Por esa misma fecha (Abril 1959) cuatro diputados estuvieron en Huancayo para investigar los graves sucesos del Perené. Y "La Voz de Huancayo" daba a entender que después de averiguado el caso, los cuatro representantes regresaron a Lima para informar de su comisión a la Cámara.

Y decía el citado periódico "Pampa Whaley utilizando la fuerza de la policía desalojó a los colonos que habían construido viviendas en los terrenos de Pampa Whaley"

Este hecho condenado por la Cámara de Diputados, la que en su moción pedía desagraviar el símbolo en el mismo lugar y con la asistencia de las principales autoridades del Gobierno.

"La Montaña" publicó el siguiente artículo:"Situación legal de la Peruvian. Por el convenio de 1894 la Peruvian al adquirir las tierras que hoy posee, contrajo la obligación de colonizarlas íntegramente dentro de nueve años; vale decir, en 1903."

"Consecuentemente ha incumplido una de las condiciones fundamentales del contrato".

"El plano y la medida de los terrenos concedidos debían ha-

cerse por un ingeniero designado por la compañía y otro por el Estado. Sin embargo, la mensura y el plano fueron hechos tan sólo por una de las partes. Fué el Ingeniero Vignolo que trabajaba al servicio de la compañía, que levantó el plano y confeccionó una memoria descriptiva que fueron judicialmente reconocidos por dicho ingeniero alcanzando el valor de verdaderos títulos a favor de la Peruvian. Quiere decir que el Estado no puede saber con precisión la magnitud de los terrenos que posee la compañía en cuestión".

"Ningún argumento aducido por la Peruvian puede evitar que se rescinda el contrato por el que se le concedió la vasta extensión de tierras que posee en el Perené. Su incumplimiento dejó sin efecto a partir de 1904 el contrato de 1894 y legalmente nada puede convalidarlo".

Comunicado del sindicato de Empleados de la Cía. Agrícola Pampa Whaley S.A.(Perené).

El semanario "Chanchamayo" publicaba el resultado de la asamblea celebrada por esa entidad el 30 de Abril de 1959 en el que rechaza enérgicamente los conceptos emitidos en contra suya en el periódico "El Tiempo" de Huancayo. Y entre otras cosas decía:

"Es indigno, infamante, abyecto e impúdico escribir que los empleados peruanos somos sirvientes de la Pampa Whaley, que en su condición de empleados han inferido ultrajes a nuestros nativos y colonizadores de la selva."

"Los empleados de la Compañía Agrícola Pampa Whaley nos hemos constituido en sindicato hace un año. Forjar un sindicato en un medio como el nuestro, presupone un espíritu altivo, independiente, con tradición de hombría y dispuesto a llegar a mayores sacrificios en aras de las reivindicaciones de la clase trabajadora peruana abandonada a su suerte acá en el Perené, y para la cual jamás se escribió una línea defensiva".

"Uno de los miembros de nuestra directiva ha organizado el sindicato de obreros, lo cual constituye un triunfo y un avance insoslayable, pues nos hemos convertido en la fuerza sindical más poderosa de todo Chanchamayo, vale decir, en esta avanzada de la selva".

"Se traiciona cuando se quebranta la fidelidad y la lealtad; esto es lo que ha hecho "El Tiempo" con los empleados peruanos del Perené, los ha traicionado y defraudado miserablemente. Ya no podemos creer en su integridad periodística."

"Como hombres de lucha y como peruanos rechazamos las opiniones publicadas en el diario "El Tiempo" de Huancayo, ya que éstas no pueden haber sido escritas por un periodista sino por un desequilibrado, que debatiéndose en su impotencia senil y psíquica ha hecho uso del dicitario soez contra empleados peruanos que jamás supieron de la adulación ni de la intriga".

"Sólo una rectificación concienzuda nos hará retirar nuestras palabras; sólo una actitud señera nos hará cambiar de opinión. Perené etc." Siguen las firmas".

La negociación Perené emite un comunicado.

Informaba "Chanchamayo":

"En el transcurso del año que acaba de terminar (1959), se han venido produciendo sucesivas invasiones de terrenos de montaña a las zonas de Yurinaki, La Esperanza y El Palomar. En los dos primeros casos, la entidad directamente afectada ha sido la Peruvian Corporation, cuyos derechos a los terrenos aludidos se encuentran pendientes de revisión; y en el último caso, han sido los colonos de El Palomar, legítimos propietarios de las tierras adquiridas por compra a la Peruvian, quienes han visto amenazada su propiedad, la que mediante un tesonero esfuerzo y un sacrificio sin límites, han logrado incorporar a la agricultura nacional."

"Tanto en uno como en otro caso, las autoridades han venido actuando con punible condescendencia, pues es sabido que su misión específica y primordial, es defender en primer término el derecho de propiedad, piedra fundamental de toda estructura democrática."

En un artículo publicado en el mismo periódico, el Sindicato de Empleados Cía. Agrícola P.W.A. Perené, se quejaba de ciertas versiones emitidas por el periódico "El Tiempo" de Huancayo contra el personal y empleados de la Compañía Agrícola S.A.

Y la negociación Perené S.A. emitía un comunicado en los siguientes términos:

"La Negociación Perené S.A. cumple con informar a las personas que deseen establecerse en la margen derecha del río Perené, entre los puntos de confluencia de los ríos Chanchamayo e Ipoki con el río Perené, que sólo deben dirigirse a ella como propietaria para efectuar la compra de terrenos en las lotizaciones "NASHIRONA-PICHANAKI e I-POKI", de acuerdo con los planos que se encuentran en la dirección de la colonización y bosques del Ministerio de Agricultura, habiendo sido los lotes demarcados en el terreno de acuerdo con esos planos".

"Por consiguiente, Hermenegildo Cossío, León Díaz, Espejo y otros invasores, contra quienes se ha iniciado e iniciarán las respectivas acciones judiciales, no tienen ningún derecho de distribuir lotes de terreno en la margen derecha del río Perené, en las zonas arriba citadas, pues no son propietarios de esos terrenos. Negociación Perené S.A.-Jirón Huallaga 320 - Lima".

Y en otro número de "La Provincia": "Rectificación a una información sobre la propiedad de los terrenos en la margen derecha del río Perené".

"Dichos terrenos fueron otorgados a The Peruvian Corporation Ltda. por escrituras públicas del 28 de Enero de Enero de 1890, 31 de Julio de 1894 ante el notario Claudio J. Suárez y resolución suprema del 30 de Diciembre de 1910, y posteriormente por escritura pública de fecha 30 de Enero de 1958, ante el notario público Dr. Augusto Changanaquí Brent, fueron vendidos a la negociación Perené S.A. Por consiguiente, los terrenos de la margen derecha del río Perené son exclusivamente de esta negociación."

"La Peruvian Corporation Ltda., hizo con fines de colonización, venta de varios lotes a colonos nacionales e igualmente, Negociación Perene S.A. ha vendido a 800 colonos nacionales en la margen derecha del río Perené, desde su nacimiento en la confluencia del río Chanchamayo con el río Paucartambo hasta el río Ipoki, una área total de - - 97,510 hectáreas en las lotizaciones Anashironi - Pichanaki e Ipoki, cuyos planos a escala de 1/20,000 se encuentran en la Dirección de Colonización y Bosques del Ministerio de Agricultura".

"Un gran número de estos colonos de la negociación Perené S.A. han sido y están siendo financiados por el Banco de Fomento Agropecuario del Perú en su labor agrícola, mediante préstamos de pequeña agricultura a largo plazo".

"La Peruvian Corporation Ltda. y negociación Perené S.A. posteriormente han ejercido y siguen ejerciendo todos los actos de posesión y propiedad sobre los terrenos cuya propiedad se atribuye la colonizadora nacional Nashirona-Ipoki sin exhibir título alguno."

"El campo de aterrizaje, a que se hace mención y que se encuentra en terrenos vendidos por la negociación Perené S. A. a entidad distinta a la colonizadora nacional Nashirona-Ipoki, se encuentra en proceso de construcción con fondos única y exclusivamente de los colonos, que compraron terrenos a la negociación Perené en la zona del río Picnanaki".

"La escuela que se menciona sólo existe en la imaginación de la pseudo-colonizadora colonia Nashirona-Ipoki, pues no hay ninguna construcción de esta especie en la margen derecha del río Perené".

"En cuanto a los campos de la región, a quienes se pretende utilizar y engañar, hacemos presente que la negociación Perené S.A., ha demarcado los lotes que ocupan estos campos en la zona con un área total de 6,888 hectáreas, los mismos que han sido cedidos gratuitamente a los campos a través de sus jefes, estando por extenderse las escrituras públicas que faltan en algunos casos".

"Para defender sus derechos de propiedad contra toda clase de invasores, los colonos peruanos que han adquirido lotes de terreno en dicha zona con facilidades de pago, de sus legítimos propietarios o sea la negociación Perené S.A. se han organizado en una asociación denominada: "Asociación de Propietarios Agricultores de la margen derecha del río Perené"; encontrándose actualmente una comisión de esta asociación en la capital, a fin de entrevistarse con el Presidente Constitucional de la República y solicitarle se le otorgue por las autoridades respectivas, las garantías necesarias para poder trabajar tranquilamente los lotes de su propiedad y no estar a merced de invasores como los asociados de la pseudo entidad denominada colonizadora nacional Nashirona-Ipoki".

"Los caminos existentes en la zona han sido abiertos por los colonos peruanos que compraron tierras a la negociación Perené S.A. y por el Sr. Eduardo Busso quien tiene intereses mineros en la zona". "Negociación Perené S.A. en defensa de sus derechos de propiedad, se reserva el iniciar las acciones judiciales o administrativas que corresponden contra aquellos invasores y poseedores precarios que se encuentran dentro de sus tierras".

"No está por demás mencionar que la negociación Perené S.A. ha ofrecido ya ceder al Supremo Gobierno, para cualquier plan de colonización que éste desee emprender, una extensión de tierra de más de 220,000 hectáreas más al este del río Ipoki, y está dispuesta a vender los terrenos de su propiedad que quedan en las lotizaciones arriba mencionadas a cualquier nacional que así lo desee dentro de las máximas facilidades para ellos". Lima, 7 de Julio de 1960. NEGOCIACION PERENE S.A. N° 111.

Y para fundamentar sus razones publicaba un comunicado oficial del Ministerio de Agricultura que dice lo siguiente:

"Con referencia a publicaciones aparecidas relativas a la concesión de tierras de montaña de "The Peruvian Corporation Ltda", la Dirección de Colonización y Bosques cumple con informar:

1°- Que esa concesión tiene su origen en la Ley del 23 de Noviembre de 1889, habiéndose al respecto interpuesto, una demanda por el Estado ante el Quinto Juzgado en lo civil de esta capital, la que está pendiente del correspondiente fallo en el poder Judicial.

2°- Que el Ministerio de Agricultura no ha otorgado concesión de tierras a ninguna asociación, comité u otra entidad colonizadora, dentro del área que pudiera corresponderle a la citada compañía, y que por consiguiente, no tienen autorización para distribuir tierras y menos aún, pretender realizar ventas de las mismas. Lima, 21 de Julio de 1960.

El semanario "Provincia" informaba:

"La negociación Perené S.A. cumple con informar a las personas que deseen establecerse en la margen derecha del

río Perené, entre los puntos de confluencia de los ríos Chanchamayo e Ipoki con el río Perené, que sólo debe dirigirse a ella como propietaria para efectuar compras de terrenos en las lotizaciones "Washirona-Pichanaki" e Ipoki, de acuerdo con los planos que se encuentran en la Dirección de Colonización y Bosques del Ministerio de Agricultura, habiendo sido los lotes demarcados en el terreno de acuerdo con esos planos.

"Por consiguiente Hermenegildo Cossío, León Díaz, Espejo y otros invasores contra quienes se han iniciado e iniciarán las respectivas acciones judiciales, no tienen ningún derecho de distribuir lotes de terreno en la margen derecha del río Perené, en las zonas arriba citadas, pues no son propietarios de esos terrenos. Negociación Perené S.A. Jirón Huallaga 320-Lima."

Un artículo editorial de "Chanchamayo". (18 de Abril de 1959)

"Queremos dejar claramente establecido que el principio del derecho de propiedad que sustenta nuestra carta fundamental y que defienden nuestras leyes, debe ser intangible, porque él representa una de las más avanzadas conquistas del régimen democrático en que vivimos y sin el cual caeríamos irremisiblemente en el sistema comunista, en el que el hombre automatizado y sin iniciativa, ve transcurrir los años sin la esperanza siquiera de hacerse dueño de un solo metro cuadrado de la parcela en que labora."

"Pero si ese derecho de propiedad no puede sustentarse sobre bases legales y de justicia, como nos parece es el caso de la Peruvian, entonces es el Estado quien tiene la obligación perentoria de reivindicar para sí las tierras que hubiera concedido y que hasta hoy, después de sesenta largos años, han permanecido o fereces pero improductivas, sin beneficio alguno para propios o extraños".

"The Peruvian Corporation Ltda", basa sus derechos de propiedad sobre la enorme extensión de 500 mil hectáreas de terrenos situados a ambos márgenes de los ríos Ene y Perené y que le fueron concedidos por ley de 23 de Noviembre de 1889 y por el Decreto Supremo del 19 de Noviembre de 1891; pero para que la Peruvian pudiera entrar en posesión definitiva de los

terrenos a los que aún se cree con derecho, debió cumplir con los requisitos establecidos en los dos primeros artículos de la mencionada ley, que se refieren a la total colonización europea de los terrenos concedidos, en un lapso no mayor de nueve años y a la mensura, ubicación y alindamiento de los mismos, bajo ciertas condiciones especiales; y como ambos requisitos fueron incumplidos, la Peruvian, según el Artº Cuarto de la misma ley, habría perdido ya sus derechos sobre la concesión desde el 23 de Noviembre de 1898".

"Hoy, debido al notable incremento demográfico de nuestra población, a la falta de tierras labrantías en la sierra y a la facilidad de acceso a nuestra selva central, se viene produciendo un fenómeno migratorio en el que el Gobierno debe poner su inmediata atención y por el cual el hombre del Ande se desplaza a la selva y el selvícola, nutrido ya de influencias exógenas, quiere liberarse de su nómada ancestro de centurias, para afincarse definitivamente en la tierra que habrá de proporcionarle sustento y bienestar".

"Pero las tierras de más fácil acceso son precisamente las que detenta la Peruvian y que, por encontrarse en la zona de influencia de la carretera central, construida en su totalidad con fondos del Estado, son las más apropiadas para lograr el éxito de una acción colonizadora".

"El Metraró primero, luego Nashirona y ahora el Yurinkí y el Kimiaraquí, nos vienen a confirmar la necesidad inaplazable de que el Gobierno encauce al fin estas colonizaciones por las normas de legalidad y que garantice al colono el derecho de sentirse propietario, porque será él, el que afrontando un sinnúmero de riesgos y vicisitudes, labrará con su sacrificio, con su esfuerzo, la futura grandeza de la Patria".

"Por las Resoluciones Supremas de 27 de Setiembre y de 3 de Noviembre de 1958, el Supremo Gobierno autorizó al Procurador General de la República a iniciar acción judicial para anular la inscripción de títulos de propiedad a favor de la Peruvian en el Registro de la Propiedad Inmueble de Junín, y anular así mismo, cualquier transferencia de domi-

nio que se hubiera efectuado a base de dicha inscripción."

"Estamos seguros que se adoptó este procedimiento teniendo en cuenta los informes solicitados por la Cámara de Diputados y emitidos por los Ministerios de Justicia y Agricultura, de los cuales se desprende la caducidad de la infortunada concesión del 89".

"Son estas dos Resoluciones Supremas a que hacemos referencia, las que han alentado los dos últimos movimientos colonizadores: el del Yurinaki primero y el de Kimiaraqui después. En consecuencia, creemos con todo fundamento que la Procuraría General de la República debe activar los trámites ante la Suprema Corte de Justicia para resolver esta ingrata situación, debido a la cual a los colonos se les califica de invasores y a los presuntos dueños de usurpadores."

Asociación de Propietarios Agricultores de la Margen Derecha del río Perené.

El 31 de Mayo de 1959 se reunieron en Pampa Silva, 100 propietarios de la margen derecha del río Perené, para formar una asociación de agricultores que de inmediato tendrá el objeto de defender a sus asociados de las invasiones y que se respete sus propiedades y obtener los beneficios que da la unión de todos los pequeños agricultores.

Después de escuchar los informes de la comisión que había ido a Lima, acordaron formar una institución con el nombre de: "Asociación de Propietarios Agricultores de la margen derecha del río Perené". Luego eligieron la junta directiva, siendo elegidos como Presidente el Sr. Lorenzo Romero; Vicepresidente el Sr. Juan Musky; Secretario Gilberto Figueroa; Tesorero Joel Vilchez y varios vocales. El Mayor de la Guardia Civil y Policía Sr. Baldini tomó el juramento de estilo al Presidente de la Asociación, quien a la vez hizo juramentar a los demás miembros de la directiva. Dicha entidad emitió un informe que es del tenor siguiente: Perene, 9 de Agosto de 1959.

Señor

Ministro de Hacienda y Comercio; y

Jefe del Gabinete Ministerial.

Lima.

Señor Ministro:

El hecho de que Ud. es antes que todo un hombre de trabajo, buen agricultor, y que en una oportunidad ha organizado a los agricultores, y ahora preside a la comisión de la Reforma Agraria, nos alienta a dirigirle la presente en nuestra exposición que hacemos ante Ud. a nombre de la "Asociación de Propietarios y Agricultores de la margen derecha del río Perené", asunto que estimamos tengan en cuenta para cuando se dicten las medidas sobre las tierras de esta región.

1.- La región del río Perené, que en su integridad ha estado en posesión por la The Peruvian Corporation Lt. desde el año de 1889, ley del 23 de Noviembre del mismo, esta posesión ha sido denunciada como ilegal por algunos ciudadanos de buena fé, y otros que han visto en ésta, para tener una oportunidad más para obtener utilidades doloosas y chantajear a la Compañía para conseguir tierras, organizando sociedades, inscribiendo a ello a personas de buena fé, cobrar cuotas por distintos motivos hasta por venta de terrenos, operación que ha sido denunciada en su oportunidad en el periódico "La Voz de Huancayo", hace más de dos años en las sumas de casi 2 millones de soles, que al presente debe llegar a una suma mayor, sabiéndose que este dinero ha sido empleado en su mayor parte en agasajos a personas de alguna importancia o influencia, para con ellos después realizar seudas gestiones de denuncios de estas tierras, conseguir garantías y sorprender con esto a los incautos y aparentar colonización y labor de patriotismo, pero que como único fin según se ha constatado, ha sido de lucro, y la estadía permanente en la capital de los individuos que se dedican a estos menesteres.

2.- Esta región, ceja de montaña, presenta de inmediato las mayores condiciones para una colonización tanto por su cercanía a la capital, que es de más o menos 8 horas de viaje, tránsito que se cumple por buenas carreteras; la riqueza de su suelo, sus bellos paisajes, los yacimientos de manganeso y otros minerales como consta en el denuncia hecho por el minero don Eduardo Busso y el Ing. Tizón, llevándose a cabo la construcción de una carretera al interior

de esta zona; saneamiento que se está haciendo contra la malaria por las brigadas de la UNICEP, la variedad de los productos como son: café de la variedad arábica, calificado como uno de los mejores del mundo, las famosas paltas de chanchamayo, papayas, etc., etc., los mismos que son abastecidos al mercado de Lima, y que en el futuro será el Perené, por las infinidades de otros productos por extraer, como la posibilidad de las futuras plantaciones del cacao, que con alegría se contempla que esta zona será el futuro en la población de esta variedad del cultivo, (cacao pound).

En las partes altas hacemos sembríos de papas, obteniendo un magnífico resultado, como también hortalizas de toda clase, camotes morados de buena calidad, hechas todas estas cosas sin ninguna ayuda técnica de parte del Ministerio de Agricultura, pero sí con préstamos del Banco de Fomento Agropecuario del Perú, al que estamos reconocidos como prestatarios en un número de 80 colonos, los mismos que hemos adquirido estas tierras de la The Peruvian Corporation Ltda. y la negociación Perené S.A. últimamente. Ruta más cercana al Saitipo, por este mismo hecho, estas tierras serán cultivadas en grandes extensiones y como tal la producción será mucho mayor, solamente según informes de los topógrafos que han mensurado estas tierras, se tiene 160 kms. de carretera a un costo calculado de 100 mil soles por km. con un ancho de 4 m. x 3.20 de afirmado, esto con la ayuda de los colonos establecidos y por establecerse. Ríos de caudal suficiente, que desembocan al río Perené, en más de una docena, para una posible construcción de plantas hidroeléctricas, siendo los más inmediatos los ríos Huatziroki y Anashironi, que podrían abastecer muy bien de energía a todo el valle de Chanchamayo, y parte de la zona del Perené, unido con la producción de la fruticultura, podría industrializarse, dando así nuevas fuentes de riqueza y de trabajo a nuestro grandioso "oriente" cuya experiencia recogida en esta zona, podrá servir para otras análogas de la selva.

3.- Nosotros que hemos venido a la montaña sin otro objeto que el de trabajar honradamente y persistentes en nuestro objetivo, nos congratulamos de los beneficios obtenidos y esto quisiéramos contagiar a un sinnúmero de ciudadanos a

dirigirse a estas tierras de promisión.

4.- Toda esta perspectiva realista y práctica puede obstaculizarse y al no contar con la ayuda y atención del Estado y sus hombres responsables sobre estas tierras por falta de un esclarecimiento definitivo, que traería como fatal consecuencia el caos; y no a otro estado se llega cuando se ocupan las tierras sin autorización del propietario o de los organismos pertinentes del Estado, como es la dirección de tierras de montaña. Personas que obligadas tal vez por la necesidad o azuzados por individuos inescrupulosos, como es el caso de los Srs. Hermenegildo Cossío L., Ernesto León Díaz e Ignacio Pizarro. Además ya tenemos casos de que propiedad es legalizadas han sido y son amenazadas para ser tomadas con esta modalidad absurda, porque se entiende que todo trabajo en la montaña tiene sus beneficios. Pero el hecho deviene con el poder del más fuerte, que como ejemplo citaremos un caso: Néstor Mosi, hace más de un año invadió una parcela en la zona del río Zutziki; se estableció sembrando maíz y yuca, pero ahora un grupo de personas de procedencia jaujina, lo han despojado de este terreno ya cultivado; consumiendo todas sus plantaciones y echándolo a su vez, Sr. Ministro: Qué garantías hay para el hombre de trabajo? Esto no es otra cosa que bandidaje, motivado al no organizarse el Estado y no poner coto a esto devendrá el desquiciamiento paulatino de la propiedad privada, orden de trabajo que son los fundamentos del Estado, y por ende, de nuestro sistema social, como consecuencia de esto el inevitable socavamiento del orden jurídico establecido.

5.- Nosotros pedimos a nombre de más de 1000 colonos, al Gabinete Ministerial, el cual Ud. tan dignamente preside y por su intermedio a los otros dos Poderes del Estado, para que se nos garantice en forma definitiva la propiedad de nuestras tierras legalmente adquiridas a las entidades vendedoras; también hasta ahora nos afecta la disposición de la no inscripción de estas propiedades en el registro de propiedad de inmuebles de Junín, no obstante habiéndose ya registrado con anterioridad otras escrituras.

Esperamos Sr. Ministro que la presente tenga la atención debida, y aprovechamos de esta oportunidad para desearle todo éxito en sus gestiones de Primer Minis-

tro y Ministro de Hacienda y Comercio.

Para su mejor información, le adjuntamos al mismo tiempo los documentos que podrían servirle como constancia de la veracidad de lo expresado.

- 1- Copia del denuncia presentado al Sr. Subprefecto de la provincia de Tarma.
- 1- Copia fotostática del parte policial sobre los individuos Hermenegildo Cossío, Ernesto León Díaz é Ignacio Pizarro.
- 1- Nómina de prestatarios del Banco de Fomento Agropecuario del Perú.
- 1- Nómina de propietarios de la zona margen derecha del río Perené.

Aprovechamos de esta oportunidad, Sr. Ministro, para ofrecer a Ud. el testimonio de nuestra más alta y distinguida consideración.

Lorenzo Romero P.
Presidente

Gilberto Figueroa A.
Secretario

El Sr. Lorenzo Romero Pérez, presidente de dicha asociación, daba a entender que la finalidad principal era promover todo lo posible el desarrollo de la agricultura en la margen derecha del Perené. La Asociación cuenta con su Acta de fundación con más de 85 miembros, a los cuales se agregan 15 campas cuyas tierras están amparadas.

Y en un oficio remitido por el Sr. Presidente de la asociación de propietarios agricultores de la margen derecha del Perené, dirigido al Sr. Gerente de la Compañía Agrícola Pampa Whaley S.A. le comunica:

"Que siendo de vital importancia para todos los socios fundar un pueblo que se encuentre lo más cerca posible de sus propiedades y siendo el lugar denominado Pampa Silva, que reúne todas las condiciones como centro nucleador para nuestras actividades, solicitamos nos adjudiquen en compra este terreno cuya superficie es de 34 hectáreas y cuyo plano adjuntamos".

La liberación del Perené.

El periódico "Nueve" (Junio 1971) publicaba un extenso informe de la manera como se llevo a cabo la liberación del Perené del dominio de la Peruvian:

En el Perené comienza la lucha de la reivindicación por una justa repartición de tierras, mucho antes de promulgarse la primera ley de Reforma Agraria en el Perú. Corría el año de 1952 cuando se organizó el 21 de Mayo una expedición encabezada por don Hermenegildo Cossío, Ignacio Pizarro, Carlos Wontmes, Manuel Carranza, Raúl Cabrejos, Paco Cabrejos, Marciano Orihuela, Victoria Cossío, los hermanos Marchan y otros, que se aventuraron a explorar la extensa zona del Perené, que era de propiedad de la Compañía The Peruvian Corporation. Su ingreso lo hicieron por la vía Waschiroqui, en vista de que era muy difícil internarse en los terrenos de la margen izquierda del río Perené -propiedad de los ingleses- y que se encontraba custodiada por guardias y cerrada con portones y cadenas. El 30 de Mayo del mismo año, atravesaron la extensa zona del Perené, pasando por Río Blanco, Pampa del Tigre, Gran Playa, Alto Pichanaki, Ipoke, Capiri, Incaperique, Río Negro, habitado por nativos campesinos -hasta entonces no había llegado la civilización- y por fin, después de 10 días de penosa jornada, llegaron al pueblo de Satipo, hambrientos, sedientos y haraposos, en donde fueron atendidos por autoridades del lugar, retornando por la vía Carrizales de Concepción a Tarma y finalmente llegaron a La Merced, descubriéndose de esta manera ricas tierras aptas para el cultivo y cautivas bajo el dominio del imperialismo inglés. No había otra alternativa en la mente de los colonos sino el de liberar esas tierras, y fue así, como al cabo de unos días y no echando al olvido su propósito de rescatar nuestras legítimas tierras, el 2 de Junio de 1954 se reunieron más de 500 colonos de distintos lugares de nuestra patria y se organiza la colonización : ASOCIACION COLONIZADORA NACIONAL NASHIRONA-IPOKE-VILLA AMORETTI, y de inmediato solicita al Supremo Gobierno la extensión de 400 mil hectáreas de la margen derecha del río Perené para colonizarlas con nuestros conciudadanos peruanos, en vista de que The Peruvian Corporation Ltda., responsable de la deuda contraída con nuestro Go-

bierno de don Avelino Cáceres y el Imperio Británico en el año 1889 carecían de títulos de propiedad, por no haber cumplido con la ley de concesión que fué reproducida en el contrato adicional de adjudicación del 31 de Julio de 1894; y conforme al Artº 2278 del C.C., la Peruvian al no colonizarlos con europeos e industrializarla en su totalidad en el término máximo de 9 años, conforme al Artº I, inc.4 y 5 de esta misma ley, que a la letra dice: "Si la Peruvian dejara vencer, sin dar cumplimiento en lo dispuesto en los dos primeros artículos de esta ley, perderán por cada año de demora, una tercera parte de los terrenos cedidos"; fué así, por incumplimiento de estas concesiones resolutorias de hecho y de derecho, el 31 de Julio de 1903, había caducado la concesión en su totalidad. En tal forma, la Asociación Colonizadora Nacional Nashirona-Ipoke-Villa Amoretti,, constituida y reconocida, con personería jurídica e inscrita en los registros públicos de Junín, y empadronada como la primera colonización en nuestro país, seguía adelante apoyada por el gobierno del Gral. Manuel A. Odría, reconocida por el Ministerio de Agricultura con las garantías del Sr. Ministro de Gobierno y Policía.

Con la aurora del día 2 de Junio de 1955, Hermenegildo Cossío, Ignacio Pizarro y León Díaz, salieron de La Merced en grandes caravanas, vía Washiroque, en compañía de 600 colonos resueltos a romper las barreras del imperialismo inglés y hacer flamear nuestro bicolor patrio, después de 66 años de ausencia, y con la bandera en las manos hicieron la promesa ante Dios y la Virgen de luchar hasta vencer o morir. Ungidos con el verdadero patriotismo de nuestros antepasados, sin más recompensa y retribución, sólo por buscar la reivindicación de las tierras del Perú para los peruanos, se remontaron hacia la espesura de la selva portando como armas: machetes, lampas, hachas, y en los corazones la sangre de ser peruanos. Así comenzaron estos bravos a introducirse hacia las montañas del Perené, construyendo caminos, puentes y trochas con sus propias fuerzas y sin ninguna ayuda económica del Gobierno ni de la sociedad; sinó, con sus propios medios y la única convicción y esperanza de poseer un pedazo de tierra donde cobijar a sus hijos para el mañana. Después de varias semanas de intenso trabajo y ardua lucha, el 25 de Julio de 1955, llegaron a las cabeceras del río Naschirona, cuando el

astro sol se escondía. El 28 de Julio de 1955 se establece el pueblo de Villa Amoretti en presencia de los 600 colonos y respaldados por los guardias civiles Carlos Montes Anchío y Ramirez, y como representante del Supremo Gobierno el Sr. Angel Pantoja, Gobernador de la provincia de Tarma, quien por mandato supremo daba las facultades y amplias garantías para tomar posesión de las tierras legalmente peruanas y en medio de las sombras de los árboles de la montaña se izaba nuestra bandera entonando el Himno Nacional. Con sendos discursos, vivas al Perú y al Supremo Gobierno de Odría, quedaba instituido el pueblo de Villa Amoretti. Es cuando entonces comienza a enfrentarse el dominio de la libra esterlina y los grandes terratenientes de la Peruvian Corporation Ltda., es decir, comienzan a mover los tentáculos para detener el avance de nuestros colonizadores empleando mil artimañas, calumnias, vejámenes contra sus dirigentes, para más tarde ser encarcelados por la influencia del dólar y la libra esterlina de los imperialistas ingleses. Ante este panorama dramático, las autoridades peruanas se parcializaron olvidándose de ser connacionales, para perseguirlos por el único delito de haber salido en defensa de nuestras propias tierras. Pero los pueblos como los seres vivientes tienen un rol importante en la trayectoria de la vida, "confundidos se complementan", los unos han nacido para los otros, de ahí que se amalgaman en un solo pensamiento y se funden en el crisol de la verdad y la justicia. Los buenos se fusionan y los malos se dispersan, desgraciadamente de malos están saturados los pueblos que estancan el progreso de la civilización y son ellos los que irresponsablemente de sus maniobras y artimañas, contagiaron a los de buena voluntad. Por eso a nosotros los peruanos sólo nos queda el orgullo de haber nacido en el Perú, por el valor de nuestros antepasados, héroes como Tupac Amaru, Cahuide y otros que se inmolaron como verdaderos patriotas, defendiendo una causa justa en bien de sus hijos y del Perú.

Los dirigentes encabezados por Hermenegildo Cossío, Luis Dávalos e Ignacio Pizarro siguieron estas mismas lecciones, pero no encontraron en su camino a esos verdaderos

peruanos, solos con la fé puesta ante Dios, siguieron adelante sin desmayar en sus propósitos, como verdaderos hombres de lucha que se habían impuesto como una obligación espontánea sin ninguna ambición personal y lo que es más, exponiendo sus vidas, sus propias libertades en cumplimiento de una promesa hecha de luchar hasta vencer. Se comienza a mover la maquinaria de las influencias en los distintos Ministerios de la capital, pero los representantes de la Cámara de Diputados revisan los archivos del contrato de concesión a la Peruvian Corporation y es cuando se dan cuenta que no poseían títulos de propiedad.

El 26 de Mayo de 1956 fué demarcado el plano geográfico, la creación del pueblo de Villa Amoretti; el 19 de Agosto del mismo año fué reconocida la Asociación Colonizadora Nacional Naschirona-Ipoke-Villa Amoretti. En 1958 el gobierno del Dr. Manuel Prado autoriza al Procurador General de la República, según Resolución Suprema N° 230 de fecha 27 de Setiembre de 1958, a iniciar la acción judicial a la Peruvian Corporation por haber inscrito y otorgado títulos ilegales.

El 26 de Mayo de 1959, una comisión compuesta por 12 representantes de la Cámara de Diputados, se constituyen al denominado Puente del Perené a constatar la verdadera frontera inglesa que se encontraba en nuestro propio territorio, cerradas con portones y cadenas, custodiadas por guardias nacionales -según las leyes de nuestra Constitución eran prohibitivas- por lo tanto ordenaron la inmediata apertura y el libre acceso para todos los peruanos.

El 4 de Diciembre del mismo año fué aprobado el Proyecto ley en la Cámara del Parlamento Nacional, concediéndoseles 400,000 hectáreas de tierra de la margen derecha del río Perene a la Colonización Nacional Naschirona-Ipoke-Villa Amoretti, para colonizarlas con nuestros conciudadanos peruanos. Desde estos momentos, este grupo de colonos estaban encaminándose hacia los principios de la Reforma Agraria de nuestra ubérrima selva del río Perené. De esta manera se cumplía la promesa de Hermenegildo Cossío Lamber e Ignacio Pizarro Jara, después de tantos sacrificios y

persecuciones como verdaderos patriotas que se habían dispuesto luchar contra las garras del imperialismo inglés:

"The Peruvian Corporation Ltda."

La hazaña se cumplió a satisfacción de los dirigentes, pero la ingrata humanidad poco ha reconocido hasta estos días.

La colonización del Ipoki afluente del Perené.(Año 1956 y siguientes).

Ya el año 1956 la colonización de Satipo iba extendiéndose a nuevas zonas. En la indicada fecha algunos colonos habían invadido las márgenes del Ipoki, afluente del Perené por su margen derecha. También se suscitó el problema entre los colonos y la Peruvian; ésta alegaba sus derechos sobre esas tierras. Al fin se llegó a un arreglo y la Peruvian Corporation puso como encargado suyo para la venta de terrenos, a l Ing. Norman.

Ya el año 1958 publicaba "La Voz de Huancayo": "Quince mil hectáreas serán colonizadas en breve por la Asociación de Colonos de Huanca . Las tierras en cuestión se encuentran en el Ipoki, a 50 kms. de Satipo. La Asociación de Colonos Huanca deberá estar integrada por 150 colonos que recibirán 100 hectáreas por persona. Hasta este momento, el 60% de colonos ya ha cumplido con todos los requisitos".

Parece que esta Colonia de Huanca en un principio pretendió comprar a la Peruvian, los terrenos del valle de Pichanaki Bajo, pero fracasado el intento, la directiva de la Asociación presidida por el Ing. Germán Aliaga, se dirigió directamente a la Dirección Colonización de Tierras de Montaña, en donde el Ing. Noriega Calmet acogió el proyecto de los colonos huancainos y con la recomendación del diputado Sobrevilla, la delegación de Satipo dispuso para los colonos la zona del Ipoki.

Y el mismo diario daba a entender en su editorial, que la mayoría de los colonos eran modestos obreros que se dirigían al Ipoki para explotar esos bosques vírgenes y transformarlos en tierras productivas; y que se hallaban los colonos en la idea de construir un aeródromo para el arri-

bo de aviones pequeños, dirigidos por el Ing. Ralph Norman Ocampo, como así se hizo.

El servicio aerofotográfico nacional dió principio a mediados de 1957 a levantar el mapa fotográfico del Perené y sus afluentes, de la Peruvian Corporation.

A fines de 1958 residían en la región del Ipoki unos 200 propietarios, y ya algunos habían penetrado en el Perené hasta la zona del valle del Bajo Pichanaki.

Publicaba "El Comercio": "Dos son las vías de acceso hacia Satipo: Concepción-Satipo, y el tramo entre el Perené y Satipo casi íntegramente por construir; pero se viene construyendo por sus dos extremos en pequeñas longitudes debido al esfuerzo de los colonos: Del Perené hacia las minas de manganeso en más de 20 Kms. y del Satipo hacia el río Ipoki en más de 10 Kms.

A principios del año 1960 publicaba "La Prensa": "Grupo colonizador en Tarma pide propiedad de tierras".

"Un grupo de dirigentes de la Colonización Nacional Naschirona-Ipoke-, Tarma, Departamento de Junín, ha venido a Lima para gestionar ante el Congreso, se apruebe el Proyecto de Ley que les adjudica en propiedad las tierras de dicha colonización".

"Los colonos, según declararon los dirigentes, son actualmente más de mil y están en posesión de 400 mil hectáreas de terrenos situados en la margen derecha del río Perené."

"dicen que su propósito es dedicarse a la agricultura y a la cría de ganado, especialmente al cultivo del café cuyos resultados en esa región son ampliamente satisfactorios".

"Expresan que el proyecto de ley para adjudicarles las tierras ha sido presentado por 18 diputados y que ya se encuentra en el Orden del Día en la Cámara Baja".

"Según los colonos, las tierras pertenecen al Estado. Pero la Peruvian Corporation Ltda. alega propiedad sobre los terrenos en mención".

"Al respecto, el Procurador General de la República ha iniciado una acción judicial contra dicha empresa, arguyendo que no posee títulos de propiedad para respaldar su pretensión de pertenencia. Este proceso se ventila en Lima".

"Por su parte los colonos manifiestan que la Peruvian, a fin de eludir cualquier resultado adverso que pueda derivarse del proceso que se le sigue, ha comenzado a vender las tierras de la colonización a 200 soles el m²; agregan que el Estado debe intervenir inmediatamente para detener la venta y respaldar así a los colonos".

"por su parte, la Peruvian dice que las 400 mil hectáreas de terreno cuya propiedad pretenden los colonos, les pertenece desde el año 1889, fecha en que el Congreso de la República se los adjudicó en propiedad. Agrega que merced a esa Resolución Legislativa, es que pueden disponer de las tierras conforme a sus intereses."

Y a fines del año 1961 publicaba "La Prensa": "Cuarenta colonos de Huancayo viajan a la región del Satipo (Ipoki). A fin de mes partirá el tercer grupo".

Eran cuarenta padres de familia integrantes de la colonización huanca que se dirigían a Ipoki, en el Satipo. Ingresaron en el afán de incorporar más tierras a la agricultura.

1958-1965. El Sr. Busso descubre en el Perené unas minas de manganeso y se envían muestras a Lima. Los diarios capitalinos hicieron intensa campaña a favor de los yacimientos.

1959-1961. Colonización del Bajo Pichanaki y apertura de un campo de aterrizaje. Primer censo arroja 78 habitantes. Las mejores tierras del Perené son las que se extienden desde el Ubiriki hasta el Ipoki. Dentro de esa zona se halla el pintoresco y amplio valle de Pichanaki, que siempre ha sido una zona apetecida por los colonos, y esto también lo comprendió la Peruvian Corporation.

El año 1956 existe un Oficio del Ing. Ernesto Noriega Calmet, Director de Colonización y Bosques, al Ingeniero del Centro Agropecuario requiriendo una copia del plano de deslinde de la concesión de la Peruvian y se controla los trabajos que están efectuando los ingenieros de la Peruvian, para una zona de Reserva de colonización en el Pichanaki. Precisamente, en un principio, hacia el año 1958, la asociación de colonos huancainos pidió a la Peruvian Corporation, la extensa y rica zona del valle de Pichanaki. Pero el negocio no se materializó, a falta de un plazo de 10 años para el pago de las tierras. La empresa solamente acep-

tó dar 5 años de plazo.

Los colonos iban a comprar las tierras de Pichanaki a razón de 200 soles hectárea, dando una entrega inicial de un millón de soles, para cubrir el saldo de cuatro millones en 10 años. La Peruvian no cedió al pedido de extender el plazo y no cobrar intereses por el saldo de cuatro millones, originando que la colonización Huanca desestimara el convenio. Fracasado el intento de compra de Pichanaki, es cuando la Dirección de Colonización de Tierras de Montaña, les dió la zona de Ipoki."

A mediados del año 1960, la negociación Perené emitió un comunicado en el que manifiesta que las personas que deseen establecerse en la margen derecha del Perené, deben dirigirse a ella como propietaria para efectuar la compra de terrenos en las lotizaciones "Nashirona-Pichanaki e Ipoki".

La negociación Perené S.A. ha vendido a 891 colonos nacionales en la margen derecha del Perené, un área total de 97.570 hectáreas.

"La Peruvian Corporation Limited y Negociación Perené S.A. han ejercido y siguen ejerciendo todos los actos de posesión y propiedad sobre los terrenos, cuya propiedad se atribuye la colonizadora Nashirona-Pichanaki-Ipoki, sin exhibir título alguno."

"El campo de aterrizaje (Pichanaki) que se encuentra en terrenos vendidos por la Negociación Perené, se encuentra en proceso de construcción con fondos única y exclusivamente de los colonos que compraron terrenos a la negociación Perené en la zona del río Pichanaki".

"Los caminos existentes en la zona han sido abiertos por los colonos peruanos que compraron terrenos a la Negociación Perené S.A. y por el Sr. Busso quien tiene intereses en la zona.(minas).

No estoy muy enterado de los primeros colonos que se establecieron en el Bajo Pichanaki, no obstante haber solicitado a las autoridades del lugar me informaran al respecto. Me voy a servir en parte, de los informes transmitidos por el Sr. Delgadillo, uno de los primeros colonos que se estableció en el Bajo Pichanaki el año 1959.

El año 1958 este Sr. se dirigió a la colonización Nashirona, pero como había divergencias entre la Peruvian Corpo-

ration y los colonos, pidió a la compañía le concediera terrenos en La Esperanza, margen izquierda del Perené, y al negarle solicitó 500 hectáreas en el Bajo Pichanaki, que tampoco pudo lograr porque según dicha entidad, esas tierras se hallaban reservadas a ciertos personajes de categoría como Ravines, Calmet y otros.

Esto sucedía el año 1959. Por la misma fecha aparece en el Bajo Pichanaki, el Ing. Wendell Abant con el fin de abrir un campo de aterrizaje, solicitando para ello los servicios de los Srs. Delgadillo y Barnés, que con un grupo de operarios procedieron a la apertura del campo de aviación.

Grandes esperanzas infundió en la zona la apertura de dicho campo del Bajo Pichanaki, gracias a los servicios del Ing. Wendell Abant, quien se lamenta en su informe de haber perdido sus instrumentos y efectos especiales al volcarse la canoa de regreso a Pampa Silva, sin desgracias personales.

Según el Sr. Delgadillo, no había en esa fecha nativos campos en el Bajo Pichanaki, sino algo más abajo, la agrupación nativa de Quimiriki con su curaca Quinchocri.

También aparece en la misma fecha de 1959 en el Bajo Pichanaki, el Sr. Salvatierra que se dedicó al cultivo de tierras. Y de la misma época son los colonos Avila, De la Cruz, Vergara, Zorrilla y otros. Este último se dedicó a la ganadería y el año 1960 había una pequeña sociedad ganadera llamada Ashaninga.

En cuanto a la creación de las autoridades del Bajo Pichanaki, asegura el Sr. Delgadillo que el año 1960 se creó el cargo de Teniente Gobernador y al año siguiente, el de Agente Municipal. El mismo presidió la inauguración de estos cargos oficiales con asistencia de un reducido número de colonos y nativos campos. Otros aseguran que la creación de las autoridades fué de fecha posterior, pero por más que he intentado averiguar el caso, no he podido por falta de libros de Actas.

Respecto al nombre que se le debía poner al nuevo caserío, el Sr. Barnés fué de parecer que se llamara Alisita, en recuerdo de su esposa, pero al fin no se convino en ello.

El año 1960 hay una Acta con cientos de firmas de pobladores de San Ramón, con la idea de fundar un pueblo en Pi-

chanaki. Aparecen los nombres de Dávalos, Pizarro, Torres Elio Ferreyros y otros. Y las mismas pretensiones alimentaron otros en la misma fecha (1960) con respecto a la zona de Sorshiki.

La apertura del campo de aviación de Sorshiki es bastante anterior, y la Compañía Satco hacía vuelos constantes a ese campo. En el itinerario que el año 1961 estableció la Compañía Transperuana de Aviación S.A., aparecen como lugares de vuelo en el Perené: Ipoki, Sorshiki, Pichanaki Alto y Bajo.

El semanario "Provincia" daba a entender el año 1961 que la brigada de Ingenieros del Servicio Interamericano de Fomento se encontraba "haciendo altos estudios en la margen derecha del Perené, para el trazo de la carretera al Satipo-Río Ene, haciendo posible el puente de acceso a esta margen que cuenta con numerosos propietarios, ávidos de trabajar para el engrandecimiento del país".

1962. Onern publica el primer volumen sobre Evaluación e Integración Potencial Económico y Social del Perené-Satipo-Ene y de sus recursos naturales.

1964. Onern publica el segundo volumen del estudio mencionado. En este segundo tomo, al hablar del estudio de reconocimiento de Chanchamayo a Satipo por el Perené, Onern afirma que ese estudio fué iniciado por el Depto. de Caminos del fenecido Servicio Interamericano de Fomento (SIF), por encargo del Ministerio de Fomento y Obras Públicas y ha sido concluido por la ONERN. Y luego hace una descripción detallada (año 1964) de la ruta Chanchamayo-Satipo-Ene, por las márgenes del Perené que el Gobierno se propuso, cumpliendo el plan marginal de carreteras, para luego penetrar por el Ipoki al valle de Satipo y proseguir a Mazamari, Pangoa y Sonomoro; y después, atravesando la divisoria del Sonomoro y Ene, alcanzar las márgenes de éste último y enlazar con la carretera que se había abierto a San Francisco en el Apurímac y que continuaba por la margen derecha del Apurímac hacia el Ene. Publicaba "El Comercio": "Avanza vía que unirá Satipo-Chanchamayo". "Esa vía traerá el bienestar y tierra para muchos. Hay ya 20 kilómetros de los 100 que tendrá el camino. Cuadrillas de Fomento aceleran trabajos. Expectati-

va en toda la zona."

"Se ha informado que la carretera selvática Satipo-La Merced, se viene construyendo en forma progresiva y que hasta el momento están expeditos unos 20 kilómetros de la ruta que tendrá una extensión de 100 kilómetros."

"Por otro lado se expresa que esta vía se construye empleando moderna maquinaria que ha enviado el Ministerio de Fomento. Cuadrillas de peones de la Dirección Departamental de Caminos tienen a su cargo los trabajos".

"Esta obra tendrá un ancho de 10 metros y se tiene el propósito de asfaltarla, en un futuro próximo, según informaron. Colonos de Satipo y del valle de Chanchamayo, creen que esta carretera acortará enormemente la distancia entre estos puntos y Lima, a donde serán transportados los productos propios de la región selvática a un menor costo en fletes y con mejor perspectiva de ganancia de los agricultores de esas zonas".

"por otro lado, con la apertura de esta vía, se logra ganar a la agricultura varios miles de hectáreas de tierras vírgenes que sólo están esperando la mano del hombre para dar en abundancia productos como café, cacao, maderas y frutas, e incrementar la producción pecuaria ya que hay extensos pastales que son propicios para la cría de ganado."

"Esta carretera ha sido proyectada para reemplazar a la carretera en actual servicio: Concepción-Satipo, que dicen es muy accidentada y de trazo difícil e irregular."

1965. Declaran caducidad de la concesión de la Peruvian Corporation y la Reforma Agraria toma a su cargo la venta de terrenos.

Con fecha 3 de Setiembre de 1965, "El Comercio" hizo la siguiente información: "Declaran caducidad de vasta concesión a la Peruvian Corporation. Compañía retendrá terrenos que haya trabajado."

"Se ha declarado la caducidad de la concesión otorgada a la Peruvian Corporation Limited de 500 mil hectáreas de terrenos de la selva ubicados en ambos márgenes de los ríos Perené y Ene, con el fin de destinarlas a la Reforma Agraria".

"La caducidad de la concesión se efectuó por medio de la Resolución Suprema N° 231 del 18 de Mayo de 1965 y de la Resolución Suprema N° 291 del 28 de Junio de 1965, que declaró sin lugar el pedido de reconsideración planteado por la Peruvian".

"La Peruvian Corporation recibió la concesión de 500 mil hectáreas por medio de la R.S. del 19 de Noviembre de 1891 y escritura pública del 27 de Julio de 1894."

"La reversión de los terrenos al Estado se hace extensiva a la totalidad de terrenos adjudicados y comprende las tierras que hayan sido objeto de transferencias a favor de terceros. En esta condición se encuentran la Sociedad Agrícola Pampa Whaley S.A. y Negociaciones Perené S.A. y otros. La razón de esta medida es, según el Estado, que han existido vicios que aparecen del propio registro de la propiedad inmueble, tanto en las inscripciones del registro de la propiedad como de las transferencias".

"La R.S. establece también que están expeditos los derechos del titular o primitivo concesionario, para que pueda quedarse con los terrenos que ha trabajado. Así mismo queda expedito el derecho de los compradores de ciertas parcelas, así como de los poseedores de facto que las hayan ocupado con anterioridad al 28 de Julio de 1963. La condición establecida es que reúnan los requisitos que señalan los mencionados dispositivos y que sean debidamente calificados por la Oficina Nacional de Reforma Agraria".

Por otra parte, el Procurador Gral. de la República, Dr. José Ignacio Tello Campodónico, expresó que hace poco la Corte Suprema resolvió un caso favorable al Estado en contra de la Peruvian Corporation"

"Este caso se refería a una denuncia interpuesta por la Peruvian el 21 de Mayo de 1959, para que anulara la R.M. N° 65 del 15 de Enero de 1957 expedido por la Dirección General de Trabajo, sobre el pago de bonificación acordada en los haberes de empleados y obreros de los ferrocarriles del sur. La demanda fué declarada infundada en las tres instancias".

Hagamos algo de historia. Por ley promulgada el 23 de Noviembre de 1889, el Congreso del Perú autorizó al Poder Ejecutivo, a pagar la deuda que había contraído en la guerra del Pa-

cífico, mediante la concesión de tierras en la selva. Otra ley de 1899 establecía que las tierras cedidas serían objeto de colonización y dedicadas principalmente al cultivo del campo. Las labores deberían principiar en un plazo no mayor de 3 años y quedar concluidas en 9 años a partir de la fecha de adjudicación.

En Enero de 1890 se concedió al Comité de Tenedores de Bonos de la Deuda Externa, una extensión de dos millones de hectáreas divididas en cuatro grandes lotes separados de 500 mil hectáreas cada uno. Los tenedores de bonos que habían quedado autorizados para transferir sus derechos a terceros, los cedieron a la Compañía Peruvian Corporation, operación que quedó sancionada por escritura pública del 31 de Julio de 1894.

En ese contrato se recordó el decreto de Noviembre de 1891, que entregó a la Peruvian un primer lote de tierras de 475, 758 hectáreas a lo largo del río Perené, depto. de Junín; la entrega de los otros tres lotes nunca se llegó a concretar.

A partir de 1903 la Peruvian inició la venta de tierras y también comenzó a entregar parcelas a los mejores para la explotación del café y frutas.

Situación Legal de la Peruvian.

Antecedentes.

A raíz de la desastrosa Guerra del Pacífico, elementos nacionales que habían cooperado económicamente para el sostenimiento de ella, terminada que fué, su condición era de acreedores del Estado, y como éste, en el período inmediato de post-guerra se hallaba imposibilitado para solventar la deuda, por ley 1889 el Gobierno fué autorizado para cubrir los créditos mediante concesiones de tierra en la región de la selva. Y fué así que el 28 de Enero de 1890, el Estado, representado por el Director Gral. de Hacienda don Juan Lucas Jorge, cedió a favor del Comité de tenedores de bonos de la junta interna, DOS MILLONES DE HECTÁREAS DE TIERRAS DE MONTANA. La indicada ley 1889, faculta igualmente a los tenedores de bonos a transferir sus créditos a favor de compañías o particulares, ya sean nacionales o extranjeros. Haciendo uso de la facultad que les concede la precitada

ley, por decreto de 31 de Julio de 1894, el Estado reconoció la concesión que hicieron los tenedores a favor de la Peruvian Corporation de las tierras que se le habían concedido. Naturalmente que a la cesionaria fueron transferidos juntamente con las tierras, los derechos y obligaciones conforme a los que adquirieron los tenedores de bonos nacionales; consecuentemente entre otras obligaciones contraídas por la Peruvian, estaba la de iniciar la colonización a base de europeos y finalmente que dicha compañía, perdería la tercera parte de las tierras concedidas por cada año de mora, caso de que después de los 3 años comenzara la colonización. Se estipulaba además que los dos millones de hectáreas estarían divididas en 4 lotes de 500 mil hectáreas c/u, separados entre sí por extensiones que no pertenezcan a la cesionaria. El Estado debía fijar los lugares materia de la concesión. Fuera de esto se establecía que la demarcación y mensura de los lotes se realizarían por un Ingeniero nombrado por la Peruvian y otro por el Estado.

Comportamiento de los Contratantes .

Después de varios años de celebrado el Contrato, la Peruvian ubicó el primer lote materia de la concesión, en las márgenes de los ríos Perené y Ene. Por consiguiente la delimitación y medida del indicado lote, así como el levantamiento del plano debieron realizarse por un Ingeniero nombrado por la empresa en cuestión y otro por el Estado. No ocurrió así, sin embargo, sino que aquella valiéndose del plano levantado por el Ingeniero Copello, por orden del Gobierno y con fin estratégico y militar, pidió que dicho plano fuera agregado a la escritura que perfeccionó la concesión y teniendo como plano que se hacía en la referida escritura. El Gobierno pese a que el plan adolecía de muchas deficiencias y que había sido confeccionado con fines muy distintos a los que pretendía darle la Peruvian, aceptó como válido el documento y ordenó que fuera agregado a la escritura, como lo solicitó la compañía indicada. En consecuencia, puesto que el plano fué considerado por la otra parte -El Estado- como instrumento por el que la compañía daba cumplimiento a la obligación de completar los títulos de aproximidad en el plazo respectivo, dicha empresa

solicitó que se extendiera que aquella había satisfecho la exigencia relativa a la presentación del plano, a lo que se accedió. Desde ese momento la Peruvian quedó como dueño indiscutible de la zona que había elegido, y con ese carácter ha venido enajenando a favor de los propios nacionales, extensiones más o menos considerables de tierras selváticas y a precios exagerados. Posteriormente, como la compañía expresada se dió cuenta que la obtención de la vasta zona con que especulaba no se ceñía perfectamente a la legislación nacional, para evitar que el Estado recuperara las tierras indebidamente poseídas, la Peruvian simuló una venta a una compañía extranjera, contrato que se refería acerca de TRES-CIENTAS MIL HECTÁREAS DE TIERRA, por la cantidad de: NUEVE MILLONES DE SOLES. En verdad la venta se simulaba tan sólo entre miembros de la Peruvian, NO REALIZÁNDOSE ENTREGA ALGUNA DE DINERO. Pensaba la compañía que hacía el papel de vendedor, que verificado el traslado de la propiedad de tierras el Estado no podría readquirirlas de poder de un tercero. Siempre con el fin de consolidar mejor su domicilio en 1957 la Peruvian solicitó la inscripción de sus títulos en los registros; se le puso tacha. Una de ellas se refería a que los terrenos cuyos límites se pretendía inscribir, no formaban un todo, ya que la compañía tomó tierras tanto en el Perené como en el Ene, además que el plano era defectuoso, pues la linderación y mensura no correspondían al lote materia de la concesión. Como la compañía pidió revisión por la resolución expedida por el Registrador de Junín, la Dirección de los Registros Públicos declaró fundada la tacha relativa a la incorrección del plano; para subsanar esa dificultad, la Peruvian ocurrió a un procedimiento bastante peregrino: hizo que el Ing. Carlos Vignolo Murphy, servidor de dicha empresa, levantara el plano de la colonia del Perené, y el abogado de la misma, Dr. Lavalle, pidió que en diligencia preparatoria reconociera el plano y la memoria descriptiva redactada por el mismo (por Vignolo). Argumentando la compañía que en esa forma se había salvado al plano, y el Estado aceptando tan sui-géneris procedimiento, dió por cumplida la exigencia por parte de la compañía y se ordenó la inscripción de los títulos de la concesión a favor de la Peruvian.

Aspecto Legal del Asunto.

Por el convenio de 1894, la Peruvian al adquirir las tierras que hoy posee, contrajo simultáneamente la obligación de colonizarlas íntegramente dentro de 9 años. Vale decir, en 1903, todos los terrenos que le fueron concedidos mediante ese convenio, debieron estar poblados y cultivados ya que en eso consiste la colonización, lo que no ha ocurrido así pues dicha compañía no ha colonizado ni el 10% de la extensión que obtuvo.

Consecuentemente ha incumplido una de las condiciones fundamentales conforme a las que se celebró el contrato.

Y, la colonización por la compañía concesionaria no pudo ser -se comprende- condición subalterna del convenio. Bien se sabe que el Estado se preocupa por explotar la selva mediante colonias europeas; de aquí su íncesante afán de propiciar la inmigración de colonias extranjeras, con cuyo fin celebró una serie de convenios con algunos países occidentales consiguiendo la venida de algunas de esas colonias que hasta hoy permanecen en el Perú. Es indudable que si la Peruvian no se hubiera comprometido a colonizar en un plazo perentorio la concesión que se acordó, el Estado no le habría dado -a título gratuito casi- tan considerable extensión del territorio nacional, pues una de las primeras preocupaciones de casi todos nuestros gobernantes, fué la de convertir la vastidad amazónica en zonas de poblamiento y producción, y al prometer la Peruvian realizar esta tarea en toda la magnitud de tierras que fueron concedidas, el Estado accedió a la suscripción del contrato en la seguridad que aquella cumpliría su sustantiva condición de dicho contrato, cumplimiento que habría significado un enorme bien nacional.

Hondamente interesado el Gobierno de entonces, en que la compañía cumpliera con su compromiso respecto a la colonización de las tierras adquiridas, como en una de las cláusulas del contrato se estipuló, que si la Peruvian no comenzaba a colonizar a partir de los 3 años de haberse suscrito el contrato, perdería una tercera parte de la concesión por cada año de mora. Consecuentemente, como dicha empresa, aún hasta hoy no ha colonizado las tierras, legalmente las ha perdido, por incumplimiento de las condiciones conforme a las que adquirió. Todo argumento que se aduzca para evidenciar lo contrario, ca-

rece de base legal, por tanto es operante la forzosa rescisión del contrato por no haber cumplido una de las partes una básica condición de dicho contrato.

2do.- Esencial condición del contrato fué igualmente la relativa a la colonización de las tierras adquiridas, mediante europeos. Semejante condición resumía el pensamiento del Estado concerniente a promover la inmigración europea, como uno de los medios para resolver la cuestión racista en el Perú. Conceptuábase que el poblamiento y explotación de la selva por nacionales no podría ser mejor que por europeos, con mayores conocimientos agrícolas y de allí la condición propuesta por el gobierno para traer colonos europeos para la colonización. Además el Perú no consideraba conveniente la inmigración amarilla por lo que de modo expreso se estableció que los colonizadores serían europeos.

Tal condición tampoco la cumplió la Peruvian. En ningún momento promovió la venida de grupos europeos con el fin de poblar y explotar las tierras, materia de la concesión. Se ha concretado a transferir pequeñas parcelas tan sólo a nacionales, sin exigirles formalmente el cultivo de las parcelas. De este modo ni la compañía por sí misma ni los nacionales que de ella adquirieron terrenos, los han explotado con interés. Quiere decir que una de las condiciones estipuladas en el contrato -la relativa a la colonización por europeos- tampoco ha sido cumplida por la Peruvian y se tiene en cuenta que tal concesión, no se puede menos que concluirse.

3ro.- Ya se ha expresado que la mensura de los terrenos y el plano, debían hacerse por un ingeniero designado por la compañía y otro por el Estado. El acuerdo tenía por fin que ambas partes estuvieran garantizadas y que la extensión de la zona concedida no fuera mayor o menor que la fijada en el contrato. Sin embargo la mensura y el plano fueron hechos tan sólo por una de las partes contratantes, sin intervención de la otra. Como se ha manifestado, fué el Ing. Vignolo que trabajaba al servicio de la compañía el que levantó el plano y confeccionó una memoria descriptiva, alcanzando el valor de verdaderos títulos a favor de la Peruvian. Quiere decir que el Estado no puede saber con precisión la magnitud de los terrenos que posee la compañía en cuestión, pues no hay imposibi-

La inscripción de los títulos de propiedad extendida a favor de la Peruvian en los registros públicos, es así mismo ilegal.

Es práctica que para la inscripción de títulos de esta naturaleza, se presente el plano de la unidad física o cuerpo geográfico del inmueble cuyo título se pretende inscribir. En el caso de la Peruvian el plano se refiere únicamente a los 380 mil que forman la colina del Perené. Más las 120 mil que tomado de la margen izquierda del río Ene, para completar las 500 mil a las que hace extender la concesión, carecen del plano debidamente levantado, siendo así, los terrenos cuyos títulos hizo registrar la Peruvian, no forman un todo. Son dos zonas distintas entre sí separadas por accidentes geográficos fijos. La inscripción del título relativo a ambas zonas, es improcedente. Luego la inscripción adolece de ese vicio que la nulifica.

Por otra parte, sería una candidez admitir que el plano y memoria descriptiva, confeccionados tan sólo por un servidor de una de las partes contratantes (la Peruvian), por el simple hecho de ser judicialmente reconocido por ese servidor a petición de la empresa interesada pueden bien reemplazar al plano y mensura que, según el contrato, debía ser hecho por los ingenieros nombrados por ambas partes. Quiere decir que a estar por el texto del contrato, el plano en cuestión, por haber sido confeccionado tan sólo por una de las partes, carece de valor para los efectos de la inscripción, por lo que se anula.

Fuera de eso, el procedimiento de la inscripción, contiene afirmaciones claramente nechas por la compañía interesada. Declara que el valor de las 500 mil hectáreas cuyo título desea ser inscrito, es solamente de \$/ 800,000.00 declaración que está desvirtuada por el hecho de que la dicha empresa vendió únicamente una parte de la concesión por cerca de - - \$/ 900,000.00.

Pero la razón legal de mayor fuerza que hace nula la inscripción en los registros públicos, de los títulos de la Peruvian, está en que esos títulos se referían a tierras que ya no le correspondían a la peticionaria; pues por no haber cumplido con la obligación a cambio de las que se acordó la concesión, tales como terminar la colonización a los nueve años de celebrar el contrato, y mediante inmigrantes europeos, ha-

bía perdido todo derecho a ellas. Constantemente se inscriben títulos de inmuebles que no eran ya de propiedad de quienes aparecían como dueños de los títulos, por consiguiente la inscripción verificada bajo esa circunstancia, no puede jamás servir de título para convertir en propietario a quien en verdad no lo era al momento de conseguir la inscripción.

Cierto que la Peruvian en el afán de arianzar cada vez mejor sus derechos respecto a la concesión, obtuvo una serie de resoluciones supremas que le eran favorables. Empero todas esas resoluciones y escrituras que celebró, no alcanzan a anular las cláusulas penales acordadas en el contrato, por ejemplo la relativa a la pérdida de la concesión sí a partir de los tres años no iniciaba la colonización y la terminaba a los nueve años. Por consiguiente, esas resoluciones no pueden convalidar la pérdida de los derechos de la empresa, por no haber cumplido con colonizar las tierras dentro de los 9 años, incumplimiento que se extiende hasta la actualidad. Lo acordado es que la Peruvian hubiera pedido un nuevo plazo para colonizar las tierras que le fueron concedidas, en vista de su vastitud y labores que exige la colonización, pero tal cosa no se le ocurrió nunca, el compromiso concerniente a terminar la colonización dentro de los nueve años ha subsistido y subsiste aún, y mérito de él es que la Peruvian por incumplir ese compromiso, ha perdido todos los derechos a la concesión. Pedir ahora la ampliación de ese plazo, surgiría a extemporáneo el pedimento puesto que sería formulado cuando ya la cláusula penal sobre la pérdida de la concesión por causa de mora, ha operado en forma inexorable. Nada puede ya revivir el derecho a tiempo muerto de la Peruvian, en lo que se refiere a las tierras que hoy ilegalmente posee. Ha perdido éstas a mérito de las obligaciones que contrajo por el contrato mismo por el que adquirió tales tierras de selva.

Empero el contrato con la Peruvian no sólo es inobjetablemente rescindible. Su perfeccionamiento se hizo violentando flagrantemente la legislación nacional, consecuentemente, la propia Constitución, circunstancias que ipso-jure nulifica el contrato. Si la Constitución establece claramente que el te-

territorio del Estado es inalienable ó indivisible, la adjudicación de inmensas extensiones de tierras (partes de este territorio) a una compañía extranjera como es la Peruvian, significa el olvido del carácter "inalienable" del suelo patrio, a la vez que autoriza la división de ese territorio, lo que es constitucional, luego, el decreto supremo por el que el Estado reconoció la transferencia hecha a valor legal al estar en pugna con preceptos constitucionales, clara y terminantemente establecido.

Consideraciones de valor nacional.

No es aventurado pensar que al proponer el Estado que la Peruvian colonizara las tierras materia de la concesión, valiéndose de europeos, quiso evitar que una compañía extranjera más explotara inicuaamente, como lo hacían las demás, al elemento nacional. Más, el incumplimiento por parte de la Peruvian de esa exigencia estipulada en el contrato, ha hecho que se desemboque en la situación que el Estado pretendió eludir, la lenta colonización que está realizando esa compañía, exclusivamente con nacionales, respecto de lo que ha creado sistemas duros y esclavizantes. Los dominios de dicha empresa constituyen un verdadero Estado dentro del Estado, y en esos dominios no impera más ley que su voluntad. Mediante cadenas y postes ha cerrado ha cerrado las vías de acceso a la colonia del Perené, y nadie ingresa o sale de ella sin el respectivo salvoconducto que expiden tras una prolija investigación los servidores de la empresa extranjera.

Tal comportamiento no sólo implica un serio vejamen a los centenares de hombres que trabajan por irrisorios jornales al servicio de la Peruvian, sino que constituye a un tiempo, un franco desconocimiento de la soberanía del Estado, y un violento ataque a la dignidad de éste.

Bien se sabe no hace mucho, la Peruvian celebró un contrato con una compañía holandesa para intensificar y hacer más extensos pingües negocios que viene realizando en la colonia del Perené. Para la ampliación de sus actividades continúa ateniéndose únicamente con los brazos nacionales. Vale decir, propone explotar a mayor número de trabajadores nacio-

nales y seguramente en forma que aumente sus utilidades. Es así que calcula que a plazo muy corto, duplicará sus beneficios; y si actualmente, de las 70 mil arrobas de café que cosecha en cada período que ésta se realiza, obtienen unos 7 millones de soles, cuando haya cumplido su negocio, obtendrá no menos de 14 millones de soles. Esas utilidades, únicamente de café que produce. Pero si a ello se agrega las pérdidas de la extracción de la madera que tiene nueva cotización en los mercados extranjeros: resinas, gomas y demás, se verá que la enorme extensión de selva que ilegítimamente posee y explota, percibe ganancias que muy pocos peruanos se imaginan.

Pero la Peruvian no se satisface con todo lo que gana. Como se dá cuenta que no le es fácil explotar una extensión tan considerable como la que le fué obsequiada hace mucho tiempo, viene vendiendo pequeñas parcelas de la concesión al subido precio de 200 soles hectárea, siendo los clientes los nacionales. Es decir, la Peruvian vende a caprichoso precio tierras a sus legítimos dueños. Naturalmente que las zonas que ha puesto en venta son las menos accesibles, menos ricas y menos propias para el cultivo. Las mejores ha reservado para sí.

En el asunto de la Peruvian hay algo más delicado aún; como la concesión se refirió a 2 millones de hectáreas, no es imposible que la concesionaria alegue posteriormente, derechos de 1 millón más. Entonces sí se tiene por legalmente válida la concesión de las 500 mil hectáreas que está poseyendo, no le faltarían argumentos para conseguir la traslación del resto. Claro que puede decirse que por no haber perseguido oportunamente entrega, ha perdido su derecho. Pero como el Estado se reservó el derecho de fijar la ubicación de los lotes dentro del territorio nacional, le valdría esa circunstancia como contra réplica a la empresa extranjera.

De lo expuesto se desprende que el último recurso legal para resolver el asunto con la Peruvian, es declarando sin dilatar más tiempo, la nulidad o rescisión del contrato por el que se le concedió la considerable extensión de 500 mil hectáreas en la selva, para lo que bastaría ceñirse a la ley, prescindiendo de toda influencia extraña. Ante los ojos del Estado no se abre camino diferente".

1966. Informaba "La Prensa": "Vía de la Marginal unirá en sólo 8 horas tramo Satipo-Perené-Chanchamayo-Lima".

1967. El Gobierno ordena a la firma constructora Sandy y Cía. el estudio de la carretera La Merced-Satipo por la margen del Perené.

1968. 3 de Octubre. Se inicia la dictadura militar de la Fuerza Armada.

1970. El ejército se hace cargo de la construcción de la carretera Chanchamayo-Satipo, por dos frentes.

1971. Agosto. Se celebra en Pichanaki el 2do. Congreso Regional de Campas.

1972. Segundo Censo Nacional. Población censada en el caserío de Pichanaki: 154 habitantes.

1969-1973. Referencias del pueblo de Bajo Pichanaki.

En la parte céntrica del valle del Perené se está formando a pasos agigantados un nuevo pueblo que con el correr de los años va a aventajar a los pueblos de Chanchamayo por la posición que ocupa y por las riquezas que contiene la zona. Me refiero al Bajo Pichanaki.

Por el año 1965 funcionó en el Bajo Pichanaki una escuela particular subvencionada por los padres de familia. En el año 1966 por Resolución Ministerial N° 868 del 15 de Marzo se creó el Centro Educativo de Pichanaki con valor oficial. El año 1967 un grupo de colonos con el nombre de "Asociación Pro Vivienda" se estableció en el lugar, denominando el caserío con el nombre de Jorge Chávez. El año 1968 otro grupo de colonos se radicó en Bajo Pichanaki, entre otros, los hermanos Gómez, con la intención de fundar el pueblo de Pichanaki.

Publicaba el diario "El Correo" de Huancayo: "Nombran al Gobernador de Pichanaki".

"Perené-Pichanaki.- En esta lejana zona selvática acaba de nombrarse un nuevo Teniente Gobernador. El cargo ha recaído en el joven campesino Oswaldo Dávalos, quien reemplazará a Luis Gómez Cano."

"La próxima semana juramentará la flamante autoridad ante el

Suprefecto de Satipo. La salida de la anterior autoridad obedece a que su despacho lo tenía en otra localidad (Cuvani), distante a dos horas de esta zona. Los pobladores se quejaron de tener que recorrer una gran distancia para hacer algunos reclamos o denuncias y se tuvo que acceder el pedido de los habitantes de reemplazar por otra persona que radique en este mismo lugar."

"También se ha nombrado un Agente Municipal y el cargo ha recaído en la persona de Jorge Trujillo. Ambas autoridades han ofrecido trabajar mancomunadamente en bien de los pueblos aledaños de esta zona. Cada día de la semana se realizarán asambleas de comunidad para poder estar al tanto de las actividades de estas nuevas autoridades".

Y el mismo diario, en Mayo de 1972: "Misión viajará a Lima. Pichanaki quiere ser pueblo joven"

"El reconocimiento oficial del Pueblo Joven del Puerto, Pichanaki, vienen solicitando los pobladores de esta zona ante el Ministerio de Vivienda".

"Las gestiones en este sentido han sido planteadas por los moradores en una asamblea pública realizada recientemente en el valle del Perené. A esta reunión convocada por el Agente Municipal, Jorge Trujillo y el Teniente Gobernador, asistieron delegaciones de Pampa Silva y el representante de este pueblo Juan López y campesinos en general. De otro lado en la misma Asamblea acordaron realizar diversas actividades para recaudar fondos que demandarán los trámites por realizarse para su reconocimiento oficial de este nuevo pueblo".

"Así mismo nombraron una comisión que viajará a la capital de la República con la finalidad de hacer las gestiones ante el Ministerio de Vivienda, la confección de un plan urbanístico del pueblo de Puerto Pichanaki".

1973. 1º de Mayo. Nacimiento Oficial del pueblo de Pichanaki.

1973. 13 de Diciembre. Inauguración de la carretera La Merced-Satipo por el Perené.

Antecedentes Históricos.

El año 1973 se trabajó intensamente por la terminación de la importante carretera Chanchamayo-Satipo por el Perené, con el fin de enlazar esas dos extensas zonas de la selva e incorporar a la agricultura más de 300 mil hectáreas de tierra. Escribía "El Comercio": "Marginal Satipo avanzó 26 kms. La vía tendrá 105. Actualmente se viene trabajando en el sector Pucharini frente a Yurinaki. El transporte lo hacían mediante botes".

Y "El Correo" de Huancayo: "Dos batallones del ejército avanzan la carretera marginal. Prácticamente se han unido ambos batallones en Kivinaki. Sólomente están realizando el ensanche de Puerto Inca a Kivinaki el batallón Ollantaytambo, y de Pichanaki a Kivinaki el batallón La Breña".

"El Comercio": "Premier Mercado Jarrín inaugurará hoy carretera de Satipo a La Merced."

"El Ministro de Guerra y Comandante General del Ejército EP. Edgardo Mercado Jarrín, inaugura hoy la carretera Satipo-La Merced, de vital importancia para el desarrollo socio-económico de esta región del país. La puesta en servicio de esta vía de comunicación y penetración a la selva permitirá ganar más de 300 mil hectáreas de tierras aptas para la agricultura y explotación forestal, creando a la vez nuevas fuentes de trabajo."

"Esta obra ha sido construida por batallones de Ingeniería del ejército, por encargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La carretera tiene una extensión de 108 kms. y ha requerido una inversión aproximada de 121 millones 500 mil soles. Los trabajos fueron iniciados el año 1970 en dos frentes: Satipo-La Merced y La Merced-Satipo, habiendo participado los batallones de ingeniería La Breña N° 2 y Ollantaytambo N° 3 en esta encomiable tarea de acción cívica."

"Esta importante carretera permitirá la intercomunicación directa de la rica zona del Satipo con Lima, pasando por La Merced y Tarma y facilitando de este modo la salida de productos selváticos a la costa".

La ceremonia de inauguración se cumplirá en el sector de Kivinaki, donde se ha levantado un obelisco recordatorio que representa el esfuerzo desplegado por quienes trabajaron en esta obra. El General Mercado Jarrín cortará la cinta declarando en servicio esta carretera. Para mañana se ha organizado desfiles en La Merced y Satipo, festejando la inaugura-

ción de esta vía".

Y en otro número: "Declaró el Premier Mercado: Incorporarán 300 mil hectáreas de tierras con nueva vía Satipo-La Merced que ha sido abierta por unidades del ejército".

"El Premier y Ministro de Guerra Gral. de División EP. Edgardo Mercado Jarrín, anunció ayer que 300 mil hectáreas de ricas tierras se incorporarán a partir de hoy a la agricultura nacional al abrirse la carretera Satipo-La Merced de 110 km. de longitud, construida en su totalidad por batallones del ejército. Señaló que en sólo 10 horas los productos provenientes de los ricos valles de Chanchamayo, Satipo y Perené, estarán en Lima a través de esta nueva vía. Puntualizó que los fletes y costos de los productos serán bajos y que la corriente de abastecimiento de alimentos y frutos hacia la gran Lima será permanente. Indicó que esa vía, puesta en servicio ayer en ceremonia especial, costo 110 millones de soles y se proyecta alargarla hasta Puerto Bermudez, selva adentro".

Inauguración de la carretera La Merced-Satipo por el Perené.

Escribía monseñor Luis M. Maestu, Vicario Apostólico de San Ramón: "Carretera La Merced-Satipo, Vía de los mártires Franciscanos".

"El 13 de Diciembre de 1973 ha sido un día de gloria para la selva central; ese día se inauguró solemnemente la carretera La Merced-Satipo, después de 3 años de constante y tenaz trabajo por parte de los batallones de ingeniería La Breña N° 2 que trabajó desde Satipo; y Ollantaytambo N° 3, que trabajó desde La Merced."

"Esta carretera, sueño de nuestros misioneros ha costado unos 160 millones; tiene una extensión de 108 kms. y 600 metros por 8.40 de ancho; ha ganado para el Perú 300 mil hectáreas de óptimos terrenos en los que se producen toda clase de cítricos, café, maíz, yuca y ricos pastos que aseguran la crianza de una abundante ganadería.

"Para la inauguración vino expresamente de Lima el Primer ministro y ministro de Guerra Gral. de División Edgardo Mercado Jarrín, con los Generales Arbulú y Leyva y un buen grupo de altos militares, principalmente los que han trabajado en la construcción de la carretera, tanto desde Satipo, como

desde La Merced .

Autoridades y pueblo de San Ramón, La Merced y de todo Chanchamayo, se dieron cita en el aeropuerto de San Ramón para dar la bienvenida al Primer Ministro. Llegado éste con su Sra. y selecta comitiva, todos nos trasladamos a Kivinaki, lugar donde se encontraron los dos batallones que construyeron la carretera y donde se levantó el obelisco y se colocó la placa conmemorativa de la inauguración.

"La muchedumbre era ingente; de parte de los franciscanos asistieron los padres Vicario Delegado, Fr. Dionicio Ortiz, el Pdre. Secretario, Fr. Valeriano Estalayo, los PP. Juan Rubio y José Santamaría de Satipo y la Madre Sor Mercedes León, misionera franciscana del Niño Jesús."

"Llegado el Primer Ministro en helicóptero se procedió a la inauguración, pronunciando sendos discursos el Tte. Coronel EP. Rodolfo Relayse, Comandante de La Breña y el Tte. Coronel EP. José Alfaro, Comandante del Ollantaytambo y el Primer ministro."

"Cuando me acerqué al obelisco para proceder a la bendición me sentí emocionado al representar en esos momentos a tantos heroicos misioneros, perdiendo muchos de ellos la vida, convirtiendo el valle del Perené en "la Vía de los Mártires Franciscanos".

"El Concejo Distrital de Chanchamayo imprimió un surtido programa con motivo de la inauguración de la carretera La Merced-Satipo con la siguiente leyenda:

"Las Autoridades del distrito de Chanchamayo tienen la gran satisfacción de participar a la ciudadanía de la Selva Central del país, que han quedado concluidos los trabajos de construcción de la carretera que se iniciara en el año 1970 por la margen derecha del río Perené, que une la ciudad de Satipo con la ciudad de La Merced; nueva vía que fué gestionada por los pobladores de Satipo y Chanchamayo que ven coronados sus anhelos con la inauguración de esta gran obra construida por los batallones de ingenieros "La Breña N°2" y "Ollantaytambo N°3, para contribuir al desarrollo de esta región de selva más cercana a la ciudad de Lima. "

"El profundo agradecimiento de los pobladores todos de esta región al Gobierno y a los batallones de Ingenieros "La Breña N°2" y "Ollantaytambo N°3" y a todas las personas que han

contribuido a que esta carretera sea una realidad.

La Prensa Nacional (Año 1973)

También la prensa nacional se interesó en publicar comentarios y noticias sobre la carretera recién inaugurada de La Merced a Satipo por el Perené.

Publicaba "El Comercio" en su página editorial: "La carretera Satipo-La Merced".

"En ceremonia a la que asistió el Primer Ministro, Comandante Gral. del Ejército y Ministro de Guerra Gral. de División EP. Edgardo Mercado Jarrín, se inauguró ayer la carretera San Luis de Shuaro-Satipo, que interconecta así mismo los valles de ese nombre y los de Chanchamayo y Perené".

"Las obras consideradas dentro del Plan de Acción Cívica del Ejército, han estado a cargo de los batallones de Ingeniería "La Breña N°2" y "Ollantaytambi N°3". La carretera tiene un desarrollo de 108.600 kilómetros y ha demandado una erogación de 121 millones. Esta vía se ha construido por encargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones."

"Los trabajos respectivos a que nos referimos, comenzaron hace tres años en dos frentes y van a incorporar desde ahora, nada menos que 300 mil hectáreas de tierras feraces y de un alto rendimiento agrícola, forestal y pecuario. Al término de las obras que han causado explicable regocijo en la región que yacía como enclaustrada, se consulta una necesidad largamente sentida. Ocurría con la producción que mientras las naranjas y otros cítricos por ejemplo, no encontraban comprador en la localidad y terminaban por malograrse en determinado lapso, en Lima y otros grandes centros poblados había demanda. Incluso los transportistas traían los frutos de aquel valle selvático, pero a precios que resultaban prohibitivos, porque se le cargaba a cada unidad el precio del flete. Muchas veces era imposible el llegar a aquel lugar por las dificultades de la senda y sobre todo, en la época de las grandes lluvias".

"El acto de la inauguración ha tenido lugar en el sitio denominado "Kivinaki" y conlleva un significado que extravasa la obra vial, y es que esta carretera San Luis de Shuaro Satipo viene a ser un nuevo y eficaz tramo de la penetración a la Amazonía, donde sin duda alguna se encuentran

las grandes reservas de recursos agrícolas y pecuarios, con que ha de contar el Perú en el esquema de su próximo futuro. Y el mismo diario: "El Premier Mercado Jarrín inaugura moderna carretera entre La Merced y Satipo. Permitirá reducir de 18 a 10 horas ruta entre Lima y esa región".

"La nueva carretera que une La Merced con Satipo permitirá que el costo del transporte de productos a Lima disminuya a la tercera parte de su precio actual. Así fué revelado durante la ceremonia que se realizó para inaugurar esta moderna vía. Durante su discurso, el General Mercado Jarrín señaló que esta carretera permitirá el aprovechamiento de más de 300 mil hectáreas inexploradas y elevará el nivel económico y social de la población".

"Indico también que la apertura de la carretera reducirá de 18 a 10 horas el tiempo que se demora el transporte de productos alimenticios de Satipo a Lima. El Premier señaló que esa obra tiene una gran importancia nacional, porque está uniendo el centro de producción natural, la despensa del Perú al centro de consumo más importante, nuestra capital".

"En su discurso el Primer Ministro recalco la necesidad de que sean procesados los cítricos que en grandes proporciones produce la zona. Esos productos cítricos requieren la elaboración industrial, y aquí con el ingenio pujante de la gente tienen que desarrollarse nuevas industrias de cítricos."

"Dijo que el Gobierno está construyendo en Talara una fábrica de hojalata para abaratar los envases, teniendo en cuenta que con la nueva vía, la zona de Chanchamayo incrementará su industrialización de frutas cítricas".

"Luego de sus palabras, el ministro inauguró la carretera efectuando un recorrido por la nueva vía, observando la calidad y fortaleza de su afirmado así como la seguridad que sus once metros de ancho ofrece a los vehículos. Durante este recorrido se informó sobre las características de la carretera cuyo costo pasa de los 164 millones de soles."

"Se dió a conocer que el personal del Ejército que tuvo a su cargo los trabajos, tuvo que vencer innumerables dificultades naturales, como el avance a través de un suelo sumamente rocoso. La obra se efectuó en un lapso de tres años, siendo más fácil la apertura de la vía en la zona cercana a Satipo, donde el terreno es más suave y llano.

1974-1976. El pueblo de Bajo Pichanaki construyó nuevos locales escolares y se establecieron en este pueblo las religiosas franciscanas de Montpellier, tomando a su cargo la dirección del colegio de primaria, el jardín de la infancia y la posta sanitaria. La ceremonia de inauguración estuvo a cargo de Monseñor Maestu.

Este pueblo va tomando cada vez mayor importancia por sus ricas y extensas tierras y por la situación que ocupa. El año 1973, en Asamblea pública con asistencia de las autoridades y numeroso público, se propuso a consideración de todos, la elección de un Patrono para el pueblo de Bajo Pichanaki y se convino por mayoría que fuera San José Obrero, el 1º de Mayo.

Desde esa fecha se viene celebrando esa fiesta con inusitada pompa, y con un surtido programa que atrae numeroso público de toda la zona.

En estos últimos años ha aumentado notablemente la población y se han abierto algunos centros industriales que manifiestan su risueño porvenir. Publicaba "El Correo" de Huancayo: "Bajo Pichanaki hizo local para escuela".

"Identificándose plenamente con la reforma educativa, los campesinos, padres de familia y el pueblo en general de Bajo Pichanaki, edificaron un moderno local escolar que albergará a 300 alumnos del valle del Perené. El Agente Municipal Oxwaldo Dávalos y el Tesorero de la Asociación de Padres de Familia Octavio Alvarado, son las personas que han gestionado la cristalización de esta obra, se informó aquí.

"El flamante Pabellón se ha construido en una área de 300 m² de terreno y cuenta con 40 mil metros cuadrados de reserva. El costo del local asciende a 160 mil soles oro. El Concejo Distrital de Chanchamayo donó 100 bolsas de cemento."

"En la actualidad falta dotación de mobiliario para su funcionamiento; con tal objeto los padres de familia organizaron una serie de actividades con motivo del aniversario patrio recaudándose un monto superior a los 38 mil soles".

"No satisfecho Monseñor Maestu, Vicario Apostólico de San Ramón, con la fundación de la Casa de Religiosas Misioneras en Puerto Libre (Perené), se interesó también que otras religiosas se establecieran en el Bajo Pichanaki (Perené), por la importancia que iba tomando esa población.

Monseñor Maestu nos describe este acontecimiento:

"Con la inauguración de la carretera marginal La Merced-Satipo, el 13 de Diciembre del año pasado, Pichanaki ha renacido a la vida civilizada; la sangre de tantos mártires ha comenzado a dar sus frutos con una floración de misioneras".

"Pichanaki, situado a la margen derecha del Perené é izquierda del Pichanaki, en la confluencia de ambos ríos, a 500 mts. sobre el nivel del mar, con clima sano, un poco caluroso, en medio de una amplia planicie, rodeada de cerros bajos con óptimos terrenos para el cultivo del café, toda clase de cítricos y cría de ganadería, como lo ha demostrado don Rolando Salvatierra con los numerosos ejemplares de vacunos mezcla con cebú que tiene en los pastales por él plantados; a nuestro juicio, Pichanaki está llamada a ser una de las grandes capitales de la selva central del Perú".

En este pueblecito, santificado con la sangre de tantos mártires, de grandes proyecciones para el futuro y donde el Supremo Gobierno desea que se funde una de las ciudades satélite, modelo, el 13 de Mayo, fiesta de la Virgen de Fátima, nos reunimos: un servidor, las cuatro religiosas franciscanas de Montpellier, que iban a fundar la misión: "Sor María de la Cruz Ramirez, Sor Maximina Fernandez, Sor María Victoria Paesa y Sor Amparo Morala, encabezadas por la M.R. M. Superiora Regional Sor Adelaida Moradillo, a quien acompañaban varias religiosas de San Ramón y Pampa Silva.

"En la Homilia hablé sobre la fiesta del día de nuestra Señora de Fátima, insistí en que el lugar que pisábamos era santo por estar empapado por la sangre de tantos mártires y hablé al pueblo sobre el beneficio insigne que recibían al tener entre ellos Religiosas Franciscanas que velarían por la educación de sus hijos, por la salud de sus enfermos, por la formación de las madres de familia del mañana, y sobre todo, que les enseñaran a conocer y amar a Jesucristo.

"Al final de la misa entregué a cada una de las religiosas la Sagrada Biblia, confiriéndoles la misión de anunciar la divina palabra, administrar el sacramento del bautismo, distribuir la comunión, atender a los enfermos, asistiéndoles para bien morir".

"Terminada a la Santa Misa se celebró sesión general y luego de leída y firmada el Acta y cantando "El Trece de Mayo" terminó esta jornada de gloria para Pichanaki, jornada que ha de ser escrita con letras de oro en los fastos de su historia".

Fr. Luis B. Maestu Ojanguren
(Obispo Vicario de San Ramón)

Y añadía Monseñor Maestu en su relación:

"Se ha dicho con toda verdad que los ríos de nuestras selvas han sido no sólo surcados, sino empapados con la sangre de 72 mártires y fecundados con el sudor de centenares de misioneros franciscanos, cuyos frutos recién hemos comenzado a saborear.

Uno de estos pueblos es Pichanaki. Si recogemos los datos que nos proporcionan "La historia de Ocopa", Tomo I, pág.40; A. Raimondi, El Perú, Tomo II, 208 y el P.D. Ortiz, Chanchamayo Tomo I, pág.49, en Marzo de 1674 el P. Francisco Izquierdo, comisionado por los padres de Santa Cruz de Sonomoro, pasaba a Quimiri con el objeto de entrevistarse con el P. Alonso Robles, Presidente de Misiones, y determinar la fundación de un pueblo intermediario entre las misiones de Quimiri y las de Sonomoro. Tratándose de un asunto de tanta trascendencia el P. Presidente determinó entrar personalmente, reconociendo en el mes de Abril del mismo año las montañas de Quimiri a Sonomoro por el trazo de la actual carretera La Marced-Satipo.

Habiendo realizado el reconocimiento con todo éxito, de común acuerdo con los padres de Quimiri, determinaron que se fundara el pueblo de Pichana, en la confluencia del río Pichanaki con el Perené, a 25 leguas de Quimiri, término medio entre las Misiones de Santa Cruz y de Quimiri, para poder atender a los indios y socorrerse mutuamente.

Comisionados para esta fundación el venerable Padre Francisco Izquierdo y el Hno. Andrés Pinto, los primeros días de Junio comenzaron la fundación. "todos los indios, dice la Historia de las Misiones, concurrían a la erección de la iglesia, convento y casas de los vecinos, principalmente a oír la doctrina cristiana, fin principal de la fundación de aquel pueblo y conversión".

A pesar de la prudencia y santidad del P. Izquierdo, Mangoré, cacique del pueblo y que llevaba una vida indigna de un cristiano, el 4 de Setiembre de 1674, mató al P. Izquierdo, al Hno. Pinto y a un muchacho de 12 años a quien el padre había bautizado. A los dos días mataba también en el actual Kivinaki, al P. Francisco Carrión y a Fr. Antonio Cepeda. Años más tarde en 1718, el Hno. Juan Delgado y en 1721 el Hno. Tomás de San Diego, fueron martirizados en Pichanaki; con esto, la misión de Pichanaki quedó completamente abandonada, realizándose giras esporádicas por el peligroso Perené y sus afluentes.

Y el semanario "Revolución" publicaba en 1974: "Abnegada labor realizan monjas en Pichanaki".

"Es bien reconocida la labor que vienen realizando en esta ciudad selvática, las cuatro religiosas de la Congregación Franciscana de Montpellier, por su dedicación a la enseñanza de los menores y el cariño especial que tienen para los pobladores, que a decir verdad se encuentran muy felices".

"Una de las tareas que tienen que cumplir las cuatro monjitas Sor María de la Cruz Ramirez, Sor Maximina Fernández, Sor María Victoria Paesa, y Sor María Amparo Morala en la hermosa Pichanaki, es construir el local del jardín de la infancia, obra en la que actualmente se encuentran empeñadas, y por supuesto cuentan con el amplio apoyo de los pobladores y de las autoridades para su cristalización".

"Lo curioso es que pese a haberse instalado recién la misión en esta ciudad, las monjitas ya han construido su local provisional ubicado a un costado de la carretera marginal San Luis de Snuaro-Satipo, y en forma graciosa nos dicen: eso no es nada, ya verán cuando terminemos de construir el jardín de la infancia. Nosotros por supuesto que le creemos, y ustedes que dicen".

El 1º de Mayo de 1975 se celebró en Bajo Pichanaki con gran solemnidad la festividad de San José Obrero, Patrón del pueblo.

Gracias a Dios, la fundación de Pichanaki sigue adelante. Las hermanas han tomado la dirección del Centro Escolar con 470 alumnos; la del Jardín con 150 y la posta médica. La Hna. enfermera y las demás cuando no tienen clases, visitan a las familias, los caseríos vecinos y tienen en casa taller de

corte y confección. De Viernes a Lunes son atendidas espiritualmente por el P. Canciller Fr. Valeriano Estalayo; los otros días ellas atienden la parroquia.

Debiendo desalojar la primera casa, se pasaron a la agencia municipal del pueblo; debían también dejar esta casa, cuando el Sr. Obispo con el P. Canciller, las religiosas y las autoridades del pueblo, precidadas por el Sr. Agente Municipal don Oxwaldo Dávalos, acordaron el 16 de este mes de Julio:

a)- Que el lote 100 x 100 de la Plaza, paralelo a la carretera Marginal, yendo a Satipo, sea destinado para Iglesia casa de las Madres y casa parroquial.

b)- Las hermanas seguirán vivienda en la misma casa; el Sr. Obispo pagará en dos cuotas, lo que el pueblo gastó en la construcción de la Agencia Municipal.

c)- El Sr. Obispo ofreció comenzar de inmediato la construcción de la Iglesia provisional, de 10 metros de ancho por 20 m. de largo. Será de horcones y madera, el techo de calamina.

d)- Terminadas estas obras, se comenzará la construcción de la casa de las hermanas, de material noble; de la nueva Iglesia, casa parroquial, salón parroquial, talleres, etc. Con fecha 22 de Octubre de 1975 se expidió la escritura pública de cesión de un terreno de 6 mil metros cuadrados para la construcción de la Iglesia Parroquial, residencia misionera y casa para las religiosas. Firman: Oswaldo Dávalos, Agente del Bajo Pichanaki; José Pereyra, Teniente Gobernador. Por parte del Vicariato Apostólico de San Ramón: Monseñor Luis Maestu. Las religiosas franciscanas de Pichanaki tomaron en esta fecha (1975) la dirección del Centro Escolar Mixto con 470 alumnos y el Jardín de la Infancia con 150 párvulos y la Posta Médica.

El Semanario "Revolución" publicaba: "Es urgente Puesto de la Guardia Civil en el anexo de Pichanaki. Las autoridades y pobladores reclaman la presencia de la policía, por cuanto se viene registrando continuamente una ola de asaltos a los camioneros, crímenes, robos en el recorrido de la carretera marginal y en los pueblos vecinos a la jurisdicción."

"Las autoridades con la ayuda del pueblo han construido un local debidamente acondicionado para funcionamiento del puesto de la Guardia Civil. Se sabe que el puesto de la Guardia Civil está creado, lo que no se sabe es porque no se instala

la Guardia Civil en Pichanaki".

Escribía Monseñor Maestu: "Tras larga preparación impartida por las hermanas franciscanas de Montpellier y por el P. Canciller Estalayo, el 26 de Octubre en la amplia capilla que se está construyendo en Pichanaki por cuenta del Vicariato, todavía sin inaugurar, el Sr. Obispo administró en la Santa Misa el sacramento del Bautismo a 12 niños, la confirmación a 70 y la Primera Comunión a otros tantos. También se acercaron a la comunión numerosos niños y personas mayores. Gracias a Dios, esta población recién fundada e inundada de sectas, está recibiendo muy bien el mensaje evangélico.

Los pobladores del Bajo Pichanaki solicitaron en esta fecha la creación de un colegio de secundaria, dado el alto porcentaje de alumnos que por razones económicas no pueden salir a otros centros educativos.

El año 1976, la fiesta de San Pedro revistió caracteres especiales. En la víspera celebró y atendió a los fieles el P. Muñoz. El 29 celebró el Monseñor Maestu y después se realizó el paseo alegórico de la imagen de San Pedro por el río Perené, siendo su recorrido del Puerto Zotarari al Puerto de Pichanaki.

El Semanario "Revolución" publicaba: "Jaime Salvatierra denuncia a invasores de tierras en Pichanaki".

"Ultimamente se han producido invasiones de terrenos en la zona de Pichanaki, para ser más exactos, en el fundo "Ashaninca", kilómetro 68 de la carretera Chanchamayo-Satipo."

"El propietario del fundo es el Sr. Jaime Salvatierra, conocido agricultor de la zona, quien en Julio de 1971 se hizo cargo de la ganadería de propiedad de la sociedad agropecuaria "Ashaninca".

"El agricultor Salvatierra informó que en Febrero del año 1974 sorprendió en terrenos de su propiedad a un grupo de invasores y los conmino a no seguir trabajando en sus tierras, prometiéndoles éstos abandonar la zona, pero en Marzo del mismo año, en una inspección general del fundo se dió con la sorpresa que aún seguían trabajando, por lo que se vió obligado a demandarlos ante la Oficina de Reforma Agraria de San Ramón, quienes ordenaron al puesto de la Guardia Civil de Pampa Silva para que los desalojaran, lo cual efectuaron sin demora.

1976. El Agua Potable llega a Pichanaki.

En Marzo de 1976 el Ing. Renato Escobar Zamalloa, Jefe de la División de Estudios y Proyectos de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, y el Sr. Topógrafo Alfredo Amézquita Gutiérrez, viajaron a Pichanaki por primera vez y realizaron el estudio de campo necesario para la elaboración del Proyecto de Agua Potable. Fruto del estudio estimaron una población de 1,575 habitantes.

En Junio de 1976, el Ing. Roger Salazar Gavelan elabora por encargo de la Jefatura de la División de Estudios y Proyectos de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, el Proyecto N° 5-123 del Plan Nacional de Agua Potable Rural: "Proyecto de Instalación de Agua Potable para la localidad de Pichanaki, provincia de Tarma, departamento de Junín". La Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, representada por el Director, Ing. Ricardo Corzo Gordillo, y el Sub-Director Ing. Javier Bacigalupo, concerta el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para la ejecución de las obras de Agua Potable de Pichanaki.

En Julio de 1976 se suscribe el contrato entre la Junta Administradora de Agua Potable de Pichanaki, representada por el Sr. Juan Delgado Torres y la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, representada por el Ing. Renato Escobar Zamalloa. En esta obra el pueblo participa con el 11% del costo total de la construcción, entregando a la firma del contrato la suma de S/ 235,554 Soles Oro; el saldo fué cancelado en cuatro cuotas de S/ 23,811.50 Soles Oro c/u.

Los trabajos empezaron el Martes 24 de Agosto bajo la dirección del Ing. Residente Franklin Rosas. Es importante recalcar la participación de los habitantes del anexo de Pichanaki en la ejecución de la obra: ponen el hombro en los trabajos, aportan dinero y dejan un precedente para las generaciones futuras.

1976. Se crea en el Bajo Pichanaki el Puesto de la Guardia Civil.

1976. Es designado para el Perené un Médico Titular, con residencia en el Bajo Pichanaki.

1977-1978. Se construyen en Pichanaki:

-El primer Pabellón del Hospital Rural, con una Partida de 4 millones y medio de soles, iniciando su prestación de servicios .

-El primer Pabellón secundario con una Partida de 250 mil soles.

Todo lo concerniente a la mano de obra no calificada y especializada fué hecho con aporte y participación directa de los pobladores de Pichanaki.

1978. Nuevamente el Ing. Escobar, en representación de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, visita Pichanaki realizando el estudio de campo para la elaboración del Proyecto de Alcantarillado. Como fruto del estudio se estimó una población de 2,055 habitantes. Por falta de financiamiento no prospera la ejecución de las obras, pese a existir proyecto elaborado y disposición de la población para firmar contrato e iniciar los trabajos.

1979. Se construye el segundo Pabellon del Hospital Rural, con una Partida de interés local de 4 millones de soles. Se construyen aulas para el Centro Base N°30895, con 500 mil soles.

1980. En el mes de Setiembre, en representación de la División de Estudios y Proyectos de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, viaja a Pichanaki el Seci-grista y Bachiller en Ingeniería Sanitaria, Sr. Juan Humberto Olivera Vega, autor de esta Tesis y efectúa el estudio de campo para la elaboración del Proyecto de Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable e Instalación de Desagües de Pichanaki. Como fruto de este estudio se estima una población de 8,400 habitantes. Este estudio ha servido de base para la elaboración del Proyecto considerado en esta Tesis.

SITUACION POLITICA.

Originalmente, cuando se realizaron los trabajos de construcción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la localidad de Pichanaki en el año 1976, el caserío de Pichanaki pertenecía al distrito de La Merced, provincia de Tarma, de-

partamento de Junín. Su autoridad máxima la representaba el Agente Municipal, cargo que recaía en el Sr. Juvencio Gómez Cano.

El 24 de Setiembre de 1977 se dió el Decreto-Ley N°24941 creando la provincia de Chanchamayo, en donde se estableció que Pichanaki se constituía en distrito de la provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín; su capital distrital se determinó que fuera el pueblo de Pichanaki.

, Sin embargo, recién el 9 de Octubre de 1977 se oficializaba la implementación del Decreto-Ley en mención, cuando en ceremonia especial asume la Alcaldía el Sr. Juvencio Gómez Cano, nombrado por el gobierno de la Fuerza Armada y contando con la simpatía y colaboración del pueblo. Es así, como todos los años desde entonces, se conmemora cada 9 de Octubre el aniversario de la creación del distrito de Pichanaki.

Al momento de realizar el estudio de campo que sirvió de base para la elaboración de esta tesis, se encontraba ejerciendo la alcaldía del distrito de Pichanaki, el Sr. Oswaldo Dávalos Sabujo, quien nos brindó amplia información y estrecha colaboración para el logro de nuestros objetivos. Así mismo, el Gobernador de Pichanaki, Sr. Pablo Ledesma Condeso demostró gran dinamismo para el cumplimiento de su deber como autoridad política de Pichanaki.

.03 UBICACION GEOGRAFICA.

El pueblo de Pichanaki se halla estratégicamente ubicado a orillas de la desembocadura del río del mismo nombre, en el río Perené, con una altitud de: 505 metros sobre el nivel del mar; con una posición geográfica determinada por las coordenadas: 10° 55' 42" Latitud Sur.

74° 51' 45" Longitud Oeste.

De acuerdo con el Decreto-Ley N° 24941 se le reconoce como Límites Distritales, los siguientes:

Por el Norte:

La provincia de Satipo. Su límite comienza en la naciente

del río Zutziki, para continuar en toda su extensión por la cumbre de la cordillera San Carlos, hasta la naciente del río Miretoni.

Por el Este:

De la naciente del río Miretoni sigue el curso de este río aguas abajo hasta su desembocadura en el río Auziri; continúa por este río hasta la confluencia con el río Perené; continua por el río Perené aguas arriba hasta su confluencia con el río Ipoki.

Por el Sur:

La provincia de Satipo. Desde la naciente del río Ipoki sigue por las últimas cumbres del Piri Pui, con un recorrido de 7 a 8 kms. aproximadamente, cambiando en dirección oeste mediante una línea imaginaria hasta llegar a una altura correspondiente a la naciente del río Pichanaki.

Por el Oeste:

De la intercepción con el límite del distrito de Vitoc, sigue por una línea recta hasta las nacientes del río Pichanaki; continua por este río en toda su extensión aguas abajo, hasta su confluencia con el río Perené; continua por el Perené aguas arriba hasta la desembocadura del río Zutziki, sigue por este afluente hasta su naciente que es el punto de inicio de esta demarcación.

El pueblo de Pichanaki se encuentra a 75 kms. de la capital de la provincia de Chanchamayo, La Merced; y a 55 kms. de Satipo, capital de la provincia de Satipo.

104 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS.

El clima es de tipo tropical, o sea cálido, prácticamente durante todo el año. El año tropical en la selva se divide en dos estaciones: la de lluvias : Noviembre-Mayo; y la temporada seca en los meses restantes. En la parte baja llueve menos que en las alturas, de ahí que el clima es más suave e igual.

Al no existir una estación meteorológica en Pichanaki que

nos permita extraer directamente todos los datos climatológicos necesarios para esta Tesis, hemos tenido que recurrir a la información que proporciona el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), a través de su Dirección de Meteorología, División de Climatología, en base a los reportes de dos estaciones meteorológicas cercanas a Pichanaki: la CO-551 de San Ramón y la CO-558-S de Pampa Whaley. Del estudio de la información proporcionada por Senamhi, se adjunta las correspondientes tablas; del análisis de los resultados que se expresan en las tablas de las estaciones meteorológicas de San Ramón y Pampa Whaley, podemos sacar algunas conclusiones cuya validez está limitada al alcance aproximado que nos merece el partir de una información que no es la de Pichanaki exactamente. Estas son, a saber:

-Posiblemente alcance una temperatura mínima de 15°C. entre los meses de Junio y Julio.

-Posiblemente se alcance una temperatura máxima de 30°C. entre los meses de Setiembre, Octubre y Noviembre.

-Puede considerarse una temperatura media entre los 22°C y 25°C.

-Puede considerarse una humedad relativa que varía entre el 75 y el 90%.

-Se puede estimar un promedio de horas de sol mensual de 150 horas, variando entre un mínimo de 100 horas y un máximo de 200 horas.

-Puede estimarse una evaporación promedio mensual de 55 m.m., variando entre un mínimo de 40 m.m. y un máximo de 70 m.m.

-La precipitación pluvial puede ser estimada en promedio mensual de 140 m.m., fluctuando entre un mínimo de 40 m.m. y un máximo de 240 m.m. Los meses de lluvia son de Noviembre a Mayo.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SENAMHI)

Dirección de Meteorología
División de Climatología

Promedio Mensual de Elementos Meteorológicos
Período 1961-1980

Estación : San Ramón - CO-561
 Altitud : 11° 08'
 Longitud : 75° 20'
 Latitud : 800 m.s.n.m.

Departamento: Junín
 Provincia : Chanchamayo
 Distrito : San Ramón

Mes	Temperat. Promed. (°C)			Humedad Relativ. %	Horas de sol Med.	Evaporación Med. mm.	Precipitación mm.
	Máx.	Mín.	Med.				
Enero	29.4	18.9	24.2	82.6	116.8	45.6	254.4
Febrero	29.1	18.9	24.0	83.5	95.1	39.8	259.3
Marzo	29.5	18.8	24.2	84.7	122.1	42.7	248.4
Abril	29.5	18.2	23.9	82.8	149.0	50.4	195.0
Mayo	29.5	17.3	23.4	79.3	185.7	45.1	139.1
Junio	29.0	16.4	22.7	78.7	182.5	45.8	94.0
Julio	29.1	16.0	22.6	76.7	200.9	57.8	79.5
Agosto	30.1	16.5	23.3	76.4	190.0	67.8	88.7
Septiembre	31.2	17.6	24.4	74.8	161.6	69.0	127.6
Octubre	30.5	18.5	24.5	76.2	163.1	58.7	180.8
Noviembre	30.7	17.6	24.2	75.8	152.6	64.4	145.7
Diciembre	30.3	17.4	23.9	80.4	141.0	70.6	220.4

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SENAMHI)

Dirección de Meteorología
División de Climatología

Promedio Mensual de Elementos Meteorológicos
Período 1961-1980

Estación : Pampa Whaley - CO-558-S

Latitud : 10° 54'

Departamento: Junín

Longitud : 75° 15'

Provincia : Chanchamayo

Altitud : 960 m.s.n.m.

Distrito : Chanchamayo

Mes	Temperat. Promed. (°C)			Humedad Relativ. %	Horas de sol Med.	Evaporación Med. mm.	Precipitación mm.
	Máx.	Mín.	Med.				
Enero	27.7	18.1	22.9	87.6	110.4	43.1	223.2
Febrero	27.6	17.9	22.8	88.1	89.9	37.6	242.5
Marzo	27.7	17.8	22.8	88.4	115.4	40.3	222.6
Abril	28.1	17.1	22.6	89.2	140.9	47.6	152.5
Mayo	27.2	16.9	22.1	86.9	175.6	42.6	103.4
Junio	26.4	15.9	21.2	85.6	172.5	43.3	43.2
Julio	26.3	16.0	21.2	82.9	189.9	54.6	64.8
Agosto	27.7	16.1	21.9	81.9	179.6	64.1	56.7
Septiembre	28.5	17.0	22.8	82.6	152.8	65.2	90.8
Octubre	28.4	17.6	23.0	82.9	154.2	55.5	120.2
Noviembre	29.0	17.6	23.3	82.7	144.3	60.9	138.0
Diciembre	28.3	18.0	23.2	85.1	133.3	66.7	187.5

También hemos podido conocer información sobre: Vientos, Dirección predominante y Velocidad media, concluyendo en estimar para Pichanaki un viento con una velocidad máxima de 7 l/seg. y con dirección predominante hacia el sur (S), Sur este (SE) o sur oeste (Sw).

1.05 HIDROGRAFIA.

Como una breve introducción al desarrollo de la información hidrográfica que poseemos, debemos dejar bien en claro las limitaciones que ha debido afrontar el autor de esta Tesis, ante la deficiencia de información muy exacta y actualizada de parte de los organismos técnicamente autorizados para cumplir dicha función. Ni el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología, ni el Instituto Geográfico Militar nos han podido satisfacer en nuestros mejores requerimientos de información, y es de esperar que algún día no muy lejano, la cobertura investigadora y los trabajos informativos y estudio del Perené, sean completos y así podrán mejorarse los trabajos de tesis y los proyectos dedicados a esa zona. De todas formas cumpliremos con poner a disposición de Uds., los datos tomados por el autor de esta tesis, del estudio de campo realizado en Setiembre de 1980, reforzados con la información bibliográfica pertinente.

.0501 Descripción General y Afluentes del río Perené.

En el año 1935, el Ing. Federico Schlappi publicó un folleto titulado: "La región central del Perú": El río Perene", que salió publicado en el Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima (Tomo LII, págs. 355-375), y decía lo siguiente:

"El río Perené es formado por los ríos Paucartambo y Chanchamayo. El nombre Perené viene de los indios campas, habitantes originales de la región, y significa "Agua Grande". El largo total del río hasta su unión con el río Ene, es de 160 kms. El Perené es un río muy pintoresco. Su quebrada alterna con bordes escarpados y llanuras anchas, siempre cubierta de una exuberante flora tropical."

"Los 12 primeros kms. son una quebrada profunda y con

un curso muy sinuoso, tanto que para recorrer en línea recta esos doce kms., sólo se emplearían 6 kms.. Después de este trecho inicial, el valle se ensancha hasta el km. 23, donde el río entra en un cañón largo con paredes verticales de 200 a 300 metros."

"Este cañón es llamado por los nativos "Manitzipangoni" que quiere decir: "Casa del tigre"; en el mismo cañón existe también el Píco del Gavilán, que es una roca inmensa en forma de gavilán. El cañón referido tiene una longitud de 2,700 metros. Saliendo de él y hasta llegar al río Ubiriqui afluente de la margen izquierda, el valle sigue muy estrecho con muchas peñas a ambos lados."

"En Ubiriqui que corresponde al km. 45, el valle se ensancha hasta 4 km. de ancho y sigue así más o menos hasta el río Cuatsiriki, km. 72; esta parte del valle con sus distintos afluentes, es lo mejor en cuanto al suelo de toda la zona, es generalmente conocida con el nombre de "Pampa Hermosa".

"Del km. 72 adelante sigue el valle estrechándose, pues no existen terrenos planos cultivables junto al río, y sigue así hasta el km. 123, donde el valle principia a ensancharse con laderas suaves; y a partir del km. 145, hasta el fin del río, se tiene pampas amplias".

El Perené recibe como 102 afluentes; en su mayoría son quebradas chicas. Los afluentes mayores tienen cuenca hidrográfica propia, que en su mayoría no están exploradas. Los nombres de esos afluentes se cambian constantemente, con excepción de los afluentes mayores. Cada indio lugareño tiene nombre propio para las distintas quebradas.

En la siguiente hoja insertamos un Cuadro de los principales afluentes del río Perené.

CUADRO DE LOS PRINCIPALES AFLUENTES DEL PERENE

Nombre	Km.	Altura m.s.n.m.	Latitud Sur			Longitud Oeste		
			G	M	S	G	M	S
Confluencia	0	653	10	56	56	75	18	02
Huashiroki	11	630	10	56	50	75	14	44
Nashirona	11.6	630	10	56	50	75	14	41
Picheroki	14	619	10	56	17	75	13	32
Kinariaki	18	607	10	55	54	75	11	34
Yurinaki	34	562	10	51	50	75	05	38
Ubiriki	45	540	10	51	31	75	00	42
Kibinaki	49	531	10	52	40	74	59	17
Shetani	54	521	10	53	03	74	56	28
Sorshiki	55	521	10	53	08	74	56	21
Pichanaki	62	505	10	55	42	74	51	45
Cuatziriki	72	488	10	57	25	74	49	17
Ipoki	82	479	11	00	33	74	45	52
Pitucañani	95	464	11	00	33	74	39	57
Sutziki	99	424	11	58	34	74	38	34
Casa vishi	100	421	11	58	35	74	38	13
Huacharini	113	394	11	00	44	74	32	57
Miantarini	115	377	11	00	44	74	32	03
Pangoa	151	324	11	08	55	74	19	08
Ene	160	315	11	09	53	74	15	00

"El Huashiroki o Huachironi significa "Agua Amarilla"; a 13 Km. de la boca. El Nashirona, de la derecha, significa "Agua Negra"; la quebrada de este río es casi inaccesible, pero en sus alturas existen buenos terrenos, apropiados para el cultivo. Viven pocos nativos. El Picheroki afluye de la izquierda y nace en las alturas de la hacienda San Juan. Su quebrada profunda. En su desembocadura existe una gran llanura que se extiende hasta Kimariaki. El Kimariaki afluye por la izquierda. Nace en la meseta de Métraro, con tierras aparentes para la agricultura. El Yurinaki es el más importante de la izquierda; nace en las alturas de Eneñas y tiene un valle abierto; viven escasos indios en sus alrededores. El Ubiriki afluye por la izquierda. Na-

ce en las alturas de San Carlos. La cuenca de este río es muy amplia en su parte superior y habitada por indios campas, de los cuales se dicen que son bravos todavía. No ha sido explorado desde los estudios hechos para el ferrocarril en 1907."

Sigue después el Kibinaki, márgen derecha. Su valle es inexplorado, pero parece que tiene buenas tierras. Vienen luego el Shotani que indica terreno plano; afluye de la izquierda y es el más bonito en lo que se refiere a terrenos. Tiene laderas suaves y su nacimiento a poca altura. Este valle vá ha tener gran porvenir en la futura colonización. Casi junto desemboca el Sorshiki o sea río "pampa hermosa"; en su curso superior tiene buenos terrenos. Los últimos 3 kms. corre a través de una llanura fértil.

El río Pichanaki, de la derecha, es el más importante, después del Pangoa. Su nombre tiene dos significados: el primero, o sea "limpieza en todo", ya fué explicado en la reseña histórica. El otro significado es "río pajonal" a causa de sus grandes lomas sin bosque. El afluente regular es el Cuatziriki, de la izquierda. Se parece al río Shotani. Por él se trazó en 1907 el ferrocarril al Ucayali, pero no ha sido explorado detenidamente.

Luego viene el Ipoki "río de las estrellas". Debe tener buenas tierras y viven bastantes nativos. El Pitucañari, márgen derecha, es una quebrada amplia y su recorrido desconocido. Afluye en el sitio conocido de "Las cascadas".

El Autziki, "río de camino", llamado así por los nativos porque en su recorrido en busca de sal, suben por este valle para caer al Sorshiki, evitando así el camino más largo por el Perené; tiene un valle extenso habitado por campas. El valle corre casi paralelo a la izquierda del Perené. Otra quebrada profunda que entra del valle anterior por la izquierda del Perené es Casavishe; la quebrada más importante que sigue es la de Huacharini; entra por la derecha y es inexplorada .

El Miantarini, quebrada abrupta de la izquierda del Perené. El último afluente grande es el Pangoa, márgen derecha del Perené. Luego viene el Ene, que significa "agua grande".

0502 Perfil del río Perené y Navegación.

El Ing. Schlappi vuelve a ser citado en el artículo mencionado, donde dice así:

"El Perené se divide en dos secciones: La parte superior antes de las cascadas, y la parte después de éstas. Las correntadas largas están separadas por remansos relativamente cortos. En la parte superior empero no existen rápidos o correntadas peligrosas. No permite embarcaciones de un pie de calado. La parte baja entre las cascadas y Miantarini, es un continuo torrente, con muchos malos pasos. Los nativos que viajan a la región de Chanchamayo, generalmente lo hacen a pie hasta las cascadas.

Mucho se ha hablado de hacer navegable el río Perené, aunque tal pretensión es un absurdo; la velocidad media del río es de 8 kms./hora. Las cascadas son siempre sitios que por causa de un accidente geológico, el cauce del río está estrechado y lleno de pedrones grandes."

"Los peores rápidos y que tienen nombre, son los siguientes:

- Shipango, en el kilómetro 13.
- Manirote, en el kilómetro 20.
- Katara Pangoi, en el kilómetro 23.
- Kimaireteni, en el kilómetro 24.
- Shori Pangoni, en el kilómetro 27.
- Miando Pango en el kilómetro 28.
- Ispishari en el kilómetro 32.
- Oshticaroni, en el kilómetro 37.
- Zamirimentani en el kilómetro 38.
- Tontoli Moroni en el kilómetro 40.
- Cascadas y Zahuarini, en el kilómetro 94.
- Bitzivarari, en el kilómetro 96.
- Sutziki, en el kilómetro 99.
- Katoni, en el kilómetro 102.
- Mangoite, en el kilómetro 105.
- Kumeivaki, en el kilómetro 113.
- Miantarini, en el kilómetro 115.
- Tinteroteni, en el kilómetro 118.
- Piuviarini, en el kilómetro 122.
- Pamurarini, en el kilómetro 123.

- Taranganini, en el kilómetro 126.
- Puñakizini, en el kilómetro 129.
- Marirarini, en el kilómetro 131.
- Kirisharini, en el kilómetro 136 .
- Anasharini, en el kilómetro 140.
- Miritarini, en el kilómetro 145.

"El misionero franciscano Padre Pedro Cayuela, en su folleto "Topografía e Hidrografía de la Selva ", publicado en Lima el año 1924, descubre el río Perené."

"Por la configuración hidrográfica especial que tiene el Perené, merece ser considerado en cuatro secciones distintas :

Primera: Abarca desde su formación ú origen, hasta el valle llamado Pampa Hermosa (Pichanaki), o sea 18 millas de longitud . Aquí el río cuya dirección es de Este a Nor-Este, corre entre cerros elevados que son la continuación del cerro de la Sal, por cuya razón su cauce es muy encajonado y forma un sinnúmero de malos pasos; provienen éstos del gran declive y vueltas forzadas de su curso, que obligan a la gran masa de agua que carga, a cambiar repentinamente de dirección. La corriente varía aquí de 8 a 12 millas por hora, la que chocando con las orillas, que en su mayor parte son paredes verticales de piedra, ocasiona fuertes reventazones y grandes remolinos que arrojan las balsas o cualquier otro objeto confiado a su turbulento seno, contra las peñas o bien las voltea y sumerge."

Segunda: "La segunda parte de este río recorre el ancho y hermoso valle llamado Pampa Hermosa (Pichanaki) durante un trecho de 20 millas de largo, en dirección Este a Sur-Este. El ancho del río en esta sección es de 150 a 200 metros y su corriente varía entre 3 a 5 millas, formando en su cauce muchas islas. Las playas son de cascajo menudo. Los cerros que rodean este valle son de poca elevación, teniendo cubiertas de grandes pajonales sus cumbres."

Tercera: "Esta parte comprende una longitud de 29 millas. Es la peor y más peligrosa sección de este río, porque durante todas ellas corre por una elevada cordillera en

dirección Este a Sur-Este, teniendo sus márgenes formadas por grandes peñones y sucediéndose una serie de cascadas por las que el río se precipita, a veces de grandes alturas, razón por la cual esta parte del río no es de ninguna manera navegable."

Cuarta: "Tiene esta cuarta parte del río una extensión de 10 millas hasta su confluencia con el Ene, para formar el Tambo, y durante toda ella atraviesa un hermoso y ancho valle (confluencia del Pangoa). Toda ella es navegable por vapores chicos, pues la corriente media del río aquí es de 4 a 5 millas por hora. Mide 1.50 a 3.00 metros de profundidad y 120 metros de ancho, siendo sus orillas de arenisca y cascajo menudo".

05.03 El río Pichanaki.

Está formado por los riachuelos: Amarillo, Pukisaki, Miri-charo y Pichanaki, y en la mitad de su curso recibe por la margen derecha, al Cuyani, formado por los ríos Barinitini y Pavotarini. Funcionan en la zona algunos pueblos y caseríos: Bajo Pichanaki, Alto Pichanaki, Alto San Juan de Pichanaki y Santa Rosa de Alto Pichanaki. Viven mezclados los nativos con los colonos. Existe una comunidad nativa y los caseríos de Bajo Cuyani, Centro Cuyani y Alto Cuyani.

1.06 GEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA.

La formación del valle del Perené, y por ende, del valle de Pichanaki, es por erosión. Los primeros 60 kilómetros hasta Pichanaki son rocas volcánicas; después de las cascadas se ven en abundancia conchas petrificadas. En Miantarini se nota una roca de color verde claro muy bonita, que proviene de la cadena de cerros a la izquierda del río. En el cerro Avitaroni, margen izquierda del Perené, (antes haciendas N° 1 y N° 2), existe un socavon antiguo; según el Administrador del Perené, es fierro que explotaban. Al frente, sobre la margen derecha, hay minas. A 17 kilómetros río abajo existen unas rocas que los nativos denominan "Ashiropongoni", que significa "casa de fierro". Antiguamente se trabajaba algún

mineral.

En el kilómetro 103 existen fuentes de agua azufrada, y según los nativos de esa zona, más arriba de los cerros la misma agua sale hirviendo. Después de las cascadas y en el río Ene, la formación de los estratos es favorable a contener petróleo. Por la margen izquierda del Perené la cadena de los cerros de la sal.

La topografía del pueblo de Pichanaki es relativamente suave, con inclinación de Norte a Sur, con pendientes entre 1 y 10% en forma aproximada, aunque fundamentalmente dando la sensación de un terreno llano, plano. No existen mayores accidentes topográficos y geográficos.

Las rocas que afloran en la región, son areniscas cuarcitas con intercalaciones de material volcánico, con sedimentos finos, calizas, conglomerados, dialomitas, además de intrusiones ígneas de composición granotoidea y de efusiones volcánicas que se encuentran cubriendo parcial o totalmente, las estructuras y rocas preexistentes. Se estima que la edad de estas rocas oscila entre el paleozoico y el cuaternario reciente.

El suelo de la zona del presente proyecto-tesis, es del tipo aluvial gleizado salini/sódico (grupo Solonchack-Solometz Mínimos), pertenece a la Clase I en la Subdivisión de Suelos y de acuerdo al estudio efectuado por ONERN en 1962.

Hay gran existencia de áreas de materiales de construcción en estado libre de explotación; es decir, las canteras existentes son libres, por lo que constituyen una fuente de trabajo eventual, lo cual está en relación con el desarrollo y auge de la industria de la construcción; se extrae todo tipo de agregados como son: arena, arenilla, piedra mediana, etc.

1.7 VIAS DE COMUNICACION.

Para llegar a la localidad de Pichanaki desde Lima, capital de la República del Perú, se tiene que hacer el siguiente recorrido: Lima-La Oroya-Tarma-La Merced-Pichanaki.

Partiendo desde Lima se toma la carretera central, recorriendo 196 kilómetros hasta la ciudad de La Oroya, de los cuales prácticamente el 72% son de carretera asfaltada, y

el resto afirmada. Esta primera etapa del viaje se hace aproximadamente en tres horas con cuarenta minutos, yendo en camioneta.

Al llegar a la Oroya se toma el desvío de la carretera que lleva hasta Tarma; luego de un recorrido de sesenta kilómetros en carretera asfaltada en su mayor parte, los cuales se pueden cubrir aproximadamente en 1 hora con 20 minutos, siempre yendo en camioneta.

Desde Tarma nos adentramos hasta la ceja de selva llegando a La Merced, luego de recorrer 69 kilómetros de una carretera que en un 50% es asfaltada y el resto afirmada, aproximadamente en un tiempo de hora y media, viajando en camioneta. Desde La Merced hasta Pichanaki recorreremos 75 kilómetros de la carretera Marginal de la selva, que por el momento es afirmada, aproximadamente en dos horas y media yendo en camioneta.

En total, desde Lima hasta Pichanaki son 400 kilómetros de viaje, de los cuales prácticamente 75% es afirmada y sólo es asfaltada el 25%, cubriéndose el viaje en un tiempo aproximado de 9 horas; o sea teóricamente partiendo desde Lima alrededor de las 5 de la mañana, se podría estar llegando por la tarde a Pichanaki, entre las 2 y 4 de la tarde.

Sin embargo, y por propia experiencia, lo más recomendable es hacer el viaje en dos etapas: la primera desde Lima a Tarma, durmiendo en esta ciudad; y la segunda etapa, desde Tarma hasta Pichanaki llegando al mediodía, pues se habría tenido que partir muy temprano de Tarma para poder pasar el tramo de Carpapata antes de las 7 de la mañana, hora en que se cierra el pase.

A fin de poder estimar cuanta gasolina habrá de requerirse, es correcto estimar un rendimiento aproximado de 14 kilómetros por galón, lo cual nos lleva a pensar en un gasto de aproximadamente 57 galones exclusivamente para el viaje Lima-Pichanaki-Lima.

Ahora bien, esta carretera es transitable en toda época del año, aunque lógicamente en el período de lluvias que está comprendido en los meses de Noviembre a Mayo, es bastante difícil, sobre todo si no hay un buen mantenimiento de la carretera marginal. Claro que de llegar, se llega, pero en un mayor tiempo que varía según las condiciones climatológicas.

cas.

Porsupuesto mi estimado lector, si Ud. quiere conocer Pichanaki, vaya en el mes de Setiembre, como el autor de esta Tesis y hará un bonito viaje, con buen tiempo y sin problemas.

1.3) ACTIVIDAD ECONOMICA.

3.C. Potencial Económico.

Hasta hace pocos años, las riquezas naturales del Perené, y por ende de Pichanaki, han estado en gran parte sin explotar debido principalmente a la falta de vías de comunicación.

Es una zona privilegiada por la calidad de sus terrenos, por su extensión y las riquezas naturales que esconde en espera a que el hombre con su ingenio y trabajo, aproveche de esas fuentes de producción para satisfacer las necesidades de su vida.

Tierras fértiles para el cultivo de una gran variedad de productos; bosques vírgenes de árboles seculares, que recién se vienen talando para transportar sus pesados troncos en camiones a los diversos aserraderos instalados a lo largo del camino carretero.

Además, es una zona que se presta para la ganadería y crianza de otras especies animales, para la pesca y caza, y la instalación de centros industriales, aprovechando de las abundantes riquezas que posee la región.

A la vez, en el campo de la minería tiene la zona del Perené, y quizás Pichanaki, perspectivas halagadoras. Hace poco se habló del hallazgo de las minas de manganeso y otros minerales, hoy parece que se han abandonado esas ilusiones, debido quizá a que el colono del Perené se halla muy embargado en los trabajos de campo y de madera; parece que no le preocupa mayormente el estudio del subsuelo, pues esto le demanda mayor esfuerzo y sacrificio. Quizá llegue el día en que algún aficionado a las exploraciones del subsuelo, nos venga con la grata sorpresa de haber hallado en el Perené o quizás específicamente en Pichanaki, minas de diversa categoría y petróleo.

.0302 La Agricultura.

Una de las fuentes de mayor riqueza para el Perené, y lógicamente para Pichanaki, es la agricultura. Cuando se viaja por carretera de Chanchamayo a Satipo y se contempla en las márgenes del Perené grandes extensiones de chacras sembradas de diversos productos, se admira uno de la fecundidad de su suelo y del risueño porvenir que le espera a esa privilegiada región.

Y cuando se vuela en avión, se divisa mejor este fenómeno, pues los cultivos alcanzan hasta las cumbres de los elevados cerros que circundan el río Perené; y la ventaja de esas tierras es que se prestan a toda clase de sembríos. En la parte baja: naranjos, paltos, plátanos, papayas, maíz, yucas, etc.; y en la parte alta y falda de los cerros: sobre todo el café y los pastales.

El Perené dispone de variedad de terrenos. Los entendidos en la agricultura estudian la textura de los suelos y es de encomiar grandemente la labor realizada por la ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales), en la publicación del estudio sobre el Perené, que contiene datos valiosos sobre la calidad de sus tierras y los productos que más se prestan para el cultivo en ellas.

Hay que comprender el sistema de cultivos y favorecer a la planta en su desarrollo con gran esmero, para que rinda los frutos apetecidos. Los agricultores del Perené y en general de Chanchamayo, se quejan de ciertas anomalías en sus trabajos debido a que no se les suministra los abonos necesarios para las plantas, lo que repercute en desmedro de los intereses de los agricultores y en la baja producción; y para obtener el abono necesario se ven obligados a llenar una serie de requisitos engorrosos que entorpecen su trabajo en perjuicio de sus intereses y del público consumidor.

También se nota en el Perené la escasez de mano de obra y los altos jornales que hay que pagar al obrero. La agricultura encierra una serie de problemas que afectan la economía nacional. Además, el sembrío se realiza en algunos lugares todavía con sistemas anticuados, y sería de desear que la máquina supla la mano de obra, y así producir más y a menos costo.

Hasta ahora, para el preparado de nuevas tierras para el

cultivo, se practica el sistema de rozo y quema, consistente en una serie de actividades destinadas a desmontar, sembrar, cultivar y cosechar una determinada extensión que luego de dos o tres sembríos, si no se dispone de abonos, será abandonada a fin de que los suelos recuperen naturalmente los nutrientes que los cultivos y la erosión les han extraído.

Y este sistema de sembrío se nota bastante en el Perené y Chanchamayo, pues estos últimos años se están abriendo grandes extensiones de tierra para el cultivo. El sistema de rozo y quema comienza con la selección del terreno, luego se hace el llamado raleo que consiste en cortar la vegetación arbustiva y rastrera existente en el bosque, a fin de dejar libertad para el posterior talado de los árboles, que constituye la fase siguiente del proceso. Posteriormente se amontona la vegetación arbustiva junto a los lugares donde han caído los árboles derribados, y se espera el tiempo adecuado para la quema, que suele realizarse en los meses de Agosto y Setiembre, por ser los más secos del año. Producida la quema, las cenizas se esparcen en toda la chacra, como forma de abonamiento; los troncos gruesos se queman en parte, y sólo la humedad, en el transcurso de los años, determina su pudrición e incorporación definitiva al suelo. Unos años antes escribía ONERN en su "Evaluación e Integración potencial económico y Social de la Zona del Perené-Satipo-Ene" Tomo I, Lima-Perú, Año 1962; Tomo II, Año 1964:

"Esta clase de trabajos fueron iniciados por el Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento (SCIF) y proseguidos por la ONERN."

El clima del Perené es cálido húmedo.

La calidad de suelos puede clasificarse en varios grupos:

Primer Grupo Económico de Suelos:

Los terrenos de buena fertilidad y productibilidad, de topografía plana, de origen aluvial, de textura franco-arenosa, profundos y mecanizables; este grupo comprende: Teresita (Apurimac), PLCHANAKI y Río Negro.

Cultivos recomendables: cítricos, paltos, plátanos, papayas, tabaco.

Segundo Grupo... Tercer Grupo Económico de Suelos:

Ipoki, Capiri, etc. Terrenos moderados a baja fertilidad. Medianamente accidentados.

Cultivos recomendables: pastos, plátanos, papayas, café, yuca, piña".

Y la obra es interesante por la descripción detallada que hace de la calidad del terreno, dividiéndolos en series: Serie Ipoki, Serie Kapiri, y también trata de los suelos y subsuelos.

El diario "El Comercio" publicaba en su edición del 23 de Enero de 1977: "Nativos del Perené venden fruta en Lima a precios de mayorista en la campaña del SENAMER".

"Nativos del Perené se han sumado a los casi 100 productores y mayoristas que venden cosechas de frutas directamente al consumidor, en el marco de la campaña que el SENAMER experimenta desde hace tres semanas en el Mercado de Frutas N° 2."

"La afluencia del público es cada vez mayor. Ayer tuvieron mucha demanda las cajas de 6 kilos conteniendo paltas, papayas y naranjas que fueron ofertadas a 90 soles cada una por la comunidad nativa Bajo Marankiari del Perené"

"Se informó que el número de productores y mayoristas que participan en la campaña, se ha triplicado y que las ventas incuestionablemente también se han triplicado. Ayer fueron vendidos un total de 20 mil kilos de fruta a precios del productor al consumidor."

Claro que hoy no existe el SENAMER y lo que es verdaderamente impresionante; Los precios de aquellas cajas de 6 kilos de frutas, han elevado 30 veces su precio. Esto nos obliga a replantear la necesidad de impulsar nuevamente campañas de venta directa del productor al consumidor y de promocionar vivamente la venta y consumo de la fruta de nuestra selva.

El diario "El Comercio", en su edición del 31 de Enero de 1977 decía lo siguiente:

"Trabajando en cosechas estudiantes del Perené sufragan ga sto escolar. La rica producción de papayas permite esta acción a hijos menores de los socios CAP".

"Miles de hectáreas de tierras de este valle, están produciendo ingentes cantidades de papayas, fruta que es transportada con destino a los mercados de Lima y otras ciudades del centro y norte del país."

"Dos son las principales variedades de papaya que se cultivan en esta región. Las denominadas "pauna" y "maradol"; esta última procede de un injerto original de Cuba, la misma que es muy resistente a los ataques de las plagas y de gran maniobrabilidad para el transporte. Tiene un color rojizo muy agradable."

"Con el fin de no distraer la atención a los demás productos, los Concejos de Administración de cada CAP del Perené, han autorizado para que los hijos menores de los socios trabajen en la recopilación de los frutales, durante los meses que duren sus vacaciones escolares".

"Por este servicio, la juventud campesina estudiosa recibe remuneraciones económicas especiales. De esta manera también están colaborando con sus padres en la subvención de sus estudios. Muchos de ellos tienen que viajar a La Marced, San Ramón, Tarma y Huancayo para continuar la secundaria."

"Es verdaderamente elogiable el interés, responsabilidad y esfuerzo con que están trabajando los hijos de los campesinos, principalmente en el acopio de papaya, piña y palta, que son almacenados en lugares especiales adyacentes a las carreteras, donde luego de seleccionar el fruto, es embalado para ser embarcado rumbo a los distintos mercados del país. Estamos convencidos que el Perú de hoy debe continuar impulsando y fortaleciendo estas grandes jornadas de trabajo juvenil solidario y responsable para con sus comunidades y colonizaciones, así como en la afirmación de la personalidad económica de los jóvenes productores de la nueva generación. El diario "El Comercio", en su edición del 4 de Mayo de 1977 publicaba lo siguiente:

"El futuro gran centro productor de algodón del Perú: ceja de montaña".

"Se han estudiado 200 mil hectáreas en zonas altas del Perené, Satipo y Ene con buen resultado".

"El futuro centro productor de algodón está en la ceja de selva. Se están realizando experimentos exploradores para adaptar este cultivo en la selva central, con aparentes buenos resultados."

Estudios realizados por ONERN, determinaron 200 mil hectáreas en la zona del Perené, Satipo y Ene, como zonas potencialmente aptas para el establecimiento de cultivos, entre ellos prioritariamente el algodón.

Los objetivos más inmediatos son: contar con una vasta región a la que pueda desplazarse el cultivo del algodón, a fin de hacer lugar en la costa a otros cultivos alimenticios.

Igualmente, establecer la factibilidad de dedicar la zona en mención al cultivo del algodón en conexión con los factores agro-climáticos del medio,

"Precisamente ya se instaló una Estación Experimental en Pichanaki y en varios fundos de Satipo, donde se han venido realizando estos trabajos".

Sin embargo, el autor de esta Tesis, ha comprobado en Setiembre de 1980 que la Estación Experimental para el estudio del cultivo del algodón en Pichanaki, está abandonada, por el Ministerio de Agricultura hace más de un año, por lo que es necesario que los nuevos gobernantes tomen cartas en el asunto y renueven el interés original que hubo por este proyecto de investigación que puede dar magníficos frutos no sólo para Pichanaki, sino fundamentalmente para el país.

8.13 Ganadería.

Otro renglón de riqueza para el Perené y lógicamente para Pichanaki, es la ganadería, como se viene comprobando en los últimos años. En la época del coloniaje, en el Perené hubo ganado, y el Ing. Wertreman en el siglo pasado, en la expedición efectuada por el Perené se encontró en sus márgenes con ganado vacuno y según dá a entender, "este ganado proviene del que robaron de las haciendas que destruyeron hacia la mitad del siglo pasado, en la insurrección de los campos, capitaneados por Juan Santos Atahualpa".

El Padre Dionicio Ortiz refiere en su libro "El Perene", en la página 399 lo siguiente:

"No me olvidaré cuando por primera vez visité Pichanaki al ver los cientos de cabezas de ganado vacuno del Sr. Salvatierra, que después de grandes esfuerzos ha logrado constituir una ganadería modelo que llama sobremanera la atención por el número de cabezas y por los buenos pastales, lo que manifiesta el esfuerzo y la voluntad del Sr. Salvatierra, digno de todo encomio y que debe servir de estímulo y ejemplo para que otros procedan en la misma forma, y sea la zona del Perené el gran centro ganadero., que pueda surtir de carne a los pueblos de la sierra y costa, principalmente a Lima."

Sin embargo, el autor de esta Tesis, ha comprobado en Setiembre de 1980 cómo los bajos intereses de quien inmerecidamente alaba el Padre Ortiz, se han movido para que bajo las influencias políticas y militares, se considerara la "ganadería modelo" del Sr. Salvatierra, como perteneciente al distrito de Chanchamayo con lo que se anulaba a corto plazo las justas expectativas de los trabajadores del campo de Pichanaki de ser dueños de la riqueza que ellos habían contribuido a forjar con su trabajo pobremente remunerado. Día llegará en que las tierras y el ganado vuelvan al pueblo de Pichanaki y fortalezcan su riqueza.

Existen en el Perú otros centros ganaderos que cada día van en aumento y puede transformarse esa región en uno de los centros ganaderos más cercanos a la capital.

El 14 de Mayo de 1965 publicaba "El Comercio" :

"El problema N° 1 del Perú: La selva podría convertirse en despensa ganadera del país. Proyecto de la Reforma Agraria establece posibilidad de criar dos millones de reses en San Martín, mediante habilitación de 500 mil hectáreas de pastos."

"En el breve lapso de 10 años podrán llegar a Lima 10 mil toneladas de carne fresca y 16 0 mil toneladas de leche procedentes de la selva si se lleva a la práctica un proyecto presentado por la Universidad Agraria del Ministerio de Agricultura".

Con mayor motivo se podrían ejecutar estos planes en la zona del Perené, por la facilidad de la carretera y su cercanía a la capital.

El negocio de la ganadería implica un plazo más o menos lar-

go, pero bien llevado tiene resultados positivos.

En las zonas del Palcazú y Pichis, es quizás donde mayor incremento está tomando la ganadería y satisface mucho ver a todo lo largo del río, pequeñas granjas de ganado vacuno. Parte del ganado es conducido en balsas a la ciudad de Pucallpa, y otra parte es transportada en calidad de carne, en avión a San Ramón, La Merced y Lima.

La ganadería se presenta para la zona del Perené como una riqueza de primer orden, y el asunto está también en el sembrío de buenos pastales. Conversando con campesinos de la zona, el autor de esta Tesis concluyó en que la extraordinaria riqueza del suelo permite un pastoreo promedio de 3 animales por hectárea y que el establecimiento de pastos que cuenten con eficientes veterinarios para guiar en la crianza y cuidado de los animales, es fundamental.

Y habría otra fuente de ingresos en los derivados del ganado: leche, mantequilla, quesos, grasas, etc. Son enormes las ventajas de la ganadería en nuestra selva, siempre que se proceda con talento y técnica.

La cría de cerdos ofrece también ventajas económicas. Los recursos alimenticios son ilimitados, pues este animal se alimenta de maíz, yuca, plátanos, purma y otros desperdicios. Y algo también se podría decir de las granjas avícolas que ya en el Perené van tomando incremento con resultados positivos. Y la apicultura, industria explotada en Chanchamayo, favorece esta actividad el medio ambiente del Perené.

Existen en el valle del Perené algunos centros ganaderos que reportan grandes ventajas. En Pichanaki teníamos (ya pasó al distrito de Chanchamayo) la ganadería del Sr. Rolando Salvatierra, con varios cientos de cabezas, pero queda la de los hermanos Gómez, con regular cantidad. En Ashaninka, el centro ganadero del Sr. Salvatierra, dispone también de buen número de cabezas. Y en Sorshiki la ganadería del Sr. Virgilio Mori. Y se nota en los pobladores del Perené ilusiones de dedicarse a la ganadería por los buenos pastales y la ventaja de la carretera que en pocas horas los pone en la capital.

Y asegura ONERN "El Perené posee condiciones para la ganadería". Recomienda cruce con ganado Cebú y Brown Swin.

El 4 de Febrero de 1977 el diario "El Comercio" publicaba una fotografía de un centro ganadero del Perené con la siguiente leyenda:

"En valle del Perené logran éxito en cruce con ganado cebú"
 "Paulatinamente, pero con metas bien definidas, la ganadería nacional sigue su curso ascendente. Esta vista corresponde al rico valle del Perené, donde se viene logrando con éxito el cruce con ganado cebú. Los objetivos que se persigue son: alimentar mejor a la población del lugar y crear riqueza económica con el consiguiente desarrollo regional. También ha quedado comprobado el tesón del campesinado de la zona, pues implementa una buena ganadería en un medio no del todo propicio. Se considera que a la vuelta de unos años, esta zona estará entre las primeras del país en el rubro pecuario."

8.0 Madera.

Ingentes son las riquezas de madera sin explotar en la zona del Perené, y por supuesto en el valle de Pichanaki. Prácticamente recién se ha abierto esa región a este negocio por la carretera marginal inaugurada el año 1973, de Chanchamayo a Satipo, aunque su mantenimiento estuvo abandonado hasta fines de 1979, en que recién se mejora notablemente. Numerosos bosques vírgenes de árboles seculares que no habían podido ser aprovechados por falta de vías de comunicación. Hoy se le presenta al Perené, y sin lugar a dudas a Pichanaki, una época de gran negocio con la madera, aunque el autor de esta Tesis teme que suceda o que se repita lo que pasó en Oxapampa y Villarrica: tala indiscriminada que ha arruinado muchos terrenos. Subestimar el peligro de que por la intensa extracción de madera, se agoten a corto plazo las reservas.

El Estado, los Municipios, las Comunidades, deben actuar para que se cumpla un auténtico proceso de reforestación que nos permita garantizar que por un árbol derribado, se replante otro.

Puede también suceder, que en la abundancia, el negocio se reduzca a maderas nobles y de mejor calidad, con tala incontrolada de los bosques, desperdiciando así otras maderas que

tienen utilidad y pueden servir para una serie de necesidades. El autor de esta Tesis considera que el rol planificador del Estado, lo obliga a concertar con las empresas privadas que explotan la madera, un compromiso que garantice la adecuada explotación de ésta con visión futurista verdaderamente responsable. No hay que permitir que la ambición desmedida origine que un puñado de capitalistas se coma a la gallina de los huevos de oro depredando los recursos naturales impunemente.

La industria maderera se está presentando para el Perené como uno de los puntales más fuertes de su economía, y en el caso de Pichanaki es notable, pues en poco tiempo se han instalado varios aserraderos a lo largo de la carretera que cruza el distrito.

ONERN trata de los recursos forestales en el Perené, y afirma que la madera tornillo abunda desde Pichanaki hasta el I-poki.

El 22 de Diciembre de 1964 publicaba "El Comercio":

"800 especies madereras han identificado en la selva de nuestro país". "El Perené posee grandes manchas de cedro, aguano, capirona, moena, nogal, tornillo, roble, huayracaspi y otras". El citado diario publicaba una interesante fotografía de un tronco gigantesco del árbol "huayracaspi", de la selva del Alto Pichanaki, en el Perené, que fué derribado por expertos madereros luego de seis días de esforzada labor. Y luego anotaba :

"Gigantesco árbol de cuatro metros de diámetro y 120 metros de altura hallaron en selva amazónica". Era la edición del 13 de Noviembre de 1976. "El descomunal árbol denominado "huayracaspi" fué hallado por madereros que trabajan para la firma extractora Balarín Hnos., que explota los recursos forestales en la zona de Pichanaki, en el departamento de Junín."

"Agustín Goycochea, conductor de la zona boscosa expresó que "para trozar el enorme árbol contratamos al experto talador de Oxapampa, Eduardo Duarte, quien con una brigada de hombres necesito seis laboriosos días para tumbarlo, algo inusual para dichas tareas, pues los árboles más grandes han sido talados en un máximo de 1 día", enfatizó".

Igualmente refirió: "nuestro personal especializado en extracción forestal, ha calculado la vida del sin igual huayracaspi

en unos 200 años, al observar las numerosas circunferencias concéntricas que presenta el tronco". Así mismo dijo que la madera de este árbol está considerada entre las mejores en su especie, para la fabricación de muebles y enseres". Finalmente dijo "que Pichanaki está considerado como una de las mejores zonas productoras de madera de alta calidad".

En el año 1976, cuando se iniciaron los trabajos de agua potable en Pichanaki, había tan sólo un aserradero; hoy en 1980 existen doas decenas, entre los cuales figuran los siguientes: San Jorge, de Máximo Solórzano; Pichanaki, de Ratto; Monte Perené, de Ribet; Ashaninga; Ronsille; Pinto; Sueldo; Comas a de Parquet; Balarín Hnos; Monte Blanco de Scanino, etc. Se están abriendo caminos carreteros vecinales hasta los más apartados lugares, con el fin de explotar madera.

El autor de esta Tesis considera, que paralelo al proceso de reforestación que debe conducir el Estado y ejecutar la empresa privada con la fiscalización de los municipios, cooperativas y organizaciones populares; también debe concretarse cuanto antes la dación de un "canon maderero" que permita a los pueblos del Perené, y en forma especial a Pichanaki, beneficiarse con la mayor parte de los impuestos generados por la explotación de la madera, dinero con el cual se podría contribuir decisivamente al desarrollo social y económico del lugar. Se podrían dotar de servicios de agua potable y alcantarillado, hospitales, escuelas, electrificación; se podría impulsar el desarrollo de la agricultura, ganadería, pesca y caza, e incluso, quizás se podría invertir en investigaciones de minería, y hasta se lograría fomentar el turismo resaltando la belleza de la zona y mejorando las comodidades que se pueden brindar al visitante, para de ese modo lanzar un optimista: "Conozca Pichanaki primero".

08.15 Minería.

Por hoy, la minería es la que menos atención despierta en los pobladores del Perené y Pichanaki. Sin embargo, por las ruinas de ingenios antiguos que todavía se ven de la época de la colonia, se trasluce que en el Perené se explotaron al-

gunas minas, y que debe haber yacimientos de minas de diversa calidad lo aseguró el gran cateador Busso, quien permaneció varios años en la zona del Perené dedicado a la explotación de minas.

Lo que sucede en el Perené y Pichanaki, es que no tienen tiempo ni dinero para dedicarse al descubrimiento de minas por las dificultades que esto encierra, y es más fácil aprovechar de las riquezas del suelo que las del subsuelo.

Por otra parte, las minas y yacimientos se encuentran en general en las partes más altas o en las vertientes iniciales de los ríos.

En la historia se han hecho famosas las minas del Cerro de la Sal, que se extienden por la margen izquierda del Perené, y que desde tiempos antiguos atrajo a los nativos desde apartados lugares en busca de dicho condimento.

Se nota un lento despertar en este sentido pues las minas de zinc de San Vicente han despertado bastante interés en este campo. Ultimamente un grupo de japoneses ha estado haciendo estudios por la zona del Tirol, en San Ramón y se asegura que los cerros que rodean Chanchamayo y Perené, esconden ricas minas. El tiempo lo dirá.

08.6 Pesca y Caza.

El autor de esta Tesis considera que tal vez podría resultar una industria de buenos ingresos el negocio de la pesca. Sembrar el Perené y sus afluentes de peces, controlar la pesca y tomar otras medidas del caso, como saneamiento permanente de sus aguas, evitando que se echen los desagües sin previo tratamiento, podría reportar sus ventajas.

Buen número de turistas que arriban a Chanchamayo se dirigen a Puerto Libre y Pichanaki tan sólo por gustar del pescado del Perené. Se está abusando sin control del pescado de nuestros ríos, que a la larga puede extinguir algunas especies de nuestra pesca.

El 10 de Diciembre de 1974, "El Comercio" decía:

"Peligra riqueza ictiológica . Con aldrín pescan en los ríos de la selva. Se pide insistentemente el establecimiento de una Oficina especial para supervigilar la pesca en la selva. Tal como están procediendo actualmente los pescadores, se destruirán todas las especies que pueblan los ríos y lagos.

Se ha llegado a especificar hasta 426 especies, entre las que figuran ejemplares rarísimos.

En el Perené la pesca resulta un negocio, y no faltan personas que viven de la venta de pescado. Aún bajo el aspecto turístico, podría resultar esto una ventaja y fuente de ingresos.

También la caza podría ser motivo de propaganda turística. Reservar ciertas zonas del Perené, donde estuviera prohibida la entrada sin especial licencia, para salvaguardar ciertas especies que corren peligro de extinción por la caza incontrolada que existe.

Por ciertos relatos se vé que en los bosques del Perené se alimentaban variadas especies de animales pero con el ingreso de los colonos, se han ido extinguiendo y desapareciendo.

3.0 Diversas Industrias y Vida Comercial.

La selva se presta a una serie de industrias grandes y pequeñas, que con los recursos abundantes que posee, tiene un campo ilimitado. El hombre de la selva no ha entrado todavía por las pequeñas industrias, porque las necesidades humanas no le apremian. Las naciones superpobladas como el Japón, de escasos recursos materiales, es sin embargo uno de los países más industrializados del mundo. La necesidad le ha obligado a recurrir a todos los medios a su alcance y se ingenia para conseguir materia prima que poseen otros países, para transformar esa materia en cosas y objetos útiles para el hombre. En nuestra selva se pierde y se desperdicia mucho por falta de debidos conocimientos en la materia.

El Perene, y por ende, Pichanaki, se prestan enormemente para la instalación de diversas industrias. Hace falta personas ingeniosas que se preocupen de este asunto. Fábricas de jugos de frutas, fábricas de escobas, etc., etc. Y el caso viene lo que el autor de esta Tesis conversaba con un grupo de pobladores de Pichanaki: "En los actuales momentos es necesario buscar otras actividades que permitan al agricultor de la selva, mejorar su situación económica. En este sentido existen muy buenas posibilidades mediante la utilización de materias primas naturales en la elaboración de bebidas gaseosas, jugos

naturales y conservas".

"La selva alta es capaz de producir toda clase de frutas tropicales y algunas semi-tropicales tales como naranjas, limas, toronjas, mandarinas, piñas, papayas, coconas, maracuyas, plátanos, mangos, fresas, paltas, cajues, guanábanas, etc., las cuales podrían muy bien utilizarse como materia prima básica en la elaboración de jugos y bebidas gaseosas, ahorrándose de este modo muchos millones de soles que la industria de gaseosas gasta en la importación de esencias y anilinas".

La mujer también tiene en la selva un campo propicio para sus actividades femeninas. La naturaleza le ofrece material abundante para que con sus habilidosas manos haga trabajos manuales que en la capital y otras ciudades suelen tener gran aceptación. Se pueden preparar interesantes colecciones de insectos y mariposas que tienen muy buena salida.

Y si nos queremos referir al nativo campá del Perené puede presentar artísticas obras en telar que causan admiración por su originalidad y arte.

Existe mucho interés por visitar a los grupos nativos del Perené, cuyos trabajos atraen buen número de turistas y puede resultar una fuente de ingresos. El 3 de Mayo de 1976 publicaba "El Comercio":

"Los nativos de Marankiari han logrado elaborar correas, pretinas y hasta bolsos, los cuales son comercializados en la VI Feria Artesanal de la mujer campesina de La Molina"

Y también para el Plan de Industrialización, se podrían aprovechar las caídas de diversos afluentes que arrojan sus aguas al Perené. El 17 de Enero de 1979 "El Comercio" publicaba:

"Inventario de Recursos Hidroléctricos de la Selva". "Electroperú suscribió un contrato con la empresa soviética Technopromexport, para evaluar los recursos hidroeléctricos de la cuenca del Alto Ucayali. En virtud del contrato la empresa hará una evaluación de las posibilidades de generación hidroeléctrica en la zona del Alto Ucayali que comprende el curso de los ríos Ene, Perené y Tambo".

Durante el 1er. semestre de 1980 se ha realizado el estudio

de factibilidad por parte del Ministerio de Energía y Minas y Electroperú, para la construcción de una Mini Central Hidroeléctrica que sirva al pueblo de Pichanaki, para lo cual se aprovecharía la caída precipitada del río Alto Cuyani, uno de los afluentes del río Pichanaki. Con motivo de la realización de dicho estudio viajó el personal técnico del programa televisivo "Imágenes del Perú", a la zona de Pichanaki en Mayo de 1980, realizando un informe completo al respecto. Es de esperar que todo esto no quede solamente en un despliegue espectacular de noticia y el Gobierno lo haga pronto realidad.

1.0 Vivienda.

La mayoría de las viviendas son de madera, aunque existe una tendencia marcada a construir casas con material de concreto. Originalmente los lotes eran de 30 metros de frente por 20 metros de fondo. Progresivamente se han ido transformando en lotes de 15 x 20 m², y en gran porcentaje de 10 x 30 m².

El área total del pueblo actualmente es de 92 hectáreas, perfilándose una futura estructura urbana.

Aún constituye un problema la no entrega de títulos de propiedad, lo cual impide la elaboración del plano catastral definitivo para Pichanaki. Es de esperar que las nuevas autoridades municipales, seleccionen pronto este impase.

Los tramos de las calles de esquina a esquina, son en su mayoría de 118 metros los orientados de Norte a Sur; y de 78 metros, los orientados de Oeste a Este. En su totalidad no son asfaltadas.

La forma de tenencia de la vivienda se manifiesta como propietarios, inquilinos, allegados o usufructo, predominando mayoritariamente los propietarios.

Actualmente existen 1,200 viviendas en Pichanaki, de las cuales muy pocas son de dos ó más pisos.

1.0 Servicios Públicos.

10.1 Gobierno Local.

Existe el Concejo Distrital de Pichanaki, representado por

el Alcalde, el Teniente Alcalde y los Concejales. Además existe la Gobernación ejercida por el Gobernador de Pichanaki.

0.42 Policía.

Existe un Puesto de la Guardia Civil que funciona en su propio local.

0.43 Educación.

Existen tres Centros Educativos y todos son estatales:

-Centro Educativo Inicial N°380 (Jardín de Infancia).

-Núcleo Educativo Comunal N°41 (Secundaria).

-Centro Educativo N°30895 (Primaria).

Están regentados por religiosas franciscanas y un selecto grupo de profesores seculares. En total existen alrededor de 1,200 alumnos, de los cuales el 90% es de Pichanaki; prácticamente el 50% de la población escolar son varones.

0.44 Salud.

Existe un Hospital Rural con dos Pabellones; con una cobertura de 30 camas; un médico que no se encuentra permanentemente por los constantes viajes que debe hacer a La Merced y a las comunidades. En Setiembre de 1980 se encontraban haciendo su Servicio Civil de Graduandos tres señoritas enfermeras y un graduado en medicina, cumpliendo gran labor social y comunitaria.

También cuentan con un par de boticas para la venta de medicamentos y aplicación de inyectables.

0.45 Justicia.

Existe un Juzgado de Paz para resolver los problemas de justicia correspondientes a esta instancia.

0.46 Comunicaciones.

No existe comunicación telefónica. Sin embargo, funciona una

Oficina de Correos y Telégrafos. Funciona una línea de camionetas que hacen diariamente el viaje La Merced-Pichanaki-La Merced y en Setiembre de 1980 cobraban 1,200 soles por persona.

10 07 Alimentación.

Poseen un Mercado Público y también realizan ferias de productos alimenticios.

10 08 Electricidad.

No cuentan con fluido eléctrico para toda la ciudad; sólo disponen del mismo aquellos que poseen motor propio, como el Hospital, un hotel y una que otra casa particular.

10 09 Alojamiento.

Existen dos hoteles; uno de ellos con 10 cuartos y otro con 6 solamente.

10.0 Restaurantes.

Hay numerosos restaurantes que ofrecen comida a la carta ó pensión, según el gusto del cliente.

1011 Agricultura.

Existe una Oficina del Ministerio de Agricultura y Alimentación y se supone que debería funcionar el Centro de Investigación Agrícola de la Universidad Nacional Agraria, aunque hace más de dos años que no realiza ninguna actividad.

10.2 Religión.

Existe una Parroquia Católica y un Convento de Madres Franciscanas. Inicialmente fueron 4 monjitas: Teresa, Margarita, Casilda y Maria Cruz. Actualmente cumplen generosa y abnegada labor social, educativa y sanitaria cinco monjas franciscanas del Espíritu Santo de Montpellier, a saber:

-Casilda Rilova.

- María Cruz Ramirez.
- Teresa Fernandez.
- Margarita Torrecilla.
- Paula Murillo.

Además existen numerosas sectas religiosas, entre otras tenemos:

- Adventistas.
- Testigos de Jehová
- Mormones.
- Israelitas.

.1013 Organización Vecinal y Comunal.

El pueblo de Pichanaki ha constituido una serie de Comités con responsabilidades relativas a los servicios que aún no existen en esta ciudad, y son los siguientes:

- Comité pro-electrificación.
- Comité pro-porta telefónica.
- Comité pro-Biblioteca Municipal.
- Comité pro-Instalación de Oficinas Bancarias.
- Comite pro-Edificación del Mercado Modelo.
- Comité pro-Alcantarillado.
- Comité pro-Ampliación de Aulas de las Escuelas.

Además funcionan otros Comités de apoyo al Concejo Distrital y de responsabilidad de algunos servicios, tales como:

- Comites de Desarrollo Sectorial.
- Comites de Desarrollo Multisectorial del Distrito.
- Comité Cívico de Apoyo a la Guardia Civil.

-Junta Administradora del Servicio de Agua Potable de Pichanaki, que antes fué Comité pro-Agua Potable. Es presidida por el Sr. Abel Yip, siendo Tesorero el Sr. Natalio Benitez. Bajo su responsabilidad se realiza el cobro de tarifas a los usuarios, siendo ésta actualmente (Setiembre 1980) de 200 soles mensuales, aunque sólo el 50% está al día en sus pagos. Se estuvo cobrando \$ 26,000 por conexión domiciliaria, aparte de los gastos de materiales, para aquellos que no trabajaron ni colaboraron cuando recién se constituyó el Sistema, representando esa cantidad el aporte

familiar, el equivalente de tareas de trabajo y el aporte por vianda. Actualmente se ha suspendido la instalación de conexiones domiciliarias.

Además, la Junta de Agua Potable responde la operación y mantenimiento del Servicio; el cumplimiento de este trabajo recae en el Sr. Jacinto Miliano Calzada y un equipo de obreros eventuales que se ocupan de las reparaciones y cambio de tuberías; del mantenimiento de la captación, reservorio, sedimentador y filtros; y también del accionar de las válvulas. Se puede afirmar que esta tarea es cumplida medianamente, por el bajo jornal al operador del sistema y por el crecimiento del mismo.

CAPITULO II

FINES QUE SE PERSIGUEN CON LA PRESENTE TESIS

2.1 INTRODUCCION.

Es sabido que desde el punto de vista físico-químico, el agua posee propiedades y comportamiento singulares, y por eso se ha dicho, paradójicamente, que es una sustancia "poco común", pese a que nos hemos gestado en ella y "somos agua" en un 70% de nuestro peso.

La vida humana navega en un extraño flujo de agua entre proteínas, lípidos, glúcidos y minerales, y en la historia, ella ha sido el testigo secular de nuestras grandezas y miserias.

Los Ingenieros Sanitarios nunca dejamos de recalcar la importancia del agua para la vida, sin embargo, ésta nos parece siempre una realidad tan obvia que nos sentimos cada vez más avergonzados de tener que señalar el hecho de que sin agua el hombre no puede vivir.

Es evidente que el hombre necesita ineludiblemente eliminar sus desagües cotidianamente y hacerlo de manera que se proteja su salud y la de sus vecinos.

Lo que ocurre es que las singularidades del agua potable y la eliminación de desagües, no se circunscriben al ámbito de las ciencias naturales. Siendo como es, esencial para la vida y el bienestar, les exigimos cada vez con más frecuencia en los últimos tiempos -y esto es un reclamo original- que "justifiquen" sus aspiraciones prioritarias en los planes de inversión. Se difunden ahora los estudios de factibilidad para establecer la solidez económica y técnica de los proyectos en los que el agua está destinada al consumo humano. Los que manejamos el agua desde las fuen-

tes hasta su destino final, y diseñamos y construimos los sistemas de desagüe, solemos sorprendernos de estas exigencias; y las sorpresas del hombre de la calle han de ser aún mayores que las nuestras, pese a que generalmente frunce el ceño cuando le demostramos cuanto cuesta y cuanto vale el agua potable puesta en su grifo domiciliario y el servicio de eliminación de desagües.

Esta justificada nuestra actitud?

Al asomarnos apenas a cualquier libro de Economía, nos enteramos enseguida que se trata de una "ciencia triste", como decía Carlyle, que se ocupa de la utilización de recursos escasos para satisfacer necesidades crecientes. El uso pleno y eficiente de esos recursos nos conduce al delicado problema de cómo asignarlos para obtener su máximo provecho; y así entramos en la teoría económica, la elección entre usos alternativos de los recursos y la teoría de las decisiones.

Los economistas nos dicen con buenos argumentos, que los recursos deben ser usados plena y eficientemente a través de decisiones racionales para lograr el bienestar máximo de la comunidad. Pero el bienestar no se deja encasillar fácilmente en fórmulas matemáticas.

Resulta verdaderamente imposible, en principio, construir una función del bienestar social que obedezca a todos los criterios que parecerían racionales a una sociedad democrática, y tal construcción resultaría posible sólomente en casos de preferencias impuestas.

Filosofando en torno del bienestar no vamos a resolver los problemas de los más de 2,000 millones de personas que vi-

ven y mueren en estado de subdesarrollo. Es así que con fines prácticos se considera que el producto nacional neto es una medida significativa del bienestar, sin dejar de tener en cuenta que la estimación de la renta nacional presenta muchos puntos débiles y que como índice de desarrollo, aparece asociada a su equitativa distribución. Confucio sentenciaba: "Dadme sólo en la vida una casa llena de libros, un jardín repleto de flores y tendré suficiente"; pero, algún analista estudioso escrutando en las estadísticas de las Naciones Unidas, diría que poblamos un mundo que crece al ritmo de 50 millones de habitantes por año, con 2,000 millones de personas que sólo reciben el 15 y el 20% del ingreso mundial, y en el que padecen bilharziasis unos 150 millones de personas, de tracoma 500 millones y de filariasis 250 millones, todas radicadas en los países menos desarrollados.

En este mundo nuestro de la electrónica, el automatismo y los viajes espaciales, todavía hacen estragos la tuberculosis, la lepra y el paludismo, pese a que en las regiones más desarrolladas muere más gente por exceso de elementos que por falta de ellos.

Unas pocas cifras nos han puesto sobre el camino a seguir. Es posible filosofar frívolamente o seriamente sobre el bienestar y el arte de vivir, pero las elecciones extremas, son tan solo eso: elecciones singulares. Jamás ha existido una Sociedad Temporal de santos o de sabios y poetas estoicos. La mayoría de la gente no elige su forma de vida; ella le viene impuesta por el medio económico y socio-cultural en el que nace y se desarrolla; medio con frecuencia tan hostil que muchos mueren antes de tiempo atacados por afecciones transmisibles que en las sociedades más desarrolladas casi han desaparecido..

Nuestras preguntas claves han de ser entonces de este tipo:

-Cuántas personas carecen de agua potable?

-Cuántas calorías debemos suministrarles?

-Cuánta habitación decente queda por construir?

-Qué servicios mínimos deben suministrarse a una gran masa de población para poder calificar su modo de vida como auténticamente humano?

Las respuestas las vienen dando en gran medida, la ciencia y la técnica, y las soluciones, -a su modo- el industria-

lismo, la mecanización, el urbanismo, etc, con toda su patología y el correlativo debilitamiento de los fines últimos.

El desarrollo nos depara bienestar material y acceso a una cultura de masas pre-fabricada, pero somos conscientes que no obstante haber sido aceptado por todos los países del globo, es todavía un tosco instrumento utilizado para perfeccionar ese producto semi-elaborado que es el hombre actual.

Nos atrevemos a afirmar que quienes andamos en esto del agua potable y alcantarillado, somos "desarrollistas humanistas" por vocación y "desarrollistas cuantificadores" por necesidad. Toda evaluación, toda cuantificación, es así aceptada como un medio para alcanzar un fin superior. La producción y distribución de salud no pueden quedar a merced de factores naturales. La salud y la educación son variables, autónomas del desarrollo. Estas afirmaciones axiomáticas suelen ser objetadas por algunos economistas y ello nos impulsa a volver a las cifras.

Según cifras del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en Diciembre de 1962 carecían de agua potable y alcantarillado casi tres cuartas partes de la población de 19 países de América Latina estudiados; estas diferencias son aún más grandes en cuanto a servicio de alcantarillado.

Las deficiencias en el Perú en el campo de saneamiento ambiental son considerables, a pesar de los esfuerzos crecientes que en los últimos años se hicieron para mejorarlo. En 1973 sólo el 43% del total de la población del país, tenía conexiones domiciliarias a los sistemas de agua potable, y sólo el 29%, a los sistemas de alcantarillado.

Estas estadísticas colocan al Perú en el vigésimo lugar en términos de servicios de alcantarillado entre los países latinoamericanos y del Caribe. Con respecto a las conexiones domiciliarias para sistemas urbanos, el porcentaje del Perú en ambos servicios en 1973 fueron del 55%, colocando al Perú en el décimosexto lugar respecto a abastecimiento de agua, y en el cuarto lugar respecto a alcan-

tarillado con relación al mismo grupo de países en los cuales los promedios fueron del 64% y 39% respectivamente. Las condiciones que se acaban de mencionar dieron por resultado que en el Perú se registrase el índice más alto de casos de tifoidea, comparado con los países latinoamericanos y del Caribe, y lo colocaron también en el décimoquinto lugar en cuanto a mortalidad infantil, y en el noveno lugar en expectativa de vida.

Frente a estas cifras surgen algunas interrogantes:

-Puede ser el concepto de "bienestar" tan elástico que admita una estructura del consumo de bienes y servicios que nos enfrente con frecuencia a la insólita escena del televisor y del automóvil frente a la vivienda mal diseñada, con abastecimiento sospechoso de agua potable, y rudimentario y peligroso sistema de alejamiento de aguas servidas?

-Si el objetivo de la programación es lograr la renta nacional máxima, intentando maximizar la cuantía de la inversión y hacer óptima su composición, -el concepto de lo óptimo debe tener una connotación exclusivamente cuantitativa o admite alguna valoración cualitativa en el sentido de que no puede haber auténtico bienestar sin salud e higiene?; en otros términos: Que explicación podemos dar, desde el punto de vista social, a la escena del niño afectado por una gastroenteritis derivada de la ingestión de agua no potable, que se entretiene con juguetes de plástico frente al televisor; o la del adulto atacado por una afección de origen hídrico que usa jabón perfumado y quizás papel higiénico de colores para su aseo personal?

-Si bien es cierto que el aumento general del nivel de vida y la diversidad y volúmen de la actividad económica traer aparejados a la postre, una mejora en las condiciones sanitarias, -en los países subdesarrollados o en proceso de desarrollo el rodeo no resulta muy dilatado y demora el bienestar general que proporciona una buena infraestructura de servicios?, -En que medida estamos logrando el tan mentado desarrollo equilibrado?

Entre tanto el Ministerio de Economía de turno, responsable entre otras cosas de la muy realista y necesaria tarea de equilibrar gastos y recursos, soporta la presión constante

de empresarios, gremialistas, políticos, funcionarios, educadores, "desarrollistas", "estructuralistas" y "monetaristas", embarcados todos objetiva o interesadamente, en la búsqueda de soluciones. Y además, cómo formular programas practicables apoyándose sobre un movedizo terreno de estadísticas incompletas, insuficientes o erróneas, necesidades crecientes derivadas de aspiraciones quizás exageradas frente al esfuerzo que se realiza para merecerlas, métodos de evaluación incompletos e inadecuados, mecanismos de coordinación o programación rudimentarios, escasez de recursos instrumentales y humanos, etc. ?; hemos de admitir por consiguiente que la tarea de los organismos de planeamiento es compleja y difícil. En lugar de preparar planes que suelen semejarse a listas de aspiraciones interesadas o emocionales, nuestra actitud debe ser la de considerar los proyectos como ecuaciones técnico-económico-sociales, y la de promover la realización de una tarea en equipo que integre las capacidades y axiologías de los diversos especialistas en cuyas manos está la programación y la materialización del desarrollo.

Correlativamente parece lícito esperar que los economistas y programadores no nos exijan evaluaciones rigurosas de los proyectos económico-sociales, cuando aún no se dispone del instrumental matemático para cuantificar la totalidad de los beneficios de ciertos proyectos de esa naturaleza. En particular es muy difícil ponderar la influencia de las funciones de salud en un sistema integrado para el progreso y el bienestar. Que esa influencia existe, es evidente, y no se la puede marginar porque no se haya logrado medirla adecuadamente; así lo han entendido algunos organismos internacionales de crédito, pero es riesgoso para el futuro de los abastos de agua insistir en la simple enunciación declarativa de sus beneficios.

Para tener éxito en la puja de prioridades, ya sea para obtener fondos o financiación, debemos aprender a "vender proyectos", como se ha dicho gráficamente. Los estudios de factibilidad son una "moda pasajera". Siempre hubo alguna evaluación económico-social explícita o implícita, pero en la actualidad la explosión demográfica, la expansión urba-

na, la prolongación de la expectativa de vida, las nuevas actitudes de los grupos sociales que ha sido calificada como la "revolución de las aspiraciones", presionan sobre la producción de bienes y servicios, y obligan a aumentar cada vez más la productividad de los recursos y a afinar los criterios y métodos para fijar las prioridades de inversión.

En síntesis, mientras ciertas minorías -de vuelta de la opulencia- deambulan entre "el ser y la nada", los sanitarios, economistas, ingenieros, sociólogos, etc., estamos siempre de ida, y algunos de nosotros, permanentemente ocupados en nuestra un poco pedestre tarea -frente al brillo y prestigio de la producción de ciertos bienes conspicuos- de proyectar, construir y operar servicios de agua potable y alcantarillado. Dentro de ese derrotero nos hemos impuesto al hacer esta Tesis un intervalo de estudio, diálogo y crítica para poder hacerlo cada vez en mayor cantidad y mejor calidad.

Se ha dicho que la provisión de agua potable tiene dos funciones principales: una se concentra en el ataque de la morbi-mortalidad, por afecciones de origen hídrico; la otra es su función económico-social. Aún en nuestro país la primera función es todavía sumamente importante y alcanza una notable vigencia. La segunda es trascendental, es vista del grado de urbanización y de desarrollo que pretendemos alcanzar. En el terreno económico-social, además de constituir un baluarte del sistema de defensas sanitarias, se convierte en una suerte de materia prima que preserva de energía humana y apuntala toda la estructura material y social del país.

Si la prevención está sustituyendo a la medicina asistencial en gran medida por vía de la vacunación obligatoria, con criterio análogo cabría prohibir la ingestión de aguas no potables, pero ya no se trata de evitar sólo la enfermedad y su portador -lo que de suyo es fundamental- sino que en la sociedad moderna la falta de agua o las deficiencias de su provisión paralizan o mutilan el desenvolvimiento de toda la comunidad.

Luego de esta no tan breve, pero sí necesaria introducción,

es posible tratar en concreto de los fines que se persiguen con la presente Tesis para el pueblo de Pichanaki, los cuales son: saneamiento básico y desarrollo socio-económico.

2.12 SANEAMIENTO BASICO.

Antes del año 1976, cuando aún no existía un servicio de abastecimiento de agua potable en el pueblo de Pichanaki, era realmente impresionante la incidencia que tenían las enfermedades de origen hídrico en los índices de morbilidad y mortalidad, sobre todo a nivel infantil. Gracias a la gentil colaboración brindada por las religiosas franciscanas que apoyan la labor médica y sanitaria que se realiza en el Hospital Rural de Pichanaki, el autor de esta Tesis ha podido informarse de lo siguiente:

-Antes de 1976, el 32% de las muertes de pobladores de Pichanaki eran ocasionadas por enfermedades de origen hídrico.

-El 80% de las muertes ocasionadas por enfermedades de origen hídrico afectaba a niños menores de 5 años.

-Prácticamente 1 de cada 7 niños que nacían no alcanzaba a vivir un año de edad por culpa de las enfermedades hídricas.

-Además, el 47% de las enfermedades transmisibles que afectaban a la población eran de origen hídrico.

Felizmente a mediados de 1976, se construyó el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo, la Dirección Técnica de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud y la acción decidida del pueblo de Pichanaki.

La información que tenemos sobre índices de morbi-mortalidad del Hospital de Pichanaki para el año 1978, es el siguiente:

-Sólo el 3% de las muertes de pobladores de Pichanaki eran ocasionadas por enfermedades de origen hídrico.

-Lógicamente, siempre los niños eran los más afectados por las enfermedades de origen hídrico, a pesar de su

notable disminución, pero lo extraordinario era que ahora sólomente 1 de cada 70 niños que nacían, no alcanzaba a vivir un año de edad por culpa de las enfermedades hídricas.

-Además, sólo el 5% de las enfermedades transmisibles que afectaban a la población, eran de origen hídrico. Lamentablemente el crecimiento explosivo de la ciudad, originó un notable desmejoramiento en el servicio, tanto porque habían importantes núcleos poblacionales que no tenían el agua potable directamente en sus casas, como porque los que tenían la suerte de aún contar con ella, comprobaban que su calidad había sido gravemente afectada por el deficiente funcionamiento de la Planta de Tratamiento diseñada como todo el sistema, para una población que prácticamente había sido triplicada. Es así como los índices de morbi-mortalidad, experimentan esta vez alteraciones dolorosas según la información del Hospital Rural de Pichanaki.

Tenemos en 1980 los siguientes datos:

-Prácticamente el 10% de las muertes de pobladores de Pichanaki, son ocasionadas por enfermedades de origen hídrico.

-Como siempre, el 80% de las muertes ocasionadas por enfermedades de origen hídrico, afectan a niños menores de 5 años.

-Se comprueba que 1 de cada 25 niños que nacen no alcanza a vivir un año de edad por culpa de las enfermedades hídricas.

Frente a este patético cuadro del significativo retroceso que se ha originado en la salud individual y colectiva del pueblo de Pichanaki, especialmente de su niñez, es natural que se presente como primer objetivo de esta Tesis, acabar de una vez por todas, con las enfermedades de origen hídrico, dotando de agua potable a todos los sectores de la población, y por supuesto recomendar una mejor educación sanitaria, de manera que en las próximas estadísticas queden en blanco los espacios señalados para expresar las muertes o enfermedades originadas por ingerir agua contaminada. Es absolutamente necesario que para cumplir este propósito también se realicen paralelamente las obras de alcantarillado, pues una buena eliminación de los desagües fortalecerá

vicio de Agua Potable se ha quedado corto; además no se ha construido aún el Sistema de eliminación de desagües. Esto origina un estancamiento en el desarrollo socio-económico, situación que todos los pobladores no están dispuestos a permitir y por eso gestionan mediante su Junta Administrativa del Agua Potable ante la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, la necesidad de la Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable e instalación de Desagües para Pichanaki. La DIS les ofrece la realización de estudio de campo y elaboración de proyectos para los cuales las autoridades y el pueblo de Pichanaki, deberán buscar financiamiento ya que la DIS sólo abarcaba poblaciones rurales y Pichanaki ya se había convertido en población urbana.

Es así como el autor de esta Tesis, considera que como objetivo número dos de la misma, se suscribe la necesidad de contribuir al desarrollo socio-económico del pueblo de Pichanaki, sugiriendo la posibilidad de que Pichanaki se convierta en un pueblo piloto de la colonización en la selva central, sirviendo de ejemplo para el progreso y superación en todo sentido.

Estamos convencidos que la conversión en obra de este proyecto de Tesis, será un factor desencadenante, o por lo menos coadyugante de los siguientes Proyectos:

a)- La electrificación del sector urbano del Distrito, ya que existiendo estudio de factibilidad de Electro Perú, sólo falta persuadir al más alto nivel para obtener consideración prioritaria en el Plan Nacional.

b)- La construcción de un puente en el paraje denominado "Shimpitinani", a 4.5 Kms. de Pichanaki, el cual daría salida a más de 22 anexos ubicados a lo largo de la margen izquierda con una población aproximada de 15,000 habitantes. Contribuiría a la explotación de vastos terrenos aptos para la agricultura y ganadería, extracción de ingentes bosques madereros; así mismo, se continuaría la construcción de carreteras a los pueblos como Puerto Bermudez, Oventeno, Atalaya, pueblos del Gran Pajonal, proyectándose hasta la frontera con el Brasil, con el consiguiente incre-

mento de divisas en el mercado nacional e internacional, y la comercialización de productos que en la actualidad se pierden por falta de medios de comunicación, y muy en especial, por la falta de un puente en el lugar antes mencionado, el mismo que ha sido solicitado al Ministerio de Transportes y Comunicaciones Grupo 3, con sede en la Merced, Chanchamayo, y cuyo informe favorable ha sido remitido a la Oficina de Dirección Regional de dicho organismo.

c)- También se encuentra en pleno estudio la construcción de un Complejo Turístico, en un área estimada de - - 4,000 m².

d)- Del mismo modo, considerando la necesidad de la intercomunicación con los pueblos de la selva central y del territorio nacional, se tiene proyectado la construcción de un aeropuerto, el cual daría un impulso en el aspecto socio-económico.

e)- Así mismo se viene solicitando la construcción de una posta telefónica que ayudaría a tener una comunicación directa con las diversas ciudades del país.

f)- Construcción del Complejo Deportivo sobre un área de 40,000 m².

g)- Edificación del Mercado Modelo sobre un área de - - 6,000 m².

h)- Forestación y ornamentación de la Avenida principal.

i)- Construcción de veredas y ornamentación de la Plaza de Armas.

j)- Gestionar para la instalación de Oficinas Bancarias.

Para la cristalización de estos Proyectos es imprescindible contar con un pueblo sano; con trabajadores que no abandonen ni interrumpen su trabajo por enfermedades, que de existir agua potable y alcantarillado, serían radicalmente eliminadas.

CAPITULO III

DESCRIPCION Y EVALUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE

3.01 GENERALIDADES.

El sistema de Agua Potable existente se construyó durante el segundo semestre de 1976, en base al proyecto elaborado en Junio de 1976 por la División de Estudios y Proyectos de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud. El sistema es del tipo gravedad con tratamiento y consta de una Captación, Planta de Tratamiento, Línea de Conducción, Reservorio, Línea de Aducción, Red de Distribución, y Conexiones Domiciliarias. Causa una de las partes del sistema será motivo de descripción y evaluación, para así poder ver la posibilidad de ser utilizadas en el nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, tema de esta Tesis.

3.02 CAPTACION.

Se captan las aguas superficiales del riachuelo que baja por la quebrada "Palmapata" (conocida antes como Pichuanaki), a una distancia de 1,400 metros del pueblo. En el Proyecto original de 1976 se le describía como que presentaba un régimen de aguas constante durante todo el año, con un caudal mínimo de 17.1 lt/segundo. Sin embargo, el autor de esta Tesis ha verificado en el estudio de campo realizado en Setiembre de 1980, mediante un nuevo aforamiento, que sólo rinde dicha fuente un caudal de 8 lt/segundo, el cual sólo satisfacería a la tercera parte de la población, a no ser porque el abastecimiento de agua se hace según sectores de consumo durante ciertas horas del día.

La Captación propiamente dicha la constituye un revestimiento del canal del riachuelo en una longitud de 2.00 x 0.50 x 0.80 m. de profundidad, una caja perpendicular al canal de 1.30 x 1.50 m. de sección y 0.80 m. de profundidad (medidas interiores), con un vertedero triangular para regular el gasto de entrada a la Planta de Tratamiento. Esta caja tiene un aliviadero que va a dar a otra caja de 1.30 x 1.40 m. de sección y de la cual sale un desagüe que conducirá el agua a reposar. Evaluando esta captación se puede afirmar con seguridad

que se encuentra en buen estado, y que si fuera necesario, podría integrarse como parte del nuevo sistema contribuyendo así al abastecimiento de agua.

3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO.

Consiste en:

A. Sedimentador:

Es de sección rectangular de 9.0 x 3.0 m. (medidas interiores y 1.20 m. de profundidad útil, para un supuesto período de retención de 2 horas y 15 minutos, según el Proyecto original, lo cual sería suficiente para un normal funcionamiento debido a la calidad del agua. Sin embargo, actualmente el sedimentador trabaja sobrecargado disminuyendo el período de retención a 1 hora y 7 minutos, y con ello, la eficiencia del tratamiento.

B. Filtros Lentos:

Están constituidos por dos unidades de filtración, cada una de las cuales tiene las siguientes medidas: 7.70 m. de largo; 3.75 m. de ancho y 2.80 m. de altura útil (como medidas interiores); fué diseñada para un rango de trabajo desde 2.67 lt/seg. hasta 4.68 lt/seg. y pensando en que los filtros trabajarán con una tasa de filtración de $6.03 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$. Lógicamente, hoy al trabajar con 8 lt/seg. supera el rango de diseño y los filtros trabajan con una tasa de filtración de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$, en desmedro de la calidad de agua filtrada.

El medio filtrante lo constituye una capa de arena de 1.00 m. de espesor, de las siguientes características:

-Tamaño efectivo: 0.25 a 0.35 m.m.

-Coeficiente de uniformidad: 2 a 3.

El apoyo del medio filtra nte está constituido por 0.50 m. de espesor de grava clasificada, según se indica a continuación:

-20 cm. con material de 3/4" a 2"

-15 cm. con material de 3/8" a 3/4"

-15 cm. con material de 2 m.m. a 3 m.m.

Ambas estructuras son de concreto armado y se encuentran en buen estado y mejorando su mantenimiento, es posible incorporarlas al nuevo sistema de agua potable de Pichanaki, con las restricciones propias de los rangos de trabajo que permitan la mayor eficiencia de la Planta de Tratamiento.

.04 Línea de Conducción.

Se encuentra instalada desde la Captación hasta la Planta de Tratamiento, y de allí al Reservorio existente. Consta de 1,422 metros de tubería, Clase 7.5, C = 140, que de acuerdo a sus diámetros se divide en:

Ø 4" - - - - 649 metros.

Ø 3" - - - - 773 metros.

Además, existe instalada una válvula de purga Ø 2" a unos 900 mts. de la Captación, y los accesorios necesarios para su normal funcionamiento.

No existiendo fugas ni obstrucciones, se puede decir que esta línea de conducción existente es rescatable para el nuevo sistema.

.05 Reservorio.

Existe construido un Reservorio apoyado circular de 80 m³. Posee 5.65 mts. de diámetro interior y 3.20 mts. de altura de agua, con muros de 0.14 m. de espesor, y cubierta en forma de cúpula de 0.06 m. de espesor. El fondo, muros y cubierta, son de concreto armado de f'c= 210 kg/cm². Además lleva adyacente su respectiva cámara de válvulas.

Originalmente se proyectó para almacenar un volumen de regulación que cubría el 27.5 % del consumo promedio diario.

Actualmente sólo almacena un volumen de regulación que cubre el 8% aproximadamente.

Sin embargo, estructural e hidráulicamente, tanto el Reservorio como la Caseta de Válvulas, reúnen las condiciones para ser utilizados si es que así lo requiriera el nuevo Proyecto.

Lo que si debemos dejar bien claro es que el sistema de desinfección previsto en el Proyecto Original mediante el uso de cuatro hipocloradores de flujo difusión en el Reservorio, jamás ha funcionado por falta de iniciativa de la población y de supervisión eficiente del sistema, lo cual debe corregirse radicalmente en el futuro inmediato.

1.06 LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION.

Fue diseñada para conducir el gasto máximo horario de la entonces población de diseño, o sea que el Qmh fue igual a 10.08 lt/seg. Hoy en día por lo menos este consumo es triplicado en requerimiento, aunque en la práctica se encuentre limitado por las tuberías Clase 7.5, C=140, de acuerdo a los siguientes diámetros:

- Ø 4" - 2,350 mts.
- Ø 3" - 1,294 mts.
- Ø 2" - 6,332 mts.

En el sistema existente se encuentran instaladas las válvulas y accesorios correspondientes que permitieron el normal funcionamiento y las ampliaciones realizadas. Es importante subrayar que de ser necesario utilizar las tuberías de aducción y distribución existentes para el nuevo Proyecto, la evaluación efectuada por el autor de esta Tesis, garantiza que no habiendo roturas ni obstrucciones, ni mal funcionamiento de la red, sí es posible contar con las instalaciones existentes para el nuevo sistema de agua potable de Pichanaki.

1.07 CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Originalmente se instalaron 248 conexiones; sin embargo, a la fecha se cuenta con 701 conexiones domiciliarias que representan prácticamente el 60% de la cobertura total del servicio, vale decir, que el nuevo sistema deberá completar el 40% de la población actual en lo que a

conexiones domiciliarias se refiere este Proyecto.

3.08 Conclusiones :

Como una consecuencia lógica de los siete incisos precedentes, se deriva la conclusión importantísima de que es posible contar con todo el Sistema de abastecimiento de Agua Potable existente, siempre y cuando así se considere necesario para complementar y apoyar las nuevas obras que se diseñaran en el nuevo Proyecto de Agua Potable de Pichanaki; y es natural que así lo sea porque habiéndose construido las obras existentes tan solo hace 4 años con un período de diseño de 20 años, éste ha sido superado por el crecimiento explosivo de la población, quedándose corto el Sistema para abastecer a una población que es casi el triple de la considerada en el diseño, pero sin embargo, la vida útil de todas y cada una de las partes integrantes del sistema, recién ha sido agotada en su quinta parte, por lo que se justifica plenamente su uso.

CAPITULO IV

POBLACION

4.01 POBLACION ACTUAL.

Originalmente Pichanaki figura con una población de 78 habitantes según el censo Nacional de 1961.

Posteriormente, de acuerdo con el Censo Nacional de 1972, se observa un leve crecimiento de la población de Pichanaki, llegando a tener 154 habitantes.

Es en el año de 1976 cuando gracias a los primeros estudios realizados por el personal del Plan Nacional de Agua Potable y Alcantarillado Rural del Ministerio de Salud, se observa un crecimiento importante alcanzando la población de Pichanaki a tener 1,575 habitantes.

Más Tarde, en el año 1978, nuevos estudios del personal del P.N.A.P.A.R. del Ministerio de Salud, determina la existencia de 2,055 habitantes.

Finalmente, en Agosto de 1980, el Secigrista Bachiller en Ingeniería Sanitaria Juan Humberto Olivera Vega, autor de esta Tesis, realiza un viaje al Departamento de Junín, comisionado por la División de Estudios y Proyectos de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, a fin de efectuar una serie de estudios de campo para la elaboración de proyectos de abastecimiento de agua potable, entre ellos el correspondiente al pueblo de Pichanaki.

Como resultado del estudio de campo efectuado en Pichanaki, el autor de esta Tesis, comprobó la existencia de 1,200 viviendas, cada una de las cuales estaba habitada por una familia que de acuerdo con un muestreo realizado, contaba con 7 miembros por familia como promedio. De esta manera se concluyó en dicho estudio de campo, por estimar como población actual de Pichanaki un total de 8,400 habitantes; esta cifra es compatible con la estimada por las autoridades del Concejo Distrital de Pichanaki, quienes manifestaron que la población sumaba entre 8,000 y 10,000 habitantes.

A fin de resumir la información obtenida, que servirá de base para el cálculo de la población de diseño o población futura (Pf), es conveniente presentar el siguiente Cuadro:

AÑO	POBLACION
1961	78
1972	154
1976	1575
1978	2055
1980	8400

4.02 ESTIMATIVA DE LA POBLACION FUTURA.

4.02.01 Generalidades.

Para el dimensionamiento de cada una de las estructuras que integran un sistema de abastecimiento de agua potable, debemos calcular la población a servir al cabo de un cierto lapso, tiempo al final del cual, el sistema por su uso, no pueda prestar un eficiente servicio.

4.02.02 Determinación de la población futura.

La predicción de la población futura de una ciudad se hace en base a cálculos matemáticos y a consideraciones relacionadas con la propia población.

Los métodos matemáticos que permiten conocer la tendencia de crecimiento de una población, se basan en coeficientes numéricos obtenidos a base del estudio de la población pasada y actual, asumiendo que los factores que intervinieron anteriormente, serán los mismos en el futuro.

En general, es bastante incierto el cálculo del desarrollo de la población de una ciudad; diversos factores pueden influir sobre este desarrollo, factores que a su vez pueden variar en el tiempo y en el espacio. Además del crecimiento vegetativo, dado por los nacidos vivos y defunciones, debemos considerar la suma al-

gebraica del movimiento migratorio, ya que núcleos de población pueden abandonar la ciudad, o ser atraídos a la misma, en procura de medios más fáciles de vida, mayor confort, mejor educación, mayores posibilidades de adquirir riqueza, etc., los cuales se relacionan indudablemente con los recursos naturales posibles de ser explotados, con la disponibilidad de centros de trabajo y con las facilidades de expansión y desarrollo urbano de una ciudad.

Se insiste en que el factor más importante del crecimiento de una población lo constituyen sus recursos naturales y la adecuada explotación de los mismos. Se tiene el caso de la ciudad de Chimbote que experimentó un crecimiento vertiginoso de su población debido precisamente a la explotación de uno de sus recursos: el mar, dando origen a la industria pesquera y derivados; de esta manera, su población en menos de 10 años se vio aumentada en seis veces su valor; lógicamente que para estos casos, los métodos que se emplean para predecir su población futura, carecen de valor.

En el caso de Pichanaki, cuando se realizó en proyecto original para el abastecimiento de agua potable por parte de la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud, en Junio de 1976, se contaba con una población actual de 1,575 habitantes, que sirvió de base para el cálculo de la población de diseño, que proyectada a 1996 debería ser de 2,905 habitantes. Sin embargo, hoy en 1980, en sólo 4 años la población de Pichanaki, 8,400 habitantes, es más de cinco veces mayor que la población de 1976 y casi tres veces mayor que la antigua población de diseño.

Una de las dificultades más importantes que afronta el Projectista para estimar la población futura, es que en la mayoría de los casos, no contará con datos precisos de la evolución demográfica, ni del desarrollo económico de la localidad.

En esta situación no podrá hacerse un cálculo sistemático y deberá proceder con suma prudencia, basándose en su experiencia y en la evolución de localidades simila-

res en sus características, para estimar la población futura. Un proyecto calculado por defecto, puede crear graves problemas a corto plazo si el desarrollo de la localidad tiene lugar con rapidez mucho mayor que la prevista. Por otra parte, un Proyecto de amplitud muy superior a la que resulte necesaria en la realidad posterior, exige una inversión exagerada por parte de la población actual. Ambos extremos son inadecuados por lo que es necesario orientar las previsiones dentro de la indeterminación del problema, hacia un término medio razonable.

1.02.13 Período de diseño.

Definimos como período de diseño el lapso que transcurrirá entre la puesta en servicio de un sistema o parte del mismo, y el momento en que por su uso o por falta de capacidad para prestar un eficiente servicio, sobrepasan las condiciones establecidas en el Proyecto.

Criterios para fijar el período de diseño.

Son dos los criterios para determinar el período de diseño:

- a)- Criterio Tiempo-Población: En el cual se fija primero el período de diseño y enseguida se calcula para este período la población futura.
- b)- Criterio Población-Tiempo: Con este criterio se fija una población y luego se determina el tiempo en el cual dicha población ha alcanzado. La aplicación de este criterio es conveniente en ciudades grandes y de gran desarrollo.

Para nuestro caso en estudio, adoptaremos el primer criterio, o sea el de Tiempo-Población, por ser Pichanaki una ciudad que aún no ha alcanzado su pleno desarrollo.

Factores que determinan el período de diseño.

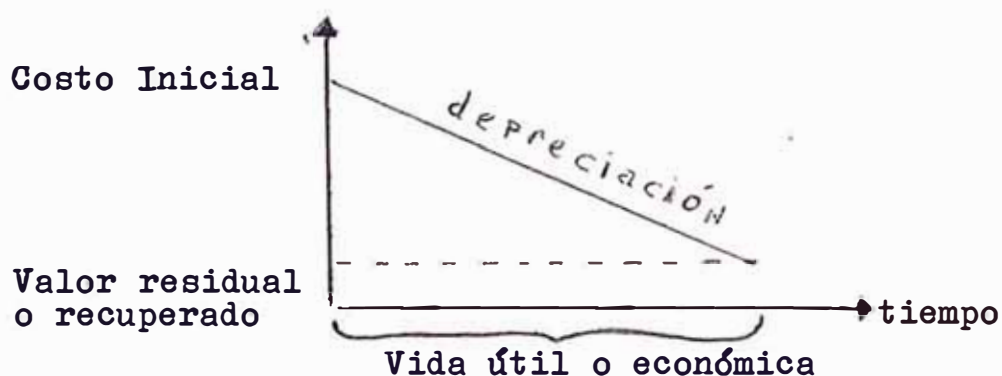
- a)- Factor de orden material:

En este aspecto el período de diseño se encuentra limitado por la vida útil de los elementos constituyentes del sistema de abastecimiento, además depende de la flexibilidad que exista para la ampliación de las instalaciones ó reemplazo parcial.

La vida útil de las estructuras representa el tiempo a que un elemento llega a su valor económico mínimo aprovechable llamado valor residual.

Un elemento tiene un valor inicial (costo inicial) durante su uso este valor se vá depreciando hasta alcanzar un mínimo valor, el cual no es aprovechable siendo la causa varios factores tales como envejecimiento de materiales, excesivo costo para su mantenimiento, etc. El lapso transcurrido es lo que se llama vida útil o económica del elemento.

El siguiente gráfico (fig.) ilustra la idea expuesta:



Es razonable entonces que la vida útil de los diferentes elementos componentes de un Sistema de Abastecimiento de Aguas y Alcantarillado, supeditarán el período de diseño del presente Proyecto, que será prudentemente menor que la vida útil estimada.

b)- Factor del número de etapas consideradas:

La previsión de una programación por etapas en un Proyecto, fijará períodos de diseño para cada una de ellas, las que estarán sujetas a la importancia de las obras y sus costos, así como al desarrollo poblacional.

1)- Costos de importancia de las obras.

En general los elementos más importantes como son Plantas de Tratamiento, Pozos, Equipos de Bombeo, las que por sus características de operación y mantenimiento, así como costos iniciales permiten su construcción por etapas o ampliaciones, fijándose para ello los períodos adecuados relativamente cortos.

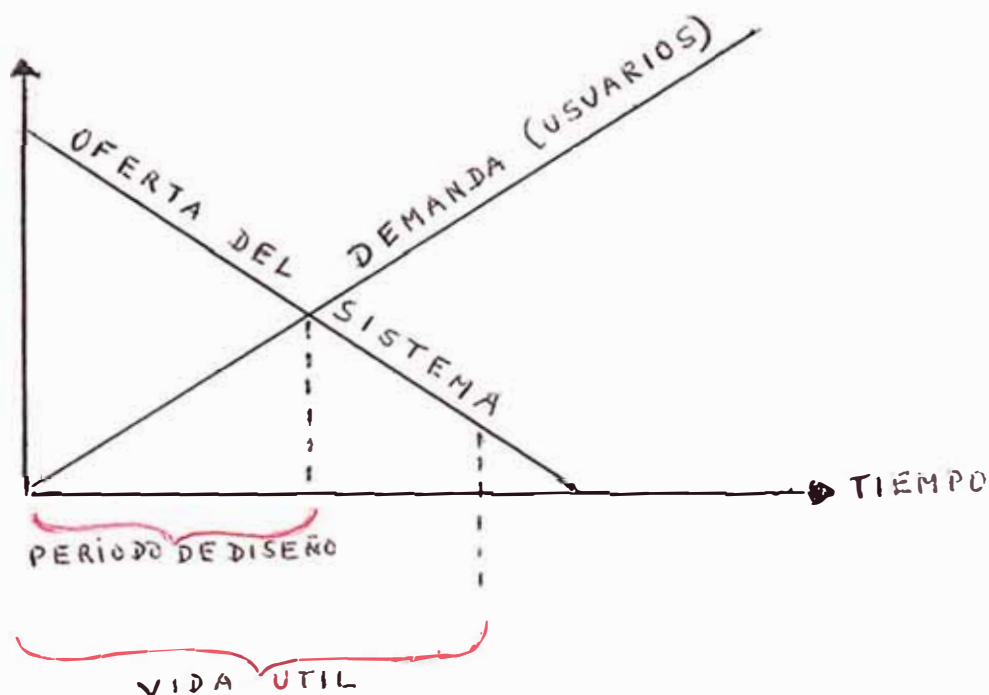
En cambio, las obras que por su durabilidad o condiciones requeridas no permiten ampliaciones, deberán ser diseñadas con el máximo de diseño, tales como: Presas y obras de embalse, ductos y alcantarillado, emisores, líneas de conducción e impulsión, etc.

2)- Desarrollo Poblacional:

Es sumamente importante, ya que determinará el cupo de la capacidad de los sistemas proyectados, esto de acuerdo con las características de desarrollo del pueblo, industrialización, comercio, etc.

Un Sistema es diseñado para satisfacer la demanda requerida; en los primeros años de funcionamiento generalmente la capacidad ofrecida por el Sistema, excede a la demanda; al cabo de un tiempo dicha capacidad será absorbida equivalentemente por los usuarios (nosotros diseñaremos para esta situación) que siguen demandando el Sistema, llegando a sobrepasar a su capacidad.

El siguiente gráfico (Fig.) ilustra las consideraciones expuestas:



Obsérvese como el período de diseño se presenta el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda.

Del gráfico vemos que si la demanda (usuarios) es fuerte (incremento poblacional elevado), el período de diseño será corto.

Vemos además, como durante este período, el Sistema trabaja con déficit de su capacidad (capacidad ociosa) que está representando dinero perdido o lucro cesante, que en un país en estado de subdesarrollo como el nuestro, no puede permitirse.

Esta capacidad ociosa, reducimos, si bajamos la oferta para una misma demanda, lo que equivale a disminuir la capacidad del Sistema, sirviendo a un mínimo de personas, o aumentando la demanda incrementando el número de usuarios con la misma capacidad, lo cual puede conseguirse parcialmente dependiendo de las características de las localidades.

En ambas situaciones equivaldría a acortar el período de diseño.

Si aceptamos la primera situación como la más viable, acortamos el período de diseño considerando una primera etapa; cumplida ésta, aumentamos la capacidad con una ampliación en una segunda etapa, etc.

c)- Financiamiento de la Obra:

El estudio financiero es otro aspecto muy importante para la estimación de los períodos de diseño.

En éste se verán tanto las posibilidades de financiamiento a través de las diferentes fuentes, sean nacionales o internacionales, así como el modo de recuperación parcial o total de la deuda a través de las tarifas.

El período será más corto a medida que mayor sea el crecimiento demográfico, ya que éste está ligado a las tasas de interés por pagar del Capital que implicará un mayor endeudamiento.

Desde este punto de vista, para Pichanaki se recomienda un período corto de aproximadamente 20 años.

Este importante aspecto se tratará más adelante.

d)- Factor de normas recomendadas o de orden técnico.

Las normas para diseños de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable del Ministerio de Vivienda y Construcción recomiendan:

- a)- Poblaciones de 2000 a 20,000 habitantes: 16 años.
- b)- Poblaciones más de 20,000 habitantes : 10 años.
- c)- Los plazos se justificarán de acuerdo a la realidad económica de las localidades.

Fair, Geyer, Okun, altas autoridades en materia de Tratados de Sistemas de Abastecimiento de Aguas, dan recomendaciones basadas en la vida útil y características de las estructuras, de acuerdo con el siguiente Cuadro:

Tipo de Estructura	Características	Período de Diseño (años)
Presas y Ductos	Difíciles de agrandar y costosos	20 - 50 (máx.)
-Plantas de Tratamiento(estructur.) -Sistemas de Distribución. -Pozos	Fáciles de ampliar cuando el crecimiento y las tasas de interés son bajas.	20-25 (Tasa baja) 10-15 (tasa alta)
Tuberías mayores de Ø 12"	Reemplazar tuberías más pequeñas es costoso a largo plazo.	20-25
Laterales y Tuberías secundarias menores de Ø 12"	Los requerimientos pueden cambiar rápidamente en áreas limitadas.	10-15
Alcantarillas principales, descargas e interceptores	Difíciles y costosos de agrandar.	40-50

Sigue el Cuadro-

Tipo de Estructura	Características	Período de Diseño
Obras de Tratamiento (Instalaciones)	Cuando el crecimiento y tasas de interés son bajas	20-25
	Cuando el crecimiento y tasas de interés son altas	10-15

Existen elementos del Sistema que serán construidos por etapas, siendo necesario en primer término, servir eficientemente a la población actual, proyectando un crecimiento poblacional para dentro de 10 años en una primera etapa, y en los 10 años siguientes se espera la saturación de la población de acuerdo a los organismos encargados del desarrollo de la zona.

Así tenemos que en la primera etapa se espera servir a la población actual que es alrededor del 45% de la población futura, y con una proyección de 10 años servir a un 22% de la población futura, con lo que al final de la primera etapa se estará sirviendo a un 67% de la población esperada. La segunda etapa espera cubrir el 33% restante de la población futura.

Para el presente Proyecto, en la estimación de los períodos de diseño, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Características de los elementos componentes del Sistema.
- Vida útil de los mismos, teniendo en cuenta la función correspondiente.
- Desarrollo poblacional, esperándose un mediano crecimiento por las razones expuestas anteriormente.
- Los costos iniciales e importancia de las obras.
- La posibilidad de obtener financiamientos con bajos intereses, factibles de recuperación del capital obtenido.
- Asumimos los siguientes períodos de diseño para los diferentes elementos:

Elementos	Período (años)
<u>AGUA</u>	
Captación	20
Caseta de Bombeo	20
Equipo de Bombeo	10
Línea de Impulsión, Conducción y Aducción	20
Planta de Tratamiento de Agua	20
Reservorio	20
Red de Distribución	20
<u>ALCANTARILLADO</u>	
Redes de Alcantarillado	20
Colectores Principales	20
Planta de Tratamiento	20

El Proyecto comprende dos etapas:

PRIMERA ETAPA.

Elementos	Período de Diseño
<u>AGUA.</u>	
Captación	20 años
Caseta de Bombeo	20 "
Equipo de Bombeo	10 "
Línea de Impulsión, Conducción y Aducción	20 "
Planta de Tratamiento de Agua	10 "
Reservorio	10 "
Red de Distribución	10 "
<u>ALCANTARILLADO.</u>	
Coletores Principales	20 años
Redes de Alcantarillado	10 "
Planta de Tratamiento	10 "

SEGUNDA ETAPA.

Elementos	Período de Diseño
<u>AGUA.</u>	
Planta de Tratamiento	10 años
Reservorio	10 "
Red de Distribución	10 "
<u>ALCANTARILLADO.</u>	
Redes de Alcantarillado	10 "
Planta de Tratamiento	10 "

SEGUNDA ETAPA

Elementos	Período de Diseño
<u>AGUA.</u>	
Planta de Tratamiento	10 años
Reservorio	10 años
Red de Distribución	10 años
<u>ALCANTARILLADO.</u>	
Redes de Alcantarillado	10 años
Planta de Tratamiento	10 años

4.03 MÉTODOS PARA ESTIMAR LA POBLACION FUTURA.

Los métodos que se emplean para estimar la población futura se clasifican en: Empíricos y Análiticos, entre los cuales tenemos:

- A. Métodos Empíricos
 - a)- Gráfico
 - b)- Comparativo
- B. Métodos Analíticos
 - a)- Aritmético
 - b)- Geométrico o de Interés Compuesto
 - c)- Interés Simple
 - d)- Parábola de 2do.Grado
 - e)- Incremento Variable
 - f)- Wappaus
 - g)- Curva Normal Logística
 - h)- Racional

4.03.01 Breve descripción de los métodos conocidos para la determinación de la población futura.

A. MÉTODOS EMPIRICOS.

a)- Método Gráfico.

Este método consiste en graficar una curva mediante un sistema de ejes coordenados, colocando en las abcisas las fechas en que se han realizado los censos y en las ORDENADAS el número de habitantes correspondien-

tes; una vez anotados estos valores, hallamos los puntos que éstos forman, obteniendo una curva de crecimiento que se prolonga hasta el año en que se desea estimar la población. En este método se estima la tendencia de crecimiento de la población y es el método menos preciso ya que no considera ningún otro factor.

b)- Método Comparativo.

Este método consiste en asumir la tendencia de crecimiento igual a la de una población con características parecidas, tales como estado socio-económico, clima, ubicación, etc., siempre y cuando se carezca de datos de la ciudad en estudio.

B. MÉTODOS ANALÍTICOS.

a)- Método de Crecimiento Aritmético.

Con este método se supone que la población varía de acuerdo a progresión aritmética, cuya razón es el promedio de los incrementos de habitantes, es decir, que su crecimiento es lineal.

Los resultados de este método son bajos, de allí que sea recomendable su empleo en ciudades cuyo desarrollo demográfico ya sucedió. Con este método es difícil predecir si una población aumenta o disminuye aceleradamente debido a algún fenómeno.

La fórmula es la siguiente:

$$\text{Donde: } r = \frac{P - p}{t} \qquad \swarrow \qquad P = p \left(1 + \frac{rt}{1000} \right)$$

Cada uno de estos valores representa:

- P = Población futura
- p = Población actual
- r = Razón de crecimiento dado en habitantes por año.
- t = Tiempo transcurrido en años entre P y p.

b)- Método Geométrico o de Interés Compuesto.

Este método considera que la población crece siguiendo la ley de un capital impuesto a interés compuesto, es decir, según una ley de progresión geométrica de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P = p (1 + r) ^ t$$

$$\text{Donde } r = \sqrt[t]{\frac{P}{p}} - \underline{\underline{1}}$$

Cada uno de estos valores representa:

P = Población final

p = Población inicial

r = Razón de progresión

t = Número de años en décadas

Este método es aplicado a poblaciones jóvenes en pleno desarrollo ya que da valores altos, a pesar de ello no representa las variaciones que pueden darse en una población debido a diferentes factores, ya que el crecimiento calculado por este método es constante.

c)- Método de Interés Simple.

Este método, como su nombre lo indica, considera el crecimiento de una población igual al de un interés simple, es decir, supone que varía siguiendo una progresión aritmética, entendiéndose por progresión aritmética si cada término después del primero, es igual al anterior más un número positivo o negativo, en este caso interviene la variable tiempo que está considerado en décadas. Es aconsejable su empleo en el caso de ciudades antiguas y que no estén en la etapa de crecimiento explosivo, ya que la razón de crecimiento sería demasiado alta. Al igual que los demás métodos analíticos, no provee las alteraciones que puede sufrir la población.

Su expresión es la siguiente:

$$P = p (1 + rt) \quad \text{Donde: } r = \frac{P - p}{pt}$$

Cada uno de estos valores representa:

P = Población futura

p = Población actual

r = Razón de progresión

t = Número de años considerados en décadas.

d)- Método de la Parábola de Segundo Grado.

Con este método se presume que el crecimiento de la población se realiza según una parábola de 2do. Grado, cuya fórmula es la siguiente:

$$Y = A \cdot x^2 + B \cdot x + C$$

Donde: A, B, C = parámetros

X = período en años

Esta ecuación está regida a un sistema de ejes coordenados; Los valores "A" y "B" se hallan con los valores de "C", "X" é "Y", dados como datos.

e)- Método de incremento Variable.

Este método supone que el crecimiento de una población es variable y que dicha variación es constante. Para la aplicación de este método es necesario conocer por lo menos 4 datos censales efectuados en fechas más o menos equidistantes; se acostumbra por lo general, datos censales realizados durante cada década para determinar el incremento promedio y el aumento del incremento promedio durante estos años. En base a estos valores es que se puede determinar las poblaciones de los años futuros. La expresión que se emplea es la siguiente:

$$P_f = n \overline{A_1 P_i} + n(n+1) \overline{A_2 P_i}$$

Donde: P_f = Población futura P_i = Población inicial

n = Número de intervalos (en décadas) entre P_f y P_i

$\overline{A_1 P_i}$ = Primer incremento promedio

$\overline{A_2 P_i}$ = Segundo incremento promedio

f)- Método Wappaus.

Procura tener en cuenta el poder reproductor de las nuevas generaciones. a)- Si se posee dos valores seguros de población P₁ y P₂ para los años t₁ y t₂, podemos calcular la tasa de crecimiento por la expresión:

$$r = \frac{2 (P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1) (P_2 + P_1)}$$

b)- La población P para un tiempo t podrá ser obtenida mediante la fórmula siguiente:

$$P = P_1 + \frac{(P_1 + P_2)}{2} r (t - t_1)$$

Este método da resultados bastante concordantes con las interpolaciones y sirve para previsiones futuras en plazos cortos.

g)- Método de la Curva Normal Logística.

Llámase logística a la curva de crecimiento poblacional propuesta por Verhulst en 1938, cuya ecuación es:

$$P = \frac{P_s}{1 + e^{\frac{t_i - t}{x}}}$$

- Donde:
- P = Población para un tiempo cualquiera t
 - P_s = Población de saturación (punto a partir del cual una población deja de crecer.)
 - t_i = Dato correspondiente al punto de inflexión de la curva de crecimiento.
 - e = Base del sistema de logaritmos neperianos. (2.71828)
 - x = Coeficiente obtenido en función de los datos censales.

Yule simplificó la aplicación de la ecuación para el caso en que se dispone de datos de 3 censos separados por intervalos iguales de tiempo, que son tomados como unidad. Resumimos a continuación la proposición de Yule:

Siendo P₁, P₂ y P₃ las poblaciones para los tiempos t₁, t₂ y t₃ (tal que t₂ - t₁ = t₃ - t₂) y cumpliéndose la condición: P₂ > √(P₁ · P₃); entonces podemos proceder como sigue:

a)- Calculamos las primeras diferencias de los valores inver-

tos de población.

$$d_1 = \frac{I}{P_1} - \frac{I}{P_2}$$

$$d_2 = \frac{I}{P_2} - \frac{I}{P_3}$$

b)- Calculamos Ps así:

$$\frac{I}{P_s} = \frac{I}{P_1} - \frac{d_1^2}{d_1 - d_2}$$

c)- Calculamos X así:

$$\frac{d_1}{d_2} = e^{I/x}$$

d)- Calculamos ti así:

$$\frac{d_1^2}{d_1 - d_2} = \frac{I}{P_s} e^{B/x}$$

ti = IoB + t₁ (se el número de años del intervalo entre T₁ y t₂ y entre t₂ y t₃ es de 10 años)

Siendo B el número de intervalos de tiempo iguales comprendidos entre el origen y el punto de inflexión de la curva.

e)- Aplicamos los datos obtenidos a la ecuación de la curva:

$$P = \frac{P_s}{I + e^{\frac{ti-t}{x}}}$$

De un modo general la logística debería ser aplicada en los casos en que se disponga de un gran número de datos censales.

h)- Metodo Racional.

Es un método bastante real de efectuar el cálculo porque se trata de un método lógico aproximado para la determinación de la población. Este método tiene en cuenta 3 factores importantes que son:

h_1 - Crecimiento vegetativo

h_2 - Movimiento migratorio

h_3 - Población flotante

h_1 .- Crecimiento Vegetativo.

Se considera un crecimiento vegetativo de una población a la diferencia del número de nacidos vivos y el número de defunciones al año; dividiendo esto entre el total de la población obtendremos el índice de crecimiento. Es obvio pensar que la relación así obtenida sería mayor para las poblaciones de mayor desarrollo y que cuentan con servicios primordiales para la supervivencia humana.

h_2 .- Movimiento Migratorio.

La población migratoria se puede definir como un fenómeno socio-económico que consiste en el movimiento de los habitantes de una zona a otra. Este movimiento puede ser de emigración (fenómeno por el cual la gente sale de un pueblo) o de inmigración (fenómeno por el cual la gente entra a un pueblo).

En el caso de nuestro país, la inmigración se produce generalmente de la zona rural a la zona urbana y de las ciudades pequeñas a las grandes.

La colonización, como en el caso de Pichanaki, es un caso especial en que se produce inmigración de la zona urbana a la zona rural selvática, gracias al impulso vital que mueve a la gente a buscar el progreso social y la superación económica.

h_3 .- Población flotante.

Se denomina población flotante aquella que está compuesta por personas que permanecen en la ciudad un tiempo determinado, ya sea por una atracción turística, pasear balnearios, aguas medicinales, etc. Muchas veces esta población es considerablemente grande y constante durante cierto tiempo, motivo por el cual es necesario tomarla en cuenta.

El método racional, si bien es bastante lógico e ideal para la determinación de la población futura, en nuestro medio es difícil contar con todos los datos necesarios para

su aplicación, ya que muchas veces no existe control alguno de las personas que entran o salen de una determinada población; en el caso de defunciones o nacimientos, su control es generalmente deficiente. La fórmula que se emplea es la siguiente:

$$P = p + C-t \pm M + P_{fl}$$

Donde: P = Población futura
 p Población inicial de cálculo
 C = Crecimiento vegetativo por año
 t = Tiempo entre P y p
 M = Movimiento migratorio
 P_{fl} = Población flotante

03.04 SELECCION DE LOS METODOS DESCRITOS.

Una vez descrito cada uno de los métodos mencionados y las condiciones requeridas para poder hacer uso de ellos en la estimación futura de la población de la ciudad, exponemos a continuación nuestro criterio para fundamentar la imposibilidad de poder contar con algunos de ellos, quedando seleccionados solamente aquellos que su aplicación sea posible y así poder lograr valores representativos en el crecimiento futuro de la población en estudio.

A. Métodos Empíricos.

-Método Gráfico:

Se ha estimado inconveniente considerar este método para estimar la población futura de Pichanaki, ya que en un lapso muy corto se ha producido un crecimiento explosivo, lo cual determina un comportamiento histórico muy especial que a la luz de experiencias similares aconseja no aventurar una prognosis por ser sumamente difícil asegurar una correcta proyección de la tendencia de la curva que de todas formas se adjunta para tener la debida ilustración.

- Método Comparativo.

La falta de datos estadísticos de veracidad comprobada de otras ciudades con las mismas características que la de Pichanaki, no permiten hacer uso de este método para la determinación de la población futura, porque su empleo nos podría conducir a una apreciación falsa de ésta si los valores usados en el tratado de las curvas de población de las ciudades que sirven de comparación, están equivocados. Además, puesto que se conocen datos de Pichanaki, la ciudad en estudio, entonces se ha optado por trabajar partiendo de dichos datos que merecen la mejor credibilidad y por ende, se puede proyectar hacia el futuro con mayores fundamentos.

B. Métodos Analíticos.

De acuerdo con el desarrollo preliminar de los siguientes métodos analíticos: Aritmético, Geométrico, Interés Simple, Parábola de 2do. Grado, se ha concluido en la consideración de que ellos no representan el mejor camino para la estimación de la población futura, ya que al obtener razones de crecimiento demasiado altas en función de los datos existentes que expresan el crecimiento explosivo de Pichanaki, se distorsionan los cálculos pudiéndonos conducir hacia apreciaciones falsas. De todas formas y con efectos ilustrativos se desarrolla brevemente cada uno de estos métodos.

METODO ARITMETICO.

Año	Población	Incremento	Intervalo	r
1961	78			
1972	154	76	11	6.91
1976	1575	1421	4	355.25
1978	2055	480	2	240.00
1980	8400	6345	2	3172.50

$$\bar{r} = \frac{6.91 + 368.75 + 240.00 + 3172.50}{4} = 947.04$$

$$P = p \left(1 + \frac{rt}{1000} \right)$$

Donde: $P = P_{2000}$
 $p = P_{1980} = 8400 \text{ hab.}$
 $t = 20 \text{ años}$
 $r = \bar{r} = 947.04$

$$P = 8400 \left(1 + \frac{947.04 \times 20}{1000} \right)$$

$P = 167,502 \text{ habitantes}$

METODO GEOMETRICO O DE INTERES COMPUESTO.

Año	Población	Tiempo (décadas)	P/p	$\sqrt[t]{P/p}$	$r = \sqrt[t]{P/p} - 1$
1961	72				
1972	154	1.1	1.974	1.856	0.856
1976	1575	0.4	10.227	334.480	333.480
1978	2055	0.2	1.305	3.785	2.785
1980	8400	0.2	4.088	1141.706	1140.706

$$\bar{r} = \frac{0.856 + 333.480 + 2.785 + 1140.706}{4} = 369.457$$

$$P = p (1 + r)^t$$

Donde: $P = P_{2000}$
 $p = P_{1980} = 8400$
 $r = \bar{r} = 369.457$
 $t = 20 \text{ años} = 2 \text{ décadas}$

$$P = 8400 (1 + 369.457)^2 = 1,152,802,465 \text{ habitantes.}$$

METODO DE INTERES SIMPLE

Año	Población	t	P-p	pt	$r = \frac{P-p}{pt}$
1961	78				
1972	154	1.1	76	85.8	0.886
1976	1575	0.4	1475	61.6	23.945
1978	2055	0.2	480	315.0	1.524
1980	8400	0.2	6345	411.0	15.438

$$\bar{r} = \frac{0.886 + 23.945 + 1.524 + 15.438}{4} = 10.448$$

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

Donde: P = P₂₀₀₀

p = p₁₉₈₀ = 8400 hab.

$\bar{r} = \bar{r} = 17.946$

t = 20 años = 2 décadas

$$P = 8400 (1 + (10.448 \times 2)) = 183,926 \text{ habitantes}$$

METODO DE LA PARABOLA DE SEGUNDO GRADO

Año	X = Δ t	X ²	Y = Población
1972	0	0	100
1976	4	16	1575
1980	8	64	8400

$$Y = Ax^2 + Bx + C \quad \text{Ecuación Básica}$$

Para 1972:

$$Y = 0 + 0 + C = 100 \quad \text{I}$$

o sea que: C = 100

Para 1976:

$$Y = 1575 = 16 A + 4B + 100$$

$$\text{o sea que: } \underline{16A + 4B = 1475} \quad \text{II}$$

Para 1980:

$$Y = 8400 = 64A + 8B + 100$$

$$\text{o sea que: } \underline{64A + 8B = 8300} \quad \text{III}$$

De II tenemos :

$$\underline{B = \frac{1475 - 16A}{4}} \quad \text{IV}$$

De III tenemos:

$$\underline{B = \frac{8300 - 64A}{8}} \quad \text{V}$$

Igualando IV y V tenemos:

$$\underline{\frac{1475 - 16A}{4} = \frac{8300 - 64A}{8}} \quad \text{VI}$$

De VI obtenemos:

$$\underline{A = 167.188}$$

En IV obtenemos:

$$\underline{B = - 300}$$

$$Y_{2000} = 167.188 (28)^2 - 300 (28) + 100$$

$$Y_{2000} = 131,075 - 8400 + 100 = 122,775 \text{ habitantes.}$$

03.13. APLICACION DE LOS METODOS SELECCIONADOS.

Después de haber descartado la posibilidad de aplicar algunos métodos en el cálculo de la población futura, se procederá a la estimación de la misma mediante los métodos seleccionados, que son los siguientes:

- Método de Incrementos Variables.
- Método de Wappaus.
- Método de Curva Normal Logística.
- Método Racional.

METODO DE INCREMENTOS VARIABLES.

Año	Población	N(t en décadas)	$\overline{A_1 P_i}$	$\overline{A_2 P_i}$
1961	78			
1972	154	1.1	76	
1976	1575	0.4	1421	1345
1978	2055	0.2	480	-941
1980	8400	0.2	6345	5865
			8322	6269

$$A_1 \overline{P_i} = \frac{8322}{4} = 2080.50$$

$$A_2 \overline{P_i} = \frac{6269}{3} = 2089.67$$

$$P_F = P_i + N \overline{A_1 P_i} + \frac{N(N+1)}{2} \overline{A_2 P_i}$$

Para dentro de 10 años (1990) $N=1$, $P_i = P_{1980} = 8400$; $P_F = P_{1990}$

$$P_{1990} = 8400 + 1 (2080.50) + \frac{1(2)}{2} (2089.67)$$

$$P_{1990} = 12570 \text{ habitantes}$$

Para dentro de 20 años (2000) $N=2$; $P_F = P_{2000}$; $P_i = P_{1980} = 8400$

$$P_{2000} = 8400 + 2 (2080.50) + \frac{2(3)}{2} (2089.67)$$

$$P_{2000} = 18,830 \text{ habitantes}$$

METODO DE WAPPAUS

Año	Población	$P_2 + P_1$	$2(P_2 - P_1)$	$t_2 - t_1$	$r = \frac{2(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)(P_2 + P_1)}$
1961	78				
1972	154	232	152	11	0.060
1976	1575	1729	2842	4	0.411
1978	2055	3630	960	2	0.132
1980	8400	10455	12690	2	0.607

$$\bar{r} = \frac{0.060 + 0.411 + 0.132 + 0.607}{4} = 0.303$$

$$P = P_1 + \frac{(P_1 + P_2)}{2} r (t - t_1)$$

Donde: $P = P_{1990}$ (dentro de 10 años)

$$P_1 = 2055$$

$$P_2 = 8400$$

$$r = \bar{r} = 0.303$$

$$t - t_1 = 1990 - 1978 = 12$$

Dentro de 10 años:

$$P_{1990} = 2055 + \frac{(2055 + 8400)}{2} \cdot 0.303 (12)$$

$$P_{1990} = 21,062 \text{ habitantes}$$

Dentro de 20 años:

$$P = P_{2000} ; t - t_1 = 22$$

$$P_{2000} = 2055 + \frac{(2055 + 8400)}{2} \cdot 0.303 (22)$$

$$P_{2000} = 36,902 \text{ habitantes}$$

METODO DE LA CURVA NORMAL LOGISTICA

Año	Nomenclatura	Población
1972	P_1	100
1976	P_2	1575
1980	P_3	8400

1)- Verificación: Debe cumplirse que: $P_2 > \sqrt{P_1 \cdot P_3}$

$$\text{Veamos: } P_2 = 1575$$

$$\sqrt{P_1 \cdot P_3} = \sqrt{100 \times 8400} = \sqrt{840,000} = 916.5$$

$$\text{O sea que: } P_2 = 1575 > \sqrt{P_1 \cdot P_3} = 916.5$$

2)- Cálculo de d_1 y d_2 :

$$d_1 = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2} = \frac{1}{100} - \frac{1}{1575} = \frac{1575-100}{157,500} = 9.365 \times 10^{-3}$$

$$d_2 = \frac{1}{P_2} - \frac{1}{P_3} = \frac{1}{1575} - \frac{1}{8400} = \frac{8400-1575}{13'230,000} = 5.159 \times 10^{-4}$$

3)- Cálculo de P_s :

$$\frac{1}{P_s} = \frac{1}{P_1} - \frac{d_1^2}{d_1 - d_2}$$

$$\frac{1}{P_s} = \frac{1}{100} - \frac{(9.365 \times 10^{-3})^2}{(9.365 \times 10^{-3}) - (5.159 \times 10^{-4})}$$

$$\frac{1}{P_s} = 10^{-2} - (9.911 \times 10^{-3})$$

$$\frac{1}{P_s} = 8.9024 \times 10^{-3} \quad P_s = 11,233 \text{ hab.}$$

O sea que la población de saturación (P_s) es de 11,233 habitantes.

4)- Cálculo de X :

$$\frac{d_1}{d_2} = e^{1/x}$$

$$\frac{9.365 \times 10^{-3}}{5.159 \times 10^{-4}} = e^{1/x}$$

$$X = 0.345$$

5)- Cálculo de T_i :

$$t_i = 4 B + T_1$$

$$\frac{d_1^2}{d_1 - d_2} = \frac{1}{P_s} e^{\frac{B}{X}}$$

$$\frac{(9.365 \times 10^{-3})^2}{(9.365 \times 10^{-3}) - (5.159 \times 10^{-4})} = \frac{1}{11,233} e^{\frac{B}{0.345}} \text{ de donde:}$$

$$B = 1.626$$

$$t_i = 4 (1.626) + 1972 = 1978.50$$

6)- Aplicación a la ecuación básica :

Para dentro de 20 años:

$$P = \frac{P_s}{1 + e^{\frac{t_i - t}{x}}}$$

$$P_{2000} = \frac{11233}{1 + e^{\frac{1978-50-2000}{0.345}}}$$

$$P_{2000} = 11,233 \text{ habitantes}$$

Para dentro de 10 años:

$$P_{1990} = \frac{11233}{1 + e^{\frac{1978-50-1990}{0.345}}}$$

$$P_{1990} = 11,233 \text{ habitantes}$$

METODO RACIONAL.

Hemos explicado que la población al final del período de diseño, se estima a base del crecimiento vegetativo; el saldo migratorio obtenido en este lapso y la estimación de una población flotante si existen razones que la justifiquen. Veremos separadamente cada uno de estos factores y luego los integraremos.

Crecimiento vegetativo.

En base a la información proporcionada por la Municipalidad

de Pichanaki se ha elaborado el siguiente cuadro de fluctuaciones demográficas efectuadas en el distrito, según estadísticas anuales registradas por el Municipio:

Año	Nacidos vivos	Defunciones	Crecimiento Vegetat.
1978	325	84	241
1979	708	95	613
1980	773	150	623
El crecimiento vegetativo promedio anual es: 1477			

$$\bar{C}_v = \frac{1477}{3} = 492 \text{ habitantes/año}$$

Movimiento Migratorio:

Puesto que la población en 1978, según estudio de campo realizado por el personal del Plan Nacional de Agua Potable y Alcantarillado Rural del Ministerio de Salud, era de 2,055 habitantes y la población en 1980 es de 8,400 habitantes, según estudio de campo del autor de esta tesis, esto quiere decir que ha habido un incremento poblacional de 6,345 habitantes. Si tomamos en cuenta que de acuerdo al cuadro anterior, 1,477 habitantes corresponden al crecimiento vegetativo, entonces podemos concluir que la diferencia, o sea: 6345 - 1477 = 4868 habitantes corresponde al movimiento migratorio que en este caso sería positivo hacia Pichanaki, o sea de inmigración.

El crecimiento inmigratorio promedio anual es de:

$$\bar{C}_i = \frac{4868}{3} = 1,623 \text{ habitantes/año}$$

Población Flotante:

En el caso de Pichanaki que no cuenta con balnearios, aguas termales, ni ninguna atracción turística, esta población no es gravitante.

Estimación de la población futura:

$$P_f = P_i + \overline{C}_v t + \overline{C}_i t$$

$$P_{1990} = P_{1980} + (\overline{C}_v + \overline{C}_i) t_{10} = 8400 + (492 + 1623)10 = 29,500 \text{ hab.}$$

$$P_{2000} = P_{1980} + (\overline{C}_v + \overline{C}_i) t_{20} = 8400 + (492 + 1623)20 = 50,700 \text{ hab.}$$

03.C+ DISCUSION DE LOS METODOS EMPLEADOS.

Resumiendo los cálculos de las operaciones realizadas para los métodos seleccionados como los más apropiados tenemos :

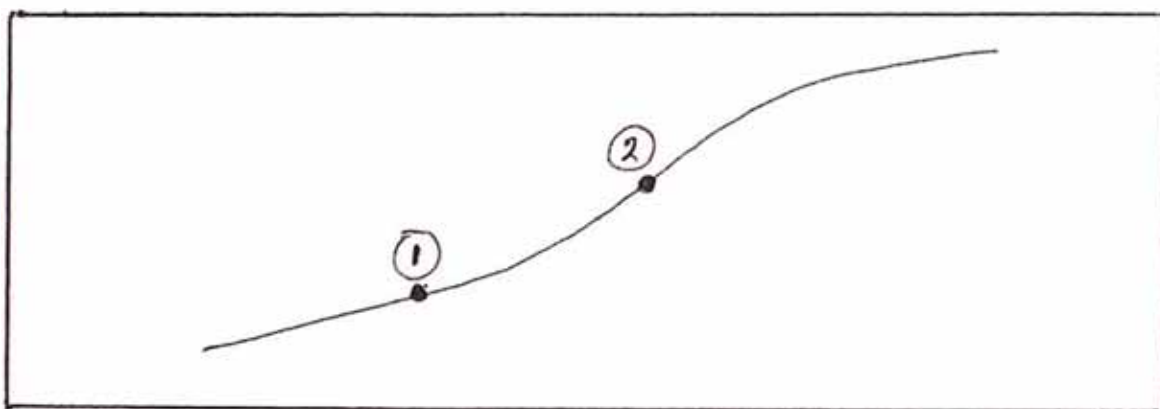
Resumen de los Cálculos

Métodos	Población Futura	
	1990	2000
Incrementos Variables	12,570	18,830
Wappaus	21,062	36,902
Curva Normal Logística	11,233	11,233
Racional	29,550	50,700

Como anotamos anteriormente, los métodos para determinar la proyección de una determinada ciudad, supone que éstas tienen un crecimiento que sigue una ley matemática, sin considerar factores de carácter geográfico, sociales, políticos

o económicos; lo que nos induce a hacer un enjuiciamiento de estas características, a fin de poder elegir el método más conveniente para nuestra población en estudio.

Se ha podido comprobar por estudios estadísticos que el crecimiento demográfico de una población a través del tiempo, desde sus inicios hasta su saturación, sigue una variación característica que se asemeja a una curva en forma de "S" estirada como lo muestra el gráfico siguiente en el que se puede observar puntos característicos que nos indican las diferentes etapas del crecimiento poblacional.



Así tenemos que desde sus inicios hasta el punto (1), la población creció siguiendo una variación geométrica; del punto (1) al punto (2), el crecimiento es constante a través del tiempo, podríamos decir en forma aritmética; y a partir del punto (2) la población tiende a un límite que corresponde al de saturación.

Del gráfico correspondiente y de los estudios de las características de la ciudad de Pichanaki, podemos decir que su población se encuentra en los tramos finales de su crecimiento explosivo, estando por ingresar a una etapa de crecimiento variable y que dicha variabilidad puede tener cierta constancia en la medida que la población se aproxima a su límite de saturación que no será tan bajo como lo determina la curva normal logística, pues existe espacio vital y motivaciones geográficas y económicas para que Pichanaki crezca aún más, pero no tanto como lo indican los métodos Racional y Wappaus, ya que la riqueza y la posibilidad de competir para sobrevivir y triunfar en Pichanaki, también tiene sus límites, y por eso se ha decidido esco-

ger como el más representativo, el método de los Incrementos Variables que nos proporciona el siguiente pronóstico:

Método	Población Futura	
	Año 1990	Año 2000
Incrementos Variables	12,570 hab.	18,830 hab.

4.04 ESTUDIO DEL AREA URBANA Y SU FUTURA EXPANSION.

Es importante el estudio del área urbana y ver la forma en que tendrá lugar la futura expansión de la ciudad. No sólo es importante saber a cuanta población se va a abastecer, sino cómo esta población se va a repartir en el área urbana; esta distribución está basada en diferentes factores como son:

- Facilidad de expansión.
- Facilidad de transporte y vías de comunicación.
- Hábitos y condiciones socio-económicas.
- Existencia de servicios públicos.

Todos estos factores deben ser analizados para hacer una distribución demográfica.

Expansión Urbana de Pichanaki;

Del plano de la ciudad, teniendo en cuenta los factores antes mencionados, observamos que las posibles zonas de expansión futura son hacia el sur, sud-este y sud-oeste de la ciudad, o sea a ambos lados de la carretera a Satipo.

Zonificación y Densidad:

En ciudades no muy grandes como la de Pichanaki, no es práctico hacer diferencias de zonas con diferentes densidades, según sean éstas destinadas a viviendas, comercio e industria, porque aparte de no existir gran diferencia entre un

barrio y otro, casi toda la población tiene un carácter mixto; por lo tanto, para hacer el estudio de las densidades de Pichanaki, la dividiremos sólomente en:

- Zona actual y
- Zona futura

Area Urbana y Densidad Actual:

Como hemos explicado anteriormente, el área bruta urbana de la ciudad de Pichanaki es de aproximadamente 92 Ha. y está conformada por calles que en su mayoría tienen un ancho de 18 m. y cuya pendiente media oscila entre el 1 y 4%. Las calles delimitan manzanas sensiblemente rectangulares de aproximadamente 60 m. x 100 m. La Plaza de Armas cuya área es de 13,000 m², está ubicada aproximadamente en el centro del área urbana.

La población actual, o sea la de 1980, de acuerdo al estudio de campo realizado, es de 8,400 habitantes, luego:

$$\text{Densidad Actual } (D_a) = \frac{\text{Pob.1980}}{\text{área actual}} = \frac{8,400 \text{ hab.}}{92 \text{ Ha.}} = 91.3 \text{ hab/Ha.}$$

$D_a = 91.3 \text{ hab/Ha.}$

Area de expansión futura y Densidad futura:

Del plano de la ciudad consideramos anteriormente un área de expansión futura de 100 Ha., hacia el sur de la ciudad a ambos lados de la carretera a Satipo. Suponiendo que esta área tenga un crecimiento horizontal, al final del período consideramos que tendrá también una densidad igual a la presente, no obstante tener en cuenta que esta zona ha de contar con más áreas verdes y zonas de recreación que las que actualmente existen, ya que su incidencia es tan pequeña que prácticamente no altera la densidad; por consiguiente, la densidad futura (D_f) será:

$D_f = D_a = 91.3 \text{ hab/Ha.}$

Población de Expansión Externa:

Del caso anterior, en la zona de expansión futura habrá una población de:

$$Pe_e = A_f \times d_f$$

$$Pe_e = 100 \text{ Ha.} \times 91.3 \text{ hab/Ha.}$$

$$Pe_e = 9130 \text{ hab.}$$

Población de Expansión Interna:

Así se ha estimado denominar a la nueva población que ocupará los lotes luego de la nueva distribución que se producirá análogamente a la ya efectuada en la mayor parte de la población; vale decir, que habiendo sido originalmente los lotes de (20x30) m² para cada familia, hoy en día la tendencia es dividirlos en lotes de (10x30) m² ó de (20 x 20) m² en algunos casos.

Del análisis del plano actual, se ha concluido en que se dará una expansión interna de 248 nuevos lotes, los cuales corresponderán a 248 familias que con un promedio de 7 personas/familia nos darían una población de expansión interna Pe_i) igual a 1736 habitantes.

Población de Saturación

La población futura estimada mediante el empleo de los diferentes métodos debe compararse con la población de saturación. Esta población está dada por la suma de la población actual y la de expansión externa e interna.

Comparadas estas poblaciones, se tomará como población de diseño la que resulte menos entre las dos.

La fórmula a emplearse es la siguiente:

$$P_s = P_a + Pe_e + Pe_i$$

Donde:

$$P_s = \text{Población de Saturación}$$

P_a = Población Actual

P_{e_e} = Población de Expansión Externa

P_{e_i} = Población de Expansión Interna

En el estudio anterior habíamos obtenido cada uno de estos valores; reemplazándolos en la fórmula tendremos:

$$P_s = 8400 + 9130 + 1736 = 19,266 \text{ habitantes}$$

Este resultado significa que la ciudad de Pichanaki quedará saturada cuando su población llegue a los 19,266 habitantes y ocupe el total de su expansión futura, como expansión horizontal.

4.C) POBLACION DE DISEÑO.

Comparando este resultado con la población futura calculada mediante el método de los Incrementos Variables, vemos que esta última es menor que la población de saturación, o sea que:

$$P_{2000} \text{ (método incrementos)} = 18,830 \quad \text{Población de} = 19,266 \\ \text{variables} \quad \text{Saturación}$$

Por lo tanto, la población de diseño será igual a la población calculada por el método de incrementos variables, o sea que:

$$Pd_{2000} = 18,830 \text{ habitantes}$$

Sin embargo, como también debemos preveer cual habrá de ser la población de diseño para dentro de 10 años, por requerimiento de la programación por etapas del abastecimiento de agua y alcantarillado a construirse en Pichanaki, entonces nuevamente a sumiremos el resultado previsto por el método de los incrementos variables, o sea que:

$$Pd_{1990} = 12,570 \text{ habitantes}$$

CAPITULO V

ESTIMACION DEL CONSUMO DE AGUA Y DE LOS APORTES DEL DESAGUE

5.01. GENERALIDADES.

En todo sistema de abastecimiento de agua, el punto básico para dicho proyecto, es la estimación del consumo, teniendo ya una información del número de habitantes que serán servidos.

Después de la determinación de la cantidad de agua que se necesitara con las providencias que se estiman convenientes, en relación con las demandas en el futuro, se localizara una fuente de captación de agua adecuada y se fijará sus instalaciones y equipos.

La utilización de agua varia de ciudad, y es necesario tener en cuenta varios factores que influyen en la determinación del consumo, así como sus variaciones y su influencia en el dimensionamiento de los elementos del sistema.

En lo que respecta a los aportes al desagüe, ya nos ocuparemos a detalle cuando se trate de los caudales de diseño.

5.0.01 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA.

1)- Importancia de la ciudad:

En ciudades pequeñas, debido al limitado uso del agua, las dotaciones serán pequeñas y será preponderante el consumo doméstico sobre los demás tipos de consumo de agua (o sea el consumo de agua comercial e industrial). En cambio, en ciudades grandes donde existe un gran desarrollo industrial, es indudable que el consumo de agua será mayor (a excepción de aquellas industrias que tienen un sistema propio de abastecimiento de agua), debido a lo cual debe tomarse como un factor importantísimo en el consumo del agua.

2)- Características de la ciudad:

Este aspecto se relaciona directamente con el nivel de vida y grado cultural de los habitantes de una ciudad. Se ha comprobado según estudios y estadísticas, que los barrios residenciales consumen mayor cantidad de agua que los sectores de condición media o pobre; esto es debido principalmente a razones económicas.

)- Condiciones Climáticas:

Es un factor que incluye fundamentalmente en el consumo de agua de una ciudad; cuanto mas tropical es la zona, habra mayor consumo de agua; de igual manera los climas secos obligan a un mayor consumo de agua que los climas húmedos.

)- Características del Servicio de Agua:

Es indudable que el consumo de agua está directamente influenciado por el servicio que se presenta al publico ya que si éste es mayor, mayor será el consumo.

Entre las características más importantes tenemos:

- a)- Calidad del Agua.- Es evidente que un suministro de agua potable y cristalina, tendrá una incidencia muy marcada en un mayor consumo que aquella que se encuentra turbia y con color o sabor desagradable.
- b)- Presión en la Red.- Cuando la presión de la Red es excesiva se producen pérdidas de agua cuya magnitud estará en función de la calidad del diseño, instalación y operación del equipo.
- c)- Sistema de Control del Consumo.- En ciudades que no poseen medidores domiciliarios de agua, el desperdicio de esta puede alcanzar valores muy altos, siendo esto uno de los factores que afectan en mayor proporción al consumo de agua.
- d)- Costo del Agua.- El costo del agua regula el consumo, ya que la población tenderá a evitar los desperdicios; también un costo adecuadamente económico del servicio tiende a aumentar el consumo.

1.02 NORMAS.

El progreso de la higiene y la salud de la humanidad ha estado estrechamente ligado al agua, es por ello que hombres dedicados a la investigación, a través de muchas experiencias e investigaciones, han llegado a establecer normas o lineamientos para solucionar los problemas de abastecimiento de agua, tal es así, que se han creado diversos organismos de carácter mundial para afrontar estos problemas de saneamiento.

Estas normas estan basadas en estudios de caracter climatologico, costumorista, demografico y socio-economico.

En el Peru existen dos "Normas" que rigen el abastecimiento de agua potable, que son las siguientes:

A. Normas del Ministerio de Salud.

B. Normas del Ministerio de Vivienda.

A. Normas del Ministerio de Salud:

Son aplicables en la elaboracion de proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones comprendidas en la Ley N° 13997 de Saneamiento Basico Rural, o sea poblaciones menores de 2,000 habitantes, denominadas rurales; en su Capitulo 1, Inciso 3, especifica lo siguiente: "Para adoptar una determinada dotacion por habitante y por dia de agua potable, debera tenerse en cuenta los siguientes factores: consumo domestico, industrial, comercial, publico, condiciones climatologicas, condiciones economicas de la comunidad e importancia de la poblacion. Teniendo en cuenta estos factores, la dotacion habitante/dia se estimara conforme al Cuadro siguiente:

Rango de Población (hab.)	Rango de Dotación (Lt/hab/dia)
Hasta 500 habitantes	60 - 80
500 - 1000	80 - 100
1000 - 2000	100 - 120

Esta dotación será para un periodo de diseño de 20 años.

B. Normas del Ministerio de Vivienda:

Estas Normas son las fijadas por el Reglamento Nacional de Construcciones-Anexo 3, Titulo 11 (Normas y Requisitos para los Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado) Capitulo 3-11-II, Inciso 3, para poblaciones mayores de 2000 habitantes denominadas urbanas.

La dotación diaria por habitante se resume en el siguiente-

te Cuadro:

Rango de Población (N° de habitantes)	Dotación seg/clima (lt/hab/día)	
	irío	templado y cálido
2000 - 10,000	120	150
10,000 - 50,000	150	200
más de 50,000	200	250

5.02. TIPOS DE CONSUMO.

5.02.01 Consumo Doméstico:

Está en función de las condiciones de vida de los habitantes y de las posibilidades económicas de los pobladores del lugar; incluye el suministro de agua destinada a la bebida, cocina, lavado de ropa, aseo corporal, limpieza, instalaciones sanitarias y riego de jardines particulares.

Según J. Paz maroto y J.M. Casañe, dan algunos valores para el uso doméstico:

- Para bebida, cocina y limpieza por habitante y por día 20 - 30 litros
- Lavado de ropa por habitante y por día 10 - 15 litros
- Descarga de retrete, una por día 10 - 15 litros
- Una ducha por habitante y por día 20 - 30 litros
- Riego de jardín, por m² y día.. 2 litros

El standard en ciudades norteamericanas es de 140 lt/hab/día.

Las normas brasileñas señalan un rango de 75 a 150 lt/hab/día.

El Ing. Menalóia indica un rango de 57 a 190 lt/hab/día. Fair y Geyes recomiendan un rango entre 57 a 265 lt/hab/día.

02.12 Consumo Comercial e Industrial:

Este consumo comprende la cantidad de agua que se suministra a las instalaciones de la industria y el comercio, tales como restaurantes, hoteles, almacenes, procesos industriales, centros manufactureros, etc. Para determinar la poblacion equivalente en la zona comercial e industrial, depende del consumo durante todo el dia con relacion al consumo durante las horas de trabajo.

A continuacion se ofrece una relacion de dotación de agua para consumo comercial e industrial según diferentes autores y normas:

- E.W. Steel 15 a 65% del consumo total.
- Menziola 38 a 200 lt/hab/dia.
- Faier y Geyer 88 a 380 lt/hab/dia.
- Britto (Brasil) 30 a 35 lt/hab/dia (19% Consumo Total)
- Standard Norteamericano 160 lt/hab/dia
- Normas Brasileñas 15 a 65 del consumo total.

02.13 Consumo Público :

Está destinado para abastecer de agua a las diversas instituciones y lugares de administración publica, tales como hospitales, mercados, municipalidades, cárceles, campos deportivos, piscinas públicas, y los servicios públicos como riego y limpieza de calles, parques, jardines, puentes y proteccion contra incendios.

Segun Steel recomienda de 38 a 60 lt/hab/dia.

Menziola aconseja de 19 a 57 lt/hab/dia.

Faier y Geyer indican entre 19 y 75 lt/hab/dia.

Las normas brasileñas recomiendan entre 10 y 30 % de la dotacion total.

El Instituto Nacional de Obras Sanitarias de Venezuela indica el 10 % del volumen total diario de la poblacion.

02.14 Perdidas y Desperdicios:

Este consumo se calcula como no computable y se debe a pérdidas que se producen en las tuberias de la Red, tanto en la distribución como en las conexiones domiciliarias debido a conexiones defectuosas en las tuberias o por un mal

mantenimiento del servicio; también contribuyen los desperdicios que el usuario origina al derrochar el agua dejando los caños abiertos o mal cerrados y para corregir esto debe procederse a la instalación de medidores de agua y fortalecer la educación sanitaria, además de perfeccionar la supervisión de los servicios.

Sin embargo, aún en un buen sistema de abastecimiento de agua, algunos autores consideran que las pérdidas y desperdicios representan un porcentaje entre el 10 y 20 % del consumo total.

5.03. DOTACION DE AGUA.

Para el caso de la ciudad de Pichanaki, debido a la falta de datos estadísticos de consumo, la dotación a fijar sera en base a estudios y experiencias realizadas por especialistas en la materia, pero tratando de adecuarlas a las características generales de la ciudad, teniendo en cuenta los factores que influyen en el consumo de agua, tratando siempre de cumplir con las normas que rigen el abastecimiento de agua potable, es decir, en este caso, las del Ministerio de Vivienda por ser Pichanaki una población urbana.

5.03.01 Consumo doméstico:

Para nuestro caso en Pichanaki, teniendo en cuenta que los niveles de vida son medios y bajos, pero pueden mejorar, se ha estimado:

-Bebida, cocina y limpieza.	30 lt/nab/día.
-Lavado de ropa	15 lt/nab/día.
-Descarga de retrete (2 por dia a 10 lt. cada uno	20 lt/nab/día.
-Una ducha	30 lt/nab/día.
-Riego de jarujín	5 lt/nab/día.
-Crianza de animales domésticos.	10 lt/nab/día.
Total :	110 lt/nab/día.

5.03.02 Consumo Comercial e Industrial:

En nuestro caso debido a que en la ciudad de Pichanaki

las actividades relacionadas con la industria y el comercio se encuentran un poco atrasadas, aunque existiendo claras posibilidades de un mayor desarrollo, se ha estimado considerar una dotación de 40 lt/nab/día.

.03.03 Consumo Público:

Siendo Pichanaki una ciudad mediana en cuanto su población y los servicios que se proporcionan a la misma, se ha creído conveniente dotar de 40 lt/nab/día.

.03.04 Perdidas y Desperdicios:

Basandonos en la experiencia de la buena educación sanitaria del pueblo de Pichanaki y del mejoramiento de la supervisión y mantenimiento del servicio, se ha considerado correcto estimar una dotación solamente de 10 lt/nab/día.

.03.05 Conclusión:

En base a los consumos estimados en los incisos anteriores, se ha confeccionado el siguiente Cuadro-Resumen:

Tipo de Consumo	Dotación	%
Doméstico	110	55
Comercial e Industrial	40	20
Público	40	20
Perdidas y Desperdicios	10	5
Total diario Percapita	200	100

Comparando este resultado con las normas del Ministerio de Vivienda y Construcción, vemos que nos encontramos cumpliendo con esos dispositivos, dentro de la necesaria flexibilidad que deben tener los Reglamentos, ya que en este caso, la población actual es de 8,400 habitantes, bastante cercana a los 10,000 habitantes que con un clima cálido como el de Pichanaki merecen 200 lt/nab/día.

Por lo tanto la dotacion diaria por nabitante será igual a 200 lt/hab/dia.

5.04. VARIACIONES DE CONSUMO.

5.04.01 Generalidades:

En un procesode abastecimiento de agua existen cambios de consumo con respecto a la utilizacion del agua en la ciudad; estas variaciones se deben: a las costumbres, al clima, a los dias de trabajo, etc. En este tipo de proyecto se consiueran las siguientes variaciones de consumo: anuales, mensuales, diarios y norarias.

5.04.02 Diferentes variaciones de consumo:

A. Variaciones Anuales

La utilizacion del agua tiene a cambiar con el transcurso del tiempo, creciendo debido al mejoramiento de los hábitos higienicos de la poblacion y el desarrollo comercial e industrial .

B. Variaciones Mensuales:

Durante el año hay meses en los cuales el consumo supera el valor medio y por el contrario, otros de consumo menor.

Los mayores consumos se producen en verano y los menores en invierno.

En los E.U.A. varian entre 82.3 % como valor minimo y 119 % como valor maximo, con respecto al valor medio.

C. Variaciones Diarias:

Varia con respecto al consumo medio anual.

En la estacion de verano aparecen dias de maxima utilizacion de la agua, y los minimos en el invierno.

Tambien ocurren variaciones diarias dentro de la semana, produciéndose en cualquier época.

Lo importante es establecer el porcentaje máximo que alcanza la variación diaria del consumo en relación a la media anual; para lo cual se han realizado muchos

estudios en varios países llegando a la determinación del coeficiente de máxima variación diaria, denominado K_1 , el cual representa la relación existente entre el consumo del día máximo y el consumo promedio diario; dicho valor debe ser determinado luego de un estudio cuidadoso ya que influye en el diseño de la Captación, Línea de Conducción y el volumen del almacenamiento.

$$K_1 = \frac{\text{Consumo en el día de máxima demanda}}{\text{Consumo promedio diario anual}}$$

Donde: Consumo promedio diario es igual a:

$$\frac{\text{Dotación (lit/nab/día) x Población de Diseño}}{86400 \text{ (número de segundos/día)}}$$

De esta fórmula obtendremos resultados en litros/segundo.

Daremos algunos valores de K_1 :

Brasil	(Nelson Gandun)	1.2 - 2.4
EE. UU	(Faier y Geyer)	1.2 - 2.0
España	(Lazaro Urra)	1.5
Inglaterra	(Galizo)	1.2 - 1.4

El Ing. Walter Castagnino, Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPLS), recomienda adoptar tentativamente los siguientes valores, luego de realizar diversos estudios en América Latina:

- Para climas templados	$K_1 = 1.4$ a 1.6
- Para clima cálido y húmedo	$K_1 = 1.2$ a 1.4
- Para regiones áridas	$K_1 = 1.8$ a 2.0

Según las normas del Ministerio de Vivienda, el consumo máximo diario varía entre el 120% y el 150% del consumo promedio.

Según las normas del Ministerio de Salud, el consumo máximo diario será el 120% del consumo promedio diario anual.

D. Variaciones Horarias:

El consumo de agua horario es muy variable debido a los hábitos y actividades de los habitantes, determinando

máximas y mínimas demandas en ciertas horas del día. Estos cambios se notan más en pequeñas ciudades y en las carentes de industrias, en las cuales después de las cero horas hasta las cuatro horas el consumo es prácticamente nulo debido a que la población está durmiendo; en cambio, el mayor consumo ocurre entre las siete y las nueve horas; a las doce horas; o entre las dieciocho y veinte horas se realiza un gran consumo de agua para uso doméstico.

El máximo consumo horario determinase a base del coeficiente de variación horaria (K_2), que es la relación existente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio diario, o sea:

$$K_2 = \frac{\text{Consumo máximo horario}}{\text{Consumo promedio diario}}$$

La influencia de este coeficiente es decisivo en el cálculo del Sistema de Distribución, cuya determinación es bastante difícil, sobre todo cuando las proyecciones son mayores de 10 años, y debido a que no siempre es posible predecir el desarrollo urbano y las necesidades futuras de riego.

Para determinar el valor K_2 , mencionaremos algunos valores:

Brasil	(Nelson Gandur)	1.5 - 3.0
EE. UU.	(Faier y Geyer)	2.0 - 3.0
España	(Lázaro Urra)	1.6
Inglaterra	(Gourley)	1.5 - 2.0
Francia	(Debur-Imbeuxe)	1.5

El Ing. Walter Castagnino para América Latina da valores de K_2 que varían de 2.0 a 2.5, excepto en ciudades desarrolladas donde puede ser mayor.

Según el Reglamento Nacional de Construcciones, las normas del Ministerio de Vivienda recomiendan los siguientes valores para K_2 :

Población	K_2
a)- De 2,000 a 10,000 hab.	2.5
b)- Mayores de 10,000 hab.	1.8

$$Q_{mh} = \text{Consumo promedio diario} \times K_2$$

$$Q_{mh} = Q_p \times K_2$$

$$Q_{mh} = 29.10 \times 2$$

$$Q_{mh} = 58.20 \text{ lt/seg.}$$

5.05.02 Para un periodo de Diseño de T = 20 años :

A. Datos:

Poblacion de diseño = $Pd_{2000} = 18,830$ habitantes

Dotacion = 200 lt/hab/dia.

Coefficiente de variaciones diarias = $K_1 = 1.3$

Coefficiente de variaciones horarias = $K_2 = 2.0$

B. Cálculo del Consumo Promedio Diario (Q_p)

$$Q_p = \frac{Pd_{2000} \times \text{Dot.}}{86,400}$$

$$86,400$$

$$Q_p = \frac{18,830 \text{ hab.} \times 200 \text{ lt/hab/día}}{86,400 \text{ seg/día}}$$

$$86,400 \text{ seg/día}$$

$$Q_p = 43.58 \text{ lt/seg.}$$

C. Cálculo del Consumo Máximo Diario (Q_{md})

$$Q_{md} = Q_p \times K_1$$

$$Q_{md} = 43.58 \times 1.3$$

$$Q_{md} = 56.65 \text{ lt/seg.}$$

D. Cálculo del Consumo Máximo Horario (Q_{mh})

$$Q_{mh} = Q_p \times K_2$$

$$Q_{mh} = 43.58 \times 2$$

$$Q_{mh} = 87.16 \text{ lt/seg.}$$

5.05.03 Conclusiones:

Sintetizando los resultados obtenidos en los dos incisos anteriores, se ha elaborado el siguiente Cuadro:

Período de Diseño	Poplación de Diseño	Op	Omd	Omh
	Nº de Habitantes	Litros/segundo		
T = 10 años	12,570	29.10	37.83	58.20
T = 20 años	18,830	43.58	56.65	87.16

5.6 APORTES AL DESAGUE.

5.6.1 Generalidades:

Para determinar el caudal de diseño de un sistema de alcantarillado se consideran los aportes de aguas negras procedentes de uso doméstico, aguas de infiltración, aguas fluviales, aguas industriales y comerciales. A continuación se hará la distinción respectiva.

5.6.2 Contribuciones al Alcantarillado:

A. Caudal de aguas negras domésticas:

Se considera que el 80% del caudal de agua consumida ingresa al sistema de alcantarillado. Para los efectos de la capacidad de diseño de dicho sistema, el porcentaje anterior se aplicará al caudal correspondiente al máximo anual de la demanda horaria de agua potable.

B. Aguas de infiltración:

Se denomina al agua que penetra al sistema de alcantarillado por uniones defectuosas, tubos rotos, etc. Cuando el nivel preático está a una cota más alta que la línea, el caudal probablemente aumentará en épocas de lluvia; un factor determinante será la permeabilidad del suelo, así tenemos:

Minimo 0.5 lts/seg/Km. de tubería

Medio 1 lts/seg/Km. de tubería

Máximo 1.5 lts/seg/Km. de tubería

En nuestro caso la precipitación fluvial es mediana y la napa preática se encuentra relativamente baja, así que tomaremos para nuestro diseño el caudal medio de 1 lts/seg/Km de tubería.

l. Aguas Industriales:

Son aguas residuales que fueron utilizadas en procesos industriales, siendo su calidad muy variable dependiente del tipo de industria .

l. Aguas negras comerciales.

Cuando se trata de proyectar nuevos colectores en sectores comerciales, se determina las aportaciones de acuerdo a la densidad y tipo de edificio del sector. Comunmente se toma dentro de la aportación residencial. En nuestro caso no habrá de tomarse en cuenta porque fundamentalmente sólo existe el comercio vecinal y su aportación es de tipo doméstica.

E. Aguas Pluviales.

Tienen su origen en la lluvia produciendo grandes caudales, conduciendo a secciones considerables; en pocas ocasiones se aprovecha el mismo ducto para transportar aguas negras, denominándose combinado; la mezcla de ambas aguas de distinta procedencia dificulta su tratamiento. En nuestro caso nos limitaremos a considerar el aporte de las aguas pluviales que llegan a las alcantarillas a través de los buzones; se estima dicho aporte en 375 lts/buzón/día.

5.0603 Conclusión:

Por lo tanto el caudal de diseño del Sistema de Alcantarillado de la ciudad de Pichanaki, será igual a la suma de todos los caudales considerados en los incisos anteriores, o sea que:

$$Q_d = Q \text{ aguas negras} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ Pluvial}$$

$$Q_d = 0.8 Q_{mh} + 1 \text{ lt/km.tubería} \times \text{Longitud Tubería}$$

$$+ \frac{375 \text{ lt/buzón/día} \times N^{\circ} \text{ buzones}}{86.400 \text{ seg/día}}$$

$$86.400 \text{ seg/día}$$

Diseño 1ra. Etapa : t = 10 años = 1990.

Población de Diseño (Pd)₁₉₉₀ = 12,570 habitantes.

$Q_{mh} = 58.20 \text{ lt/s eg.}$

Longitud Tubería = 14758 metros = 14.758 km.

Número de Buzones = 137.

Aplicando estos datos en (12) tenemos:

$$Q^d_{1990} = 0.8 (58.20 \text{ lt/seg}) + 1 \text{ lt/seg/km} \times 14.758 \text{ km.} + \frac{375 \text{ lt/buzón/día} \times 137 \text{ buzones}}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q^d_{1990} = 46.56 \text{ lt/seg} + 14.758 \text{ lt/seg} + 0.595 \text{ lt/seg.}$$

$$Q^d_{1990} = 61.91 \text{ lt/seg.}$$

Diseño 2da. Etapa: 20 años = 2000

Población de Diseño = Pd₂₀₀₀ = 18,830 habitantes.

$Q_{mh} 2000 = 87.16 \text{ lt/seg.}$

Longitud de tubería asumida: 14.758 km+7.000 km=21.758 km.

Nº Buzones supuestos: 137 + 65 = 202

Aplicando estos datos en (12) tenemos:

$$Q^d_{2000} = 0.8(87.16 \text{ lt/seg}) + 1 \text{ lt/seg/km} \times 21.758 \text{ km.} + \frac{375 \text{ lt/buzón/día} \times 202 \text{ buzones}}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q^d_{2000} = 69.728 \text{ lt/seg} + 21.758 \text{ lt/seg} + 0.877 \text{ lt/seg}$$

$$Q^d_{2000} = 92.36 \text{ lt/seg.}$$

Ahora bien, si se considerará un sistema independiente para la Red de Alcantarillado en su 2da. Etapa, se tendría lo siguiente:

$$P_d = Pd_{2000} - Pd_{1990} = 18830 - 12570 = 6260 \text{ habitantes.}$$

$$Q_{mh} = Q_{mh} 2000 - Q_{mh} 1990 = 87.16 - 58.20 = 28.96 \text{ lt/seg.}$$

Longitud tubería supuesta= 7 km. NºBuzones Supuestos: 65.

$$Q^d_{2da.Etapa} \text{ Independiente} = 0.8 (28.96 \text{ lt/seg}) + 1 \text{ lt/seg/km} \times 7 \text{ km.} + \frac{375 \text{ lt/buzón/día} \times 65 \text{ buzones}}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q^d_{2da.Etapa} \text{ Independiente} = 23.168 \text{ lt/seg} + 7 \text{ lt/seg} + 0.282 \text{ lt/seg}$$

$$Q^d_{2da.Etapa} \text{ Independiente} = 30.45 \text{ lt/seg.}$$

CAPITULO VI

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

6.0. INTRODUCCION.

.01.0. Objetivo.

El objetivo de esta parte del estudio, es la evaluación de los recursos hídricos disponibles en la cuenca, analizándose tanto su magnitud y su variabilidad a lo largo del tiempo, como las características más importantes que determinan la calidad del agua, con la finalidad de tener un conocimiento real de las fuentes de abastecimiento que nos permita proponer la fuente más conveniente del presente Proyecto de Tesis, orientado a mejorar la situación actual del sistema de agua potable de Pichanaki. El análisis comprende tanto las aguas meteóricas y subterráneas como las superficiales.

01.0? Ciclo Hidrológico.

Se conoce como tal al curso seguido por las aguas en sus diversas fases de circulación en el universo.

Los rayos solares al incidir en la superficie de los mares, provocan una intensa evaporación que en forma de masas de vapor de agua se elevan, encontrando capas de aire en temperatura menor, originándose una condensación parcial constituida por finas gotas de agua y también pequeños cristales de hielo, formando las nubes de la atmósfera.

Dichas nubes al trasladarse a zonas aún más frías, completan su condensación y se producen las precipitaciones. De acuerdo a la rapidez de enfriamiento, las finas gotas se transforman en gotas de agua o en capas constituidas por cristales finos y ligeros, o en pequeñas masas de hielo las cuales caen a la superficie terrestre por acción de la gravedad, bajo la forma de lluvia, nieve o granizo. Cabe indicar que la caída en forma de lluvia es la más frecuente.

Parte de las precipitaciones atmosféricas cubre al mar, aquella que cae sobre los continentes se divide en tres facciones: una que evaporándose inmediatamente vuelve al

cielo; otra que corre y al reunirse forma los torrentes, arroyos y ríos que desembocan al mar; y la otra que se infiltra en el suelo atravesando los terrenos, encontrando orificios de evacuación, originándose los manantiales. En todos los casos, el agua vuelve a los océanos o se evapora en la atmósfera, de tal forma que existe continuidad en el ciclo universal, que asegura la invariabilidad del nivel del mar y la permanencia del flujo de las aguas corrientes.

6.0: TIPOS DE FUENTES.

6.02.0. Aguas Atmosféricas.

En este capítulo la hidrología estudia las lluvias, consecuencias, sus causas, magnitud, variaciones y distribución.

Es necesario anotar que el agua de lluvia condensada prácticamente es pura; pero a medida que se desplaza a través de la atmósfera absorbe gases, principalmente oxígeno y anhídrido carbónico, arrastra partículas de polvo, humos, bacterias, esporas y otras impurezas, las cuales en sí no tienen gran significación sanitaria.

El agua de lluvia se caracteriza por su carencia de sales minerales, es blanda, saturada de oxígeno con alto contenido de CO_2 y por consiguiente corrosiva.

La concentración media de sustancias en una precipitación está en relación inversa con su cantidad.

Habrán variados tipos de influencia, cercanía al mar, tierras áridas, humos provenientes de actividad industrial, incendios de bosques, etc.; es importante citar cifras dadas por JUNGE:

a)- CLORUROS.

Principalmente relacionados con la distancia al mar.

País	Distancia a la costa	P.P.M.
Inglaterra	30 Kms.	7
Holanda	50 "	3.5
Australia	150 "	1
Suecia	300 "	0.4
Estados Unidos	600 "	0.15

En los países indicados, a mayores distancias que las señaladas, se observa un contenido uniforme de cloruro.

b)-SULFATOS.

En precipitación sobre la tierra son comunes los valores de 1-10 P.P.M. (promedio en los E.U. 3 P.P.M.); en cambio sobre los océanos es de 1-2 P.P.M.; la mayor parte de los sulfatos son de origen marino, sin embargo, la actividad industrial de ciertas regiones hace subir las cantidades hasta el valor señalado.

c)-AMONIO.

El ión NH_4 varía de 0.01 - 1 P.P.M. y sus valores frecuentes son 0.1 - 0.2 P.P.M.

d)-NITRATOS.

Han sido poco estudiados y se registran cantidades de orden de la mitad del NH_4 .

e)-NITRITOS.

Son inestables y existen en pequeñas cantidades 1/10 de los nitratos.

f)-PH.

Corrientemente se registran valores de PH. ácidos entre 4 y 6 variaciones de 3 - 8.

g)-AEROSOLOS.

Tienen una permanencia media en la atmósfera de unos ocho días, siendo la precipitación el principal medio de renovación de estas partículas.

Cabe indicar que el agua de lluvia es utilizada para la bebida y las zonas tropicales para viviendas aisladas en pequeñas concentraciones, captada directamente de los techos de las casas y almacenada.

02.C? Aguas Superficiales.

Las aguas superficiales en movimiento constituyen las corrientes naturales como ríos, canales, etc. (escurrimiento superficial).

En relativo reposo se encuentran en los embalses, lagos, mares y océanos; y finalmente en estado sólido, acumula-

da en grandes cantidades, como hielo o nieve. Estas últimas son agua generalmente exentas de gérmenes y sales; al fundirse presentan las mismas características del agua de lluvia y al escurrir a través de la corteza terrestre, toma las propiedades del agua superficial ó subterráneas según el caso.

El agua superficial por acción gravitacional, se desplaza hasta llegar a los ríos, lagos, mares u océanos. En su curso puede evaporarse, ser absorbida por la vegetación (que lo retoma a la atmósfera por transpiración); infiltrarse en el suelo o ser incrementada por el agua subterránea.

Las corrientes naturales son originadas por las lluvias, derretimiento de los hielos y nieves ó afloramiento de agua subterránea; al escurrir por la superficie, está sujeta a contaminaciones derivadas del hombre o sus actividades, transformándolas en ciertos casos en nocivas o inapropiadas para la salud, su calidad depende también de las condiciones estructurales del suelo y tipo de vegetación.

Debido a la presencia de CO_2 en las precipitaciones y arrastre de materia orgánica, los carbonatos están siempre presentes en las aguas naturales. Los sulfatos provienen de yacimientos de yeso y las áreas de cultivos internos con alta tasa de evaporación que hace depositarse sales sobre el suelo.

Los cloritos aparecen en las aguas superficiales en cantidades más o menos reducidas, aumentando su proporción en áreas con rendimiento máximo.

Los nitritos se encuentran en pequeñas cantidades, aunque ciertos tipos de terreno originan mayores contenidos. El calcio, magnesio, sodio y potasio, son constituyentes comunes de todas las aguas superficiales; desde el punto de vista sanitario, estas aguas son susceptibles de ser contaminadas por agua cloacal o residuos industriales.

Los lagos y lagunas originados por corrientes superficiales tienen las mismas características generales, pero sus aguas están sujetas a una purificación natural durante el tiempo que permanecen almacenadas.

Un tiempo de almacenamiento permite la sedimentación, remoción de bacterias y crecimiento de microorganismos, especialmente algas. Sin embargo, pueden estar sujetos a contaminación si las áreas adyacentes drenadas no están suficientemente protegidas.

Los embalses o represas tienen características similares a los almacenamientos naturales; normalmente la mayor calidad del agua se encuentra a media profundidad.

Las superficiales tienen exceso de algas; las del fondo alto contenido de CO_2 y probablemente hierro, magnesio y a veces H_2S .

La captación en los ríos se debe hacer lo más lejos posible de la ciudad, siempre aguas arriba de los centros poblados.

Se hacen en los tramos rectos, también meandros en la orilla exterior de la curva, ya que en la otra se almacena material erosionado en época de lluvias y arenidas.

Para la ubicación del punto de toma, se debe tener en cuenta que el agua debe estar siempre en actividad. Se debe evitar los problemas de escasez de agua en el caso de abastecimiento por río o por arroyo; el mínimo caudal encomendado de sequía debe ser igual o mayor a:

1.- El consumo del máximo horario cuando no hay almacenamiento de distribución.

2.- El consumo del máximo diario cuando hay suficiente almacenamiento.

02.0 Aguas Subterráneas.

a)- Aguas subterráneas propiamente dichas.

b)- Manantiales.

Aguas Subterráneas.

Se entiende las contenidas en la tierra en forma líquida, fluida y libre que representa un plano de agua continua. En cuanto al origen del agua subterránea se acepta que es por filtración o por condensación, ambas procedentes de a-

agua en contacto con la atmósfera.

La gran mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua de las regiones rurales, consiste en captaciones subterráneas de diverso tipo. Esto es debido a que todas las aguas subterráneas, son con diferencia, las más prácticas e inocuas para el consumo.

El agua de precipitaciones, de cursos y de masas de agua, penetra a través de las partículas que constituyen el suelo mediante el proceso denominado infiltración.

El agua subterránea se desplaza por las porosidades del terreno en su proceso de escurrimiento subterráneo y puede aflorar formando vertientes o alimentar cursos de agua, parte del agua subterránea se evapora y parte llega al mar.

El agua subterránea al escurrir a través de las diferentes capas de terreno, entra en contacto con sustancias orgánicas, algunas de ellas solubles debido a la descomposición de materia orgánica, puede contener nitratos o nitritos.

Las ventajas de aguas subterráneas son:

- 1)- Suelen estar exentas de bacterias patógenas.
- 2)- Pueden utilizarse por lo general sin ningún tratamiento.
- 3)- Se encuentra en muchos casos en las inmediaciones de las colectividades.
- 4)- Su captación y su distribución son con frecuencia prácticas y económicas.
- 5)- La capa acuífera de la que se extrae constituye de ordinario un depósito natural en el punto de la toma.

Sus inconvenientes son:

- 1)- Contiene muchas veces gran cantidad de sustancias.
- 2)- Suele ser necesario elevarlas.

Para la elaboración de un proyecto de abastecimiento de aguas subterráneas, se debe resolver los siguientes problemas:

- a)- Localización de agua de buena calidad y en cantidad suficiente, lo más cerca del centro de consumo, a fin de reducir los gastos de transporte.

b)- Extracción mediante un procedimiento que dé el rendimiento necesario , preserve la calidad y al mismo tiempo, requiera una inversión de capital lo más reducido posible.

c)- Transporte del agua hasta el lugar de consumo por medio económico que presente un mínimo de dificultades técnicas, en cuanto a su funcionamiento y conservación.

La temperatura del agua en el subsuelo fluctúa entre 0 y 20°C; son aún frescas en verano y más calientes en invierno, que las superficiales.

La porosidad es el espacio que existe entre las partículas que la componen.

La permeabilidad es la tendencia a retener el agua y ceder únicamente una parte.

Las gravas y arenas son permeables y dejan que el agua subterránea circule por ellas con relativa facilidad, por lo que son más convenientes para la construcción de pozos. El agua freática es aquella que llena las grietas y otras cavidades en la roca y entre las partículas de arena por debajo de la superficie del suelo.

El agua freática es importante porque resulta la más económica; así como la más confiable fuente de abasto. Es importante porque requiere sólo modestos desembolsos de capital en lo que se refiere a redes de distribución y equipo para purificación o tratamiento.

El costo de un pozo es usualmente menos que el costo del tendido de 1 km. de tubería o acueducto.

El agua freática se encuentra más amplia y fácilmente disponible que las aguas superficiales; se encuentra presente entre corrientes fluviales o en áreas extensas, donde no discurren arroyos. Casi la mayor parte del agua freática disponible se encuentra libre de contaminación potencial. Por ambas razones: disponibilidad y relativa pureza, es más económica de obtener y si se encuentra contaminada, el tratamiento para hacerla potable es incluso más barato y simple que el requerido por otras fuentes.

6.0 NORMAS DE POTABILIDAD.

03.0 Introducción.

Antes de elegir una determinada fuente de abastecimiento, es necesario saber si la calidad del agua a captarse, nos va a brindar las condiciones requeridas que le permitan ser aptas para el consumo humano, ó en su defecto, sometida al debido tratamiento de tal forma que físico-química y bacteriológicamente se cumpla con las normas de calidad de agua del Ministerio de Salud.

Toda agua a suministrarse al consumo humano debe de cumplir con las siguientes condiciones fundamentales:

a)- Debe ser de calidad potable segura.

b)- Que sus características no dañen las partes constitutivas de las obras a ejecutarse.

03.0: Normas Bacteriológicas.

Desde este punto de vista, se establece que el agua de consumo no debe presentar E. Coli, sin tener en consideración los virus entéricos.

Las normas internacionales para agua potable de la Organización Mundial (O.M.S.), establecen diferencias entre la calidad del agua que se suministra a través de una red de distribución, en relación a aquellas que carecen partiendo de principios, que demuestran la no funcionalidad de estos mismos de calidad respecto a la primera. La calidad de agua que se produce en una planta de tratamiento, no necesariamente la que distribuimos por la red cuanto en su curso puede sufrir contaminaciones, motivo por el cual se recomienda mantener una presión suficientemente alta en la red y un equipo de cloración, para el agua que ingresa a la red de distribución y ha sido desinfectada;; no debe mostrar la presencia de gérmenes coliformes en ninguna muestra de 100 ml. en virtud de lo cual recomienda:

-En el curso del año, el 95% de las muestras no deben tener ningún germen califorme en 100 ml.

-Ninguna muestra ha de tener E. Coli en 100 ml.

-Ninguna muestra debe contener más de 10 gérmenes coliformes en 100 ml.

-En ningún caso ha de hallarse gérmenes en 100 ml. de las muestras consecutivas.

03.03 Normas Químicas.

En este caso se tendrá en cuenta dos aspectos:

-Elementos tóxicos.

-Elementos Patógenos.

A continuación se indicarán los valores recomendados y los máximos permisibles establecidos por la O.M.S., la U.S.P.H.S. (Servicio de Salud Pública de Estados Unidos).

Elementos Tóxicos	Unidad	O.M.	S.	U.S.P.H.S.	
		recomend.	máximun Permissi	recomend.	Máximun Permissi
Arsénico (As)	mg/lt	-.-	0.05	0.01	0.05
Bario (Ba)	mg/lt	-.-	-.-	-.-	1.00
Cadmio (Cd)	mg/lt	-.-	1.01	-.-	0.01
Cromo Hexavalente	mg/lt	-.-	-.-	-.-	0.05
Cianuro (Ca)	mg/lt	-.-	0.05	0.01	0.20
Plata (Ag)	mg/lt	-.-	-.-	-.-	0.50
Plomo (Pb)	mg/lt	0.1	0.1	-.-	0.05
Mercurio (Hg)	mg/lt	-.-	0.001	-.-	-.-
Selenio (Se)	mg/lt	-.-	0.01	-.-	0.01
Cobre (Cu)	mg/lt	0.05	1.5	1.0	-.-

Compuestos Orgánicos	Unidad	O.M.	S.	U.S.P.H.S.	
		recomend	máximun permisi	recomend	máximun permisi
Hidrocarburos Polinucleares Aromáticos	mg/lt	--	0.2	--	--
Compuestos Fenolíticos Orgánicos como-fenales	mg/lt	--	--	0.1	--
Extracto en carbón cloroformizado	mg/lt	--	--	0.2	--
Elementos Sales	Unidad	O.M.	S.	U.S.P.H.S.	
		recomend	máximun permisi	recomend	máximun permisi
Cloruros (como Cl)	mg/lt	200	600	250	--
Fluoruros (como F)	mg/lt	0.6-1.7	--	0.8-1.7	1.4-2.5
Nitratos (como NO ₃)	mg/lt	--	45	45	--
Sulfatos (como SO ₄)	mg/lt	200	400	250	--

La O.M.S. considera que algunos elementos como el bario, bismuto, cobalto, molibdeno, nitrilotriacetato, trocianato, estaño, uranio, vanadio, deben controlarse en el agua; sin embargo, se carece de la información suficiente que permita fijar límites tentativos.

Se ha encontrado de la misma manera, que algunos hidrocarburos polinucleares son cancerígenos.

-Los fenoles se combinan con el cloro para producir compuestos que le dan sabor y olor al agua.

-El extracto del carbón cloroformizado es un índice de la magnitud de contaminación por materia orgánica.

-Los cloruros y los sulfatos tienen propiedades laxantes; las personas no están acostumbradas a ellas en el

agua. Los efectos nocivos se presentan en altas concentraciones.

La concentración máxima de fluoruros en el agua está en función de la temperatura; concentraciones que exceden los límites pueden producir fluoruros o manchas en los dientes.

03.04 Normas Físico-Químicas.

Las características físico-químicas del agua para que sea aceptada para el consumo humano y no incida en los costos de operación y mantenimiento de redes, deben de estar con las especificaciones del siguiente cuadro:

NORMAS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA PARA USO DOMESTICO.

Sustancia	Unidad	O.M.S.		U.S.P.H.S.	
		recomen.	máxim.rec.	recom.	máxim.rec.
Características Físicas:					
Turbiedad	U.3	5	25	5	--
color	U.3	5	50	15	--
olor y sabor	inl.ins.	--	--	3	--
Sólidos totales	mg/lts.	500	1500	--	--
Características Químicas:					
a)-Generales.					
Rango	P.H.	7-8.5	6.5-9	--	--
Dureza total	mg/lts.	100	500	--	--
b)-Metales:					
Calcio (como Ca)	mg/lts.	75	200	--	--
Hierro (Como Fe)	mg/lts.	0.1	1	0.3	--
Sustancias:					
Manganeso (Mn)	m/lts.	0.05	0.5	0.05	--
Magnesio (mg)	m/lts.	30	150	--	--
Zinc (Zn)	m/lts.	15	15	50	--
Boro (Br)	m/lts.	--	--	--	--

De acuerdo a lo sugerido por la "United States Treansury Departament Standard", la turbiedad no debe exceder de 10 (escala sílica) y en general, debe de ser mayor de 5. El color no debe exceder de 20 (escala de Cobalto) y de preferencia, menor que 10; el agua no debe tener olor libre de olores que sean causados por organismos microscópicos.

NORMAS PERUANAS.

Características Físicas y Químicas.

Dentro de las sustancias tóxicas, la concentración máxima permisible para que las aguas sean consideradas potables son:

Sustancias	Concentrac. Máxima Permisible
Plomo (Pb)	0.1 mg/lts.
Selenio (Se)	0.05 mg/lts.
Arsénico (As)	0.2 mg/lts.
Cromo hexavalente	0.05 mg/lts.
Cianuro (Ca)	0.01 mg/lts.
Bario (Ba)	0.1 mg/lts.
Cadmio (Cd)	0.01 mg/lts.
Plata (Ag)	0.5 mg/lts.

Las sustancias químicas que pueden afectar la salud tendrán los siguientes límites :

Sustancias	Límite Permisible	Excesivo
Fluoruros (F)	1.5 mg/lts.	más de 1.5 mg/lt.
Nitratos (NO ₃)	100.0 mg/lt.	más de 100 mg/lt.
FÍSICAS:		
Sólidos totales	500 mg/lt.	1500 mg/lt.
Color	5 unid.	50 unid.
Turbidez	5 unid.	25 unid.
Sabor	NO - OBJETABLE	
Olor	NO - OBJETABLE	

Sustancias	Límite Permisible		Excesivo	
QUÍMICAS:				
Fierro (Fe)	0.3	mg/lt.	1	mg/lt.
Cobre (Cu)	0.1	mg/lt.	0.5	mg/lt.
Zinc (Za)	5.0	mg/lt.	1.5	mg/lt.
Calcio (Ca)	75	mg/lt.	200	mg/lt.
Magnesio (Mg)	50	mg/lt.	150	mg/lt.
Sulfatos	7.0-8.5	mg/lt.	menos de 6.5 o más de 9.2	
Sustancias Fenólicas	0.001	mg/lt	0.002	
Alcalinidad por carbonatos no mayor de 120 p.p.m,				

3.0. DURACION DE LAS MUESTRAS DE AGUA.

El tiempo máximo que puede transcurrir entre la toma de muestras y su análisis, según la "Standard Methods of American Public Health Association", es el siguiente:

- Análisis Físico-Químico : de 12 a 72 horas.
- Análisis Bacteriológico : de 6 a 10 horas, a 10°C ó menos.

3.0. Resultados de Análisis Físico-Químico de las diversas fuentes de abastecimiento de agua de Pichanaki.

Se procede a adjuntar las copias de los resultados de Análisis Físico-Químicos de las muestras de aguas tomadas en Pichanaki por el autor de esta Tesis, de las siguientes fuentes:

- Riachuelo Quebrada Palmapata.
- Río Pichanaki.
- Río Cuyani.

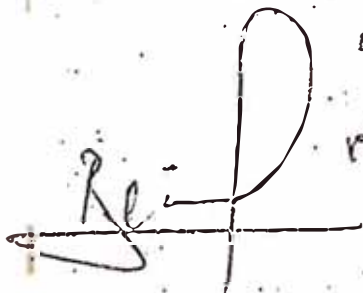
DIRECCION DE INGENIERIA SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA

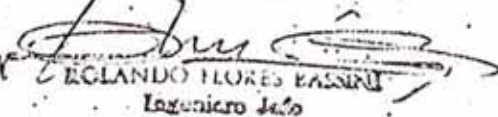
CACIONES EN mg/lit.	ANIONES EN mg/lit.
(Fe^{++}) 0.073	Cloruros (Cl^{-}) 2
(Ca^{++}) 10	Carbonatos (CO_3^{--}) 1
(Mg^{++}) 3	Nitritos (NO_2^{-}) 0.000
	Nitratos (NO_3^{-}) 0.000
	Sulfatos (SO_4^{--}) 45
	Hidróxidos (OH^{-}) 0
	Bicarbonatos (HCO_3^{-}) 65

.....

2 de Octubre de 1980.

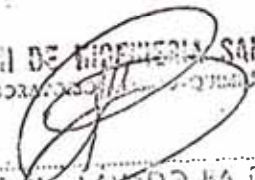


DIRECCION DE INGENIERIA SANITARIA
 División de Protección y Supervisión
 de Servicios



ECLANDO FLORES CASANOVI
 Ingeniero Jefe

DIRECCION DE INGENIERIA SANITARIA
 LABORATORIO QUIMICO



YSAAC LAVADO BAÑÓN
 INGENIERO 1978

6.0. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

4.0: Aguas atmosféricas.

El agua de lluvia es utilizada para la bebida y otros fines en zonas tropicales, para el caso de viviendas aisladas ó en pequeñas concentraciones poblacionales, captada directamente de los techos de las casas y almacenada; en el caso de Pichanaki, nuestro Proyecto de Tesis ha descartado esta alternativa por contar con una población de diseño lo suficientemente numerosa como para no hacer viable una solución al abastecimiento de agua potable mediante aguas atmosféricas que requerirían grandes almacenajes, e inclusive, posiblemente tratamiento, lo que redundaría en costos muy altos.

4.0: Aguas Subterráneas.

Analizaremos los dos casos posibles:

a)- Aguas subterráneas propiamente dichas: Ahora como en 1976, cuando se hizo el primer estudio de abastecimiento de agua potable de Pichanaki, debemos descartar la alternativa de construir pozos perforados por no contar con experiencias exitosas en toda la zona del Perené para este tipo de abastecimiento. Realmente no se ha efectuado estudios serios al respecto; es que la napa freática se encuentra como a 30 mts. de profundidad, con respecto a la parte más baja del terreno del pueblo, y para hacer un buen estudio se requeriría efectuar una prueba de bombeo, la cual es imposible de realizar sin contar con el equipo respectivo.

En todo caso, el sólo hecho de saber que el sistema de abastecimiento sería mediante bombeo del agua subterránea, ya constituye un factor negativo por el alto costo de adquisición del equipo de bombeo, así como por la necesidad ineludible de operación y mantenimiento, que también encarecería demasiado esta alternativa.

b)-Manantiales: Se ha realizado el estudio de dos manantiales que si bien han demostrado tener buena calidad de agua, sin embargo, luego de efectuar los respectivos aforos por el método volumétrico, el autor de esta Tesis considera que los rendimientos cuantificados son muy pequeños, comparativamente con el caudal de diseño requerido.

El manantial de ladera denominado "Delgadillo", ubicado en la cota 520 m.s.n.m. prácticamente a 80 metros del pueblo, tuvo un rendimiento de 0.6 litros por segundo al ser aforado por el autor de esta Tesis en Setiembre de 1980. Según los habitantes de la zona cercana al manantial, de la cual varias familias acostumbran abastecerse para su consumo doméstico, el rendimiento fluctúa entre 0.5 y 1 litro por segundo.

El manantial de fondo denominado "Las Palmeras", ubicado en la cota 531.50 m.s.n.m., viene a quedar a 180 metros del pueblo. Al ser aforado por el autor de esta Tesis en Setiembre de 1980, obtuvo un rendimiento de 1.5 litros por segundo. Los pobladores de Pichanaki manifestaron que el rendimiento mínimo es de 1 litro por segundo, y el rendimiento máximo, de 2 lt/seg.

Como podemos apreciar, ni siquiera sumando los rendimientos de ambos manantiales, podemos lograr un gasto considerable de agua que permita satisfacer el caudal máximo diario para un período de diseño de 20 años ($Q_{md} = 56.65 \text{ lt/seg}$). Es más, quien sabe si el rendimiento fuera más significativo, digamos, unas diez veces más de lo realmente rinden actualmente, podría haberse considerado como solución parcial para el abastecimiento de agua de algún sector de la población de Pichanaki; sin embargo, los caudales son tan pequeños que debemos descartar esta alternativa.

b) Aguas Superficiales.

Existen hasta cinco posibilidades para captar aguas superficiales que satisfagan el abastecimiento de agua potable del pueblo de Pichanaki. Estas son, a saber:

- a)- Río Pichanaki
- b)- Río Perené
- c)- Río Kimiriki

d)- Riachuelo de la quebrada Palmapata

e)- Río Cuyani

Vamos a efectuar el análisis de cada una de estas alternativas.

a)- Río Pichanaki.

Se encuentra aledaño a la localidad. Tiene un caudal aproximado de $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$, con lo cual satisficaría el caudal de diseño; sin embargo, las zonas accesibles del río más próximas al pueblo y con mayor caudal, se ubican en cotas más bajas que la localidad (aproximadamente unos 30 m.) lo cual implicaría la necesidad de un sistema de bombeo con tratamiento de las aguas superficiales, que indudablemente encarecería demasiado el Proyecto, además de generar un problema nada subestimable como es una adecuada operación y mantenimiento para el funcionamiento del sistema. Por si fuera poco, los pobladores informaron al autor de esta Tesis, sobre el lanzamiento periódico de relaves mineros por parte de los industriales que explotan minerales en las alturas, aguas arriba del río Pichanaki. Por lo tanto se debe descartar esta posibilidad.

b)- Río Perené.

También se encuentra aledaño a la localidad, en una cota decididamente más baja que la del pueblo (aproximadamente unos 40 metros). Posee un gran caudal que en promedio es de $600 \text{ m}^3/\text{seg.}$ En época de lluvias el agua contiene gran cantidad de sólidos y alta turbiedad. Se dificulta su consideración como alternativa de solución favorable, debido a las mismas razones que la fuente anterior, o sea por lo caro que resulta construir y difícil mantener un sistema de bombeo con tratamiento.

c)- Río Kimiriki.

Las zonas accesibles del río más próximas al pueblo y con mayor caudal, se encuentran aproximadamente a 1 km. de la localidad en dirección noroeste y en una cota aproximadamente 20 metros más baja. Tiene un caudal de $250 \text{ lt}/\text{seg.}$ De-

bemos descartar esta alternativa por las mismas razones ya explicadas en los dos casos anteriores.

d)- Riachuelo de la quebrada Palmapata (antes Pichanaki)

Como ya se describió anteriormente en el Capítulo III, inciso 3.02 de esta Tesis, este riachuelo baja por la Quebrada de Palmapata, conocida originalmente como Pichanaki, que se encuentra a unos 1,400 metros del pueblo en dirección Oeste y en una cota aproximadamente 60 m. más alta que la localidad. Aquí se efectuó la captación de las obras de abastecimiento de agua potable realizadas en 1976. Se aforó el riachuelo y en ese entonces se obtuvo un rendimiento de 17.1 lt/seg.; hoy en día sólo rinde 8 lt/seg., según aforo realizado por el autor de esta Tesis en Setiembre de 1980; o sea que el problema de esta fuente, es el poseer un caudal que es prácticamente la décima parte del caudal de diseño, por lo que es preferible descartarla como solución total, aunque a fin de aprovechar al máximo el sistema existente de agua potable, se puede tomar esta fuente como solución parcial para un sector de la población.

e)- Río Cuyani.

La zona más accesible y más apropiada para construir una captación, se encuentra ubicada aproximadamente a 5 kms. del pueblo y en una cota de terreno 100 metros más arriba que la localidad. Posee un caudal que varía entre 92 lt/seg. en época de estiaje y 144 lt/seg. en época de avenida, de acuerdo con la información recabada por el autor de esta Tesis en Setiembre de 1980, con lo cual se satisface ampliamente el caudal de diseño, no existiendo impedimentos de orden legal para el uso de esta fuente.

6.5 SELECCION DE LA FUENTE.

Del estudio de alternativas realizado en el inciso anterior, podemos obtener las siguientes conclusiones:

No se tomará como fuente las aguas atmosféricas, por ser

la población de diseño numerosa y las obras muy costosas y completas.

-No se tomará como fuente las aguas subterráneas de pozo perforado, por no haber experiencias exitosas en la zona; no existir estudios serios y también, ser costosas las obras así como difícil su operación y mantenimiento.

-No se tomará en cuenta como fuente, las aguas subterráneas de los manantiales existentes en la localidad, por su escaso rendimiento.

-No se tomará como fuente los ríos Pichanaki, Perené y Kimiriki, por lo costoso de las obras de un sistema de bombeo con tratamiento, y lo difícil de efectuar la operación y mantenimiento para un buen funcionamiento.

-No se tomará como única fuente el riachuelo de la Quebrada de Palmapata, por su rendimiento insuficiente.

Frente a estas conclusiones que nos permiten descartar las alternativas mencionadas, hemos decidido seleccionar como fuente de abastecimiento de agua para el Proyecto de Tesis considerado, el río Cuyani, por las siguientes razones:

1ro. -Satisface amplia y permanentemente el caudal de diseño:

$$Q_{\min. \text{ Cuyani}} = 92 \text{ lt/seg} > Q_d = 56.65 \text{ lt/seg.}$$

2do. -Se encuentra en una cota más alta que la localidad, lo cual implica un sistema de abastecimiento por gravedad.

3ro. -El análisis de la calidad del agua nos orienta en la necesidad de un tratamiento de agua convencional.

4to. -Los 5 kilómetros que separarán a esta fuente de la localidad, presentan una relativa accesibilidad que con un buen trabajo de la mano de obra, pueden ser despejados sin mayor problema; además, el terreno es arenoso por zonas, arcilloso en otras partes y mayormente, no hay roca sólida, por lo que se facilita la excavación de zanjas.

5to. No existe impedimento legal alguno para el uso de esta fuente.

Además, a fin de aprovechar al máximo el sistema de abastecimiento de agua potable existente en la actualidad en el pueblo de Pichanaki, también se ha considerado conveniente utilizar las aguas provenientes del riachuelo de la Quebrada Palmapata, como fuente de abastecimiento de agua parcial para alimentar la Planta de Tratamiento y el Reservorio existentes y servir a un sector de la población.

CAPITULO VII

OBRAS PROYECTADAS PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE

.01 INTRODUCCION.

El autor de esta Tesis, como fruto de la evaluación del Sistema de Agua Potable existente actualmente en Pichanaki, desarrollada en el Capítulo III de esta Tesis, ha concluido en la necesidad de utilizar al máximo la capacidad instalada del sistema existente, para lo cual resulta imprescindible efectuar las verificaciones de dicho sistema bajo las condiciones de trabajo que se establezcan como límite máximo. Sin embargo, como el sistema existente sólo satisface parcialmente a la población actual de Pichanaki, deberá proyectarse un nuevo sistema que satisfaga el consumo de la mayoría de la población actual y de la población de diseño para el futuro. Consecuente con lo anteriormente expuesto, la mecánica que se adoptará en el presente Capítulo, será la de tratar en primer término la verificación del sistema existente para cada una de las partes que lo componen, a saber:

- Captación.
- Línea de Conducción.
- Planta de Tratamiento.
- Reservorio.

La verificación implica determinar para cada parte del sistema existente si puede trabajar con la capacidad, dimensiones, presiones y condiciones hidráulicas, o si es necesario efectuar ampliaciones, cambios, mejoras, nuevos diseños para nuevas construcciones.

En segundo término, se procederá a diseñar el nuevo sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Pichanaki, que comprende:

- Captación.
- Caja Controladora y Reguladora de caudales.
- Planta de Tratamiento.
- Línea de Conducción.
- Red de Distribución.

Debe subrayarse que la verificación de la tubería, válvulas, accesorios y conexiones domiciliarias de la Red de

Distribución existente, se hará conjuntamente con el diseño de dos redes de distribución, que funcionarán en forma independiente, usando cada una, parte de la Red existente y parte de la Red proyectada.

1.02 VERIFICACION DEL SISTEMA EXISTENTE.

1.0.01 Captación.

En 1976 se revistió el canal por donde fluye el riachuelo de la quebrada Palmapata, en una longitud de 2.0 x 0.50 x 0.80 m. de profundidad, y se construyó una caja perpendicular al canal de 1.30 x 1.50 m. de sección y 0.80 m. de profundidad (medidas interiores), con un vertedero triangular para regular el gasto de entrada a la Planta de Tratamiento, que en ese entonces se determinó que fuera como máximo 4 lps. Dicha caja tiene un aliviadero que va a dar a otra caja de 1.30 x 1.40 m. de sección y de la cual sale un desagüe que conduce el agua a rebosar. Cuando el vertedero triangular tenía un tirante de 9.6 centímetros, se captaba el caudal máximo de 4 lps. y el resto era desaguado por el aliviadero.

Hoy como necesitamos captar el máximo de agua que en promedio fluye por el riachuelo Palmapata, que es igual a 8 litros/segundo, deberá controlarse en el vertedero un tirante que pasamos a determinar con la siguiente fórmula:

$$Q = 1.4 H^{5/2}$$

Donde: $Q = \text{Caudal en m}^3/\text{seg.} = 0.008$
 $H = \text{Tirante en m.}$

Despejando "H" tenemos:

$$H = \left(\frac{Q}{1.4} \right)^{0.4} = \left(\frac{0.008}{1.4} \right)^{0.4} = 0.12 \text{ m.}$$

El control de este tirante se realizará con la compuerta existente formada por una plancha de fierro de 1.00 x 0.50 m² de sección por 3/16" de espesor.

No existe ningún problema que impida seguir usando la canastilla de salida de 4" x 3" y la tubería para desagüe

de Ø 3".

Los detalles de la Captación podrán observarse en el plano correspondiente, que forma parte del presente Proyecto de Tesis.

1.0202 Línea de Conducción.

Se vá a proceder a verificar si con los diámetros de las tuberías existentes actualmente en la Línea de Conducción que transporta el agua desde la Captación hasta la Planta de tratamiento y desde ésta hasta el Reservorio, se producen pérdidas de carga inferiores a las que impiden el buen funcionamiento del Sistema.

-Tramo Captación-Sedimentador:

Del plano de la Línea de Conducción existente, se observa la existencia de dos subtramos: uno de 649 metros de tubería de Ø 4" unido con una reducción de 4" x 3" a otro de 700 metros de tubería de Ø 3", ambos con C = 140 (asbesto-cemento).

Datos:

$d_1 = 4"$

$L_1 = 649 \text{ m.} = 0.649 \text{ Km.}$

$d_2 = 3"$

$L_2 = 700 \text{ m.} = 0.700 \text{ Km.}$

$Q = 8 \text{ l.p.s.}$

Condición:

$h_f = h_{f1} + h_{f2} \leq h_f \text{ disponible 1-2}$

Donde: $h_{f1} = S_1 \times L_1 = \left\{ \frac{Q}{0.0597 d_1^{0.63}} \right\}^{1.85} \times L_1$

$h_{f2} = S_2 \times L_2 = \left\{ \frac{Q}{0.0597 d_2^{0.63}} \right\}^{1.85} \times L_2$

H_f disponible 1-2 = cota fondo captación-cota nivel agua sedimentador.

h_f disponible 1-2 = 561.20 - 548.20 = 13.00 m.

Aplicación:

$$h_f \text{ 1-2} = \left[\frac{8}{0.0597(4)^{2.63}} \right]^{1.85} \times 0.649 + \left[\frac{8}{0.0597(3)^{2.63}} \right]^{1.85} \times 0.700$$

h_f 1-2 = (10.135 x 0.649) + (41.089 x 0.700)

h_f 1-2 = 6.578 + 28.763

h_f 1-2 = 35.341 > 13.00 m.

Por lo tanto debemos estudiar con que diámetro (s) se puede cumplir la condición de diseño.

-Prueba con Ø 4"

Datos:

d₁ = d₂ = d = 4"

L = L₁ + L₂ = 649 + 700 = 1349 m. = 1.349 Km.

Aplicación:

$$h_f = \left[\frac{8}{0.0597 (4)^{2.63}} \right]^{1.85} \times 1.349$$

h_f = (10.135 x 1.349)

h_f = 13.67 > 13.00 m.

Tampoco se satisface la condición de diseño, aunque como la diferencia es reducida podemos intentar una combinación con un diámetro superior.

-Combinación de Ø 6" y 4"

Datos:

$D_1 = 6"$

$L_1 =$ Longitud del subtramo de Ø 6"

$D_2 = 4"$

$L_2 =$ Longitud del subtramo Ø 4"

$L =$ Longitud Total = $L_1 + L_2 = 1349 \text{ m.} = 1.349 \text{ km}; L_2 = 1.349 - L_1$

$Q = 8 \text{ lt/seg.}$

Condición:

$h_{f \ 1-2} = h_{f1} + h_{f2} \leq h_f \text{ disponible } 1-2 = 13.00$

Aplicación:

$$\left[\frac{8}{0.0597 (6)^{2.63}} \right]^{1.85} \times L_1 + \left[\frac{8}{0.0597 (4)^{2.63}} \right]^{1.85} (1.349 - L_1) = 13.00$$

$1.4095 L_1 + 10.135 (1.349 - L_1) = 13.00$

Resolviendo esta ecuación se obtiene :

$L_1 = 0.077 \text{ Km.} = 77 \text{ metros}$

Por lo tanto:

$L_2 = 1349 - 77 = 1272 \text{ metros}$

Chequeo:

$h_{f1} = S_1 \times L_1 = 1.4095 (0.077) = 0.108 +$

$h_{f2} = S_2 \times L_2 = 10.135 (1.272) = \frac{12.892}{13.000}$

Conclusión:

En el tramo Captación-Sedimentador, se deberá hacer lo siguiente:

1° -Instalar 77 metros de tubería asbesto-cemento de \varnothing 6", en lugar de los 77 metros iniciales de \varnothing 4".

2° -Instalar una reducción de 6" x 4" al final de los 77 metros de \varnothing 6".

3° -Empalmar con los 649-77 = 572 metros de tubería de asbesto-cemento de \varnothing 4" existentes que serán utilizados totalmente.

4° -Eliminar la reducción de 4" x 3" existente al final de la tubería de \varnothing 4".

5° -Instalar 700 metros de tubería de asbesto-cemento \varnothing 4" en lugar de los 700 metros de \varnothing 3" existentes.

6° -Todas las tuberías serán de clase 7.5, ya que en ningún instante se sobrepasa la presión estática de 50 m.

-Tramo Sedimentador-Filtros lentos.

Del plano de la Línea de Conducción existente se han medrado 20 metros de tubería de asbesto-cemento (c=140) con un diámetro de \varnothing 3" entre el Sedimentador y los filtros lentos.

Datos:

$$d_3 = 3''$$

$$L_3 = 20 \text{ m.} = 0.002 \text{ Km.}$$

$$Q = 8 \text{ l.p.s.}$$

Condición:

$$h_f 2-3 \leq h_f \text{ disponible}$$

$$\text{Donde: } h_f 2-3 = S_3 \times L_3 = \left[\frac{Q}{0.0597 (d_3)^{2.63}} \right]^{1.85} \times L_3$$

h_f disponible 2-3 = cota nivel agua sedimentador - cota nivel agua filtros

$$h_f \text{ disponible } 2-3 = 548.20 - 546.50 = 1.70 \text{ m.}$$

Aplicación:

$$h_f 2-3 = \left[\frac{8}{0.0597 (3)^{2.63}} \right]^{1.85} \times 0.002$$

$$h_f 2-3 = 41.089 \times 0.002$$

$$h_f 2-3 = 0.82 \text{ m.} < 1.70 \text{ m.}$$

Conclusión:

En el tramo sedimentador-filtros lentos, se utilizará totalmente los 20 metros de tubería de asbesto-cemento de \emptyset 3", Clase 7.5, existente.

-Tramo Filtros Lentos-Reservorio.

Del plano de la Línea de Conducción existente se han metrado 53 metros de tubería de asbesto-cemento (c=140) con un diámetro de \emptyset 3" entre los filtros lentos y el Reservorio.

Datos:

$$d_4 = 3''$$

$$L_4 = 53 \text{ m.} = 0.0053 \text{ Km.}$$

$$Q = 8 \text{ l.p.s.}$$

Condición:

$$h_f 3-4 \leq h_f \text{ disponible}$$

$$\text{Donde: } h_f 3-4 = S_4 \times L_4 \left[\frac{Q}{0.0597 (d_4)^{2.63}} \right]^{1.85} \times L_4$$

$$h_f \text{ disponible } 3-4 = \text{cota nivel agua filtros} - \text{cota nivel agua reservorio}$$

$$h_f \text{ disponible } 3-4 = 546.50 - 542.20 = 4.30 \text{ m.}$$

Aplicación:

$$h_f \text{ 3-4} = \left[\frac{8}{0.0597 (3) 2.63} \right]^{1.85} \times (0.0053)$$

$$h_f \text{ 3-4} = 41.089 \times 0.0053$$

$$h_f \text{ 3-4} = 2.18 \text{ m.} < 4.30 \text{ m.}$$

Conclusión:

En el tramo filtros lentos-reservorio se utilizará totalmente los 53 metros de tubería de asbesto-cemento de Ø 3", Clase 7.5, existente.

Nota:

Forman parte de esta Tesis, los planos correspondientes a la vista en Planta y al perfil de la Línea de Conducción existente con las modificaciones introducidas en este Capítulo.

1.02.3 Planta de Tratamiento.

Actualmente se encuentran funcionando un Sedimentador de 9.00 x 3.00 m. de sección y 1.20 m. de profundidad, y dos unidades de filtración lenta de 7.70 x 3.75 m. de sección y 2.80 m. de profundidad; los cuales fueron diseñados para tratar 4 litros/segundo. Habida cuenta que ahora se requieren tratar 8 lts/seg. provenientes de la captación del riachuelo Palmapata, necesitamos duplicar la capacidad de la Planta de Tratamiento existente, por lo que el autor de esta Tesis ha creído conveniente construir un Sedimentador y dos unidades filtrantes similares a las existentes con la finalidad de cumplir dicho objetivo y conservar simetría en la construcción y funcionamiento de la Planta. Se procederá inmediatamente a efectuar las verificaciones correspondientes a cada sedimentador y unidad filtrante.

1.02.3

1 Verificación de los Sedimentadores.

Cada uno de los dos Sedimentadores deberá reunir las siguientes condiciones:

$$Q \text{ trabajo: } \frac{8 \text{ lps}}{2} = 4 \text{ lps} = 0.004 \text{ m}^3/\text{seg} = 345.6 \text{ m}^3/\text{día} = 345,600 \text{ lt/día}$$

$$\text{Area superficial: } A_s = L \times a = 9.00 \times 3.00 = 27 \text{ m}^2$$

Profundidad: 1.20 m.

Carga superficial: (R) 10 a 30 m³/m²/día

Período de Retención: (τ) : 2 a 4 horas.

-Carga Superficial:

$$R = \frac{Q}{A_s} = \frac{345.6 \text{ m}^3/\text{día}}{27 \text{ m}^2} = 12.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día} \quad \text{O.K.}$$

-Período de retención Teórico:

$$\tau = \frac{V}{Q} = \frac{(27 \times 1.20) \text{ m}^3}{345.6 \text{ m}^3/\text{día}} = 0.0934 \text{ días}$$

$$\tau = 2 \text{ horas } 15 \text{ minutos} \quad \text{O.K.}$$

-Velocidad de Sedimentación:

$$V_s = \frac{RK}{864,000} \quad \text{Donde: } K = 3 \text{ para sedimentadores de características "pobres".}$$

$$V_s = \frac{12800 \times 3}{864,000} = 0.044 \text{ cm/seg} = 0.44 \text{ mm/s eg.l}$$

-Velocidad de Sedimentación:

Para partículas de 0.45 m.m. de diámetro que corresponde a las partículas de arena fina.

-Eficiencia:

$$\frac{t}{t_o} = \frac{A_s V_s}{Q} \quad \text{donde: "t_o" es el tiempo requerido para que la partícula llegue al fondo del tanque; por lo tanto:}$$

$$\frac{t}{t_0} = \frac{27 \text{ m}^2 \times 0.00044 \text{ m/seg}}{0.004 \text{ m}^3/\text{seg}} \approx 3$$

$$\frac{t}{t_0} = 3, \text{ que corresponde a una eficiencia del } 75\%.$$

-Velocidad Horizontal:

$$V_h = \frac{Q}{A_t}, \text{ donde : } A_t = \text{área transversal} = a \times h$$

Por lo tanto:

$$V_h = \frac{0.004 \text{ m}^3/\text{seg.}}{(3.00 \times 1.20) \text{ m}^2} = 0.00111 \text{ m/seg.} = 6.67 \text{ cm/min.}$$

-Carga sobre el vertedero de salida:

$$\frac{345,600 \text{ lt/día}}{3.00 \text{ m.}} = 115,200 \text{ lt/m.l./día; que es menor que el máximo permisible de } 400,000 \text{ lt/m.l./día.}$$

7.02.3

•2 Verificación de los filtros lentos.

Cada una de las unidades filtrantes deberá reunir las siguientes condiciones:

$$Q \text{ trabajo : } \frac{8 \text{ lps}}{4} = 2 \text{ lps} = 0.002 \text{ m}^3/\text{seg} = 172.8 \text{ m}^3/\text{día} = 172,800 \text{ lt/día}$$

$$\text{área superficial: } A_s = 7.70 \times 3.75 = 28.875 \text{ m}^2$$

$$\text{Tasa de filtración: (T) } 3 \text{ a } 9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

Tsa de filtración real:(T)

$$T = \frac{Q}{A_s} = \frac{172.8 \text{ m}^3/\text{día}}{28.875 \text{ m}^2} = 5.98 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

Dren Principal:

El dren principal cumplirá una función recolectora del agua captada por los drenes laterales, o sea que las únicas perforaciones que tendrá la tubería, serán las correspondientes al ingreso de los drenes laterales.

El área drenada por el dren principal de cada unidad será:

$$A_d = 7.70 \times 3.75 = 28.875 \text{ m}^2$$

Si se construye el dren principal con una pendiente de 20% y utilizando tubería c=140, con un diámetro de $\varnothing 4''$, y la unidad filtrante trabaja con una tasa de $9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$, el área drenada por el dren principal será de $110.72 \text{ m}^2 > 28.875 \text{ m}^2$

Drenes laterales:

Los drenes laterales estarán dispuestos a un solo lado del dren principal y estarán espaciados cada 0.80 m.; los drenes de los extremos estarán uno a 0.70 m. y el otro a 0.60 m. del muro. Cada dren construido con una pendiente de 20% y utilizando tubería c=140, con un diámetro de $\varnothing 2''$; puede drenar hasta 18.24 m^2 trabajando con una tasa de $9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ Y como siendo 9 los drenes laterales, cada uno drenará:

$$\frac{28.875}{9} = 3.21 \text{ m}^2 < 18.24 \text{ m}^2, \text{ lo cual es correcto.}$$

18

Las tuberías llevarán perforaciones de $\varnothing 1/4''$ cada 10 cm.

Altura de los filtros:

Altura de agua:

Será de 1.00 m. referida a la superficie inicial del techo de arena.

Medio Filtrante:

Será una capa de arena de 1.00 m. de espesor de las siguientes características:

- Tamaño efectivo: 0.25 a 0.35 m.m.
- Coeficiente de uniformidad: 2 a 3.

Apoyo del medio filtrante:

Estará constituido por 0.50 m. de espesor, de grava clasificada según se indica a continuación:

- 0.20 m. con material de $3/4''$ a $2''$.
- 0.15 m. con material de $3/8''$ x $3/4''$.
- 0.15 m. con material de 2 m.m. a 3 m.m.

Altura libre:

Sera de 0.30 m.

Altura total del filtro:

$$H = 1.00 + 1.00 + 0.50 + 0.30 = 2.80 \text{ m.}$$

Por lo tanto, la altura total o profundidad de cada unidad filtrante será de: 2.80 m. de profundidad.

Cámara de filtros:

Cada dupla de unidades filtrantes contará con su respectiva cámara de válvulas para control manual, de concreto armado, que tendrá las siguientes dimensiones: 3.80 x 2.60 m. de sección y 1.30 m. de profundidad. Los detalles pertinentes a esta cámara se pueden apreciar en el plano correspondiente.

Forman parte de esta Tesis, los planos correspondientes al esquema de la Planta de Tratamiento, al Sedimentador, y a los filtros lentos, así como el plano de la Cámara de Válvulas del filtro.

7.02.14 Reservorio.

Será utilizado sin ningún cambio, el reservorio simplemente apoyado de concreto armado, de 80 m³ de capacidad construido en 1976 en la cota 540 m.s.n.m., con una cota de fondo de 539 m.s.n.m. El Reservorio tiene 5.65 m. de diámetro interior y 3.20 m. de altura de agua, con muros de 0.14 m. de espesor y cubierta en forma de cúpula de 0.06 m. de espesor. Adyacente al Reservorio se encuentra su respectiva Cámara de Válvulas .

Forman parte de esta Tesis, los planos correspondientes al Reservorio y su Caseta de Válvulas.

7.3 DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE PICHANAKI.

7.03.1 Captación.

7.03.1

•1 Introducción.

En el Capítulo anterior se seleccionó como fuente de abastecimiento del nuevo Sistema de Agua Potable de Pichanaki

al río Cuyani, cuyo flujo de aguas superficiales varía entre 92 lt/seg. en época de estraje y 144 lt/seg. en época de avenida; y cuya ubicación es en la cota 606 m.s.n.m. aproximadamente a 6 Km. del pueblo. Para captar estas aguas es conveniente diseñar una estructura hidráulica que nos permita simultáneamente medir el caudal circulante, controlar el flujo del río y captar el gasto necesario de agua para el consumo máximo diario de la población, en las mejores condiciones para el tratamiento.

Por estas razones se ha decidido diseñar una captación del tipo Barraje, constituida por un vertedero que formará parte del dique o muro de contención que se construirá transversalmente al flujo del río; dicho vertedero llevará en su parte inferior, una rejilla de fierro que permitirá captar el agua, impidiendo el ingreso de sólidos y elementos extraños.

El vertedero que será diseñado ha de ser del tipo compuesto: con una sección trapezoidal del tipo cipollético, para medir y controlar el flujo en época de estraje, y con una sección rectangular de paredes gruesas para hacer lo mismo en las épocas de crecida del río.

El diseño de la rejilla que se colocará en la parte inferior del vertedero, implica calcular el diámetro, longitud y número de varillas de fierro, así como el espaciamiento que existirá entre ellas al ser colocadas.

El diseño del dique o muro de contención de agua comprende el dimensionamiento del mismo a fin de que pueda resistir las fuerzas hidrostáticas.

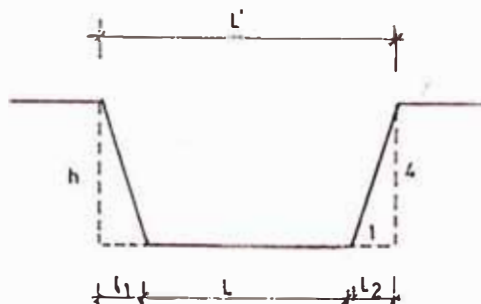
Observando la tabla de caudales presentada en el Capítulo V, inciso 5.05.03, de esta Tesis, se obtiene el caudal de diseño que es igual al caudal máximo diario para una población futura del año 2000, siendo éste igual a:

$$Q_{md\ 2000} - 56.65\ \text{lt/seg.}$$

Esto de acuerdo a lo discutido en el Capítulo IV, inciso 4.02.03 de esta Tesis, en lo referente al período de diseño de la Captación que se consideró en 20 años.

Sin embargo, en el inciso 7.02 de este Capítulo, se ha acondicionado el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable existente para captar, conducir y tratar 8 l.p.s.

compensase el decrecimiento del caudal debido a las contracciones.



La inclinación de las caras fué establecida de modo que la descarga a través de las partes "triangulares" del vertedor correspondiese al decrecimiento de la descarga debido a las contracciones laterales, con la ventaja de evitar la corrección en los cálculos.

Para estas condiciones, el talud resulta 1:4 (1 horizontal para 4 vertical) como se muestra en la figura precedente. La fórmula para obtener el caudal que está pasando por el vertedero, es la siguiente:

$$Q = 1.859 L H^{3/2} \quad (1)$$

Donde: Q = Caudal en m³/seg.

L = Longitud Base (m)

H = Tirante en m

A partir de ella, como nosotros conocemos el caudal que pasará por el vertedero en época de estiaje ($Q_{\min.} = 92$ lt/seg) vamos a realizar varios tanteos de "H" en función de valores de "L" asumidos.

De la fórmula (1) despejamos "H" y tenemos:

$$H = \left[\frac{Q}{1.859 L} \right]^{2/3} \quad (2)$$

Como producto de los cálculos efectuados usando la fórmula (2), se ha elaborado el siguiente Cuadro:

Por lo tanto, sólo necesitamos captar del río Cuyani un gasto de agua igual a la diferencia entre el caudal de diseño para un período de 20 años (56.65 l.p.s.) y los 8 l.p.s. que abastece el riachuelo Palmapata; vale decir:

$$56.65 - 8.00 = 48.65 \text{ l.p.s.}$$

Posteriormente se diseñará un dispositivo que permita utilizar durante los primeros diez años, sólomente el caudal correspondiente a la primera etapa del proyecto:

$$(Q_{\text{md}} 1990 - 8.00 = 37.83 - 8.00 = 29.83 \text{ l.p.s.})$$

7.03.0.

0. Diseño del Vertedero Compuesto:

Como resultado del estudio de campo realizado por el autor de esta Tesis, se han obtenido los siguientes datos sobre el ancho (a), el tirante (h), la velocidad (v) y el caudal (Q) del río Cuyani:

Epoca de Estiaje:

$$\begin{aligned} a &= 2.00 \text{ m.} \\ h &= 0.04 \text{ m.} \\ v &= 1.20 \text{ m/seg.} \\ Q_{\text{mín}} &= 92 \text{ lt/seg.} \end{aligned}$$

Epoca de Crecida:

$$\begin{aligned} a &= 2.00 \text{ m.} \\ h &= 0.05 \text{ m.} \\ v &= 1.50 \text{ m/seg.} \\ Q_{\text{máx}} &= 144 \text{ lt/seg.} \end{aligned}$$

En base a estos datos se diseñará un vertedero cipolético para época de estiaje, y otro rectangular de paredes gruesas para época de crecida.

1.- Primer caso: Sección Trapezoidal de Cipolletti para época de estiaje.

Las contracciones ocurren en los vertederos cuyo ancho es inferior al del canal en que se encuentran instalados. Cipolletti procuró determinar un vertedor trapezoidal que

Q (m ³ /seg.)	L (m)	H (m)
0.092	0.30	0.30
0.092	0.50	0.21
0.092	0.80	0.16
0.092	1.00	0.13
0.092	1.20	0.12

Por razones de tipo constructivo y económico, vamos a seleccionar para nuestra captación un vertedero trapezoidal de 1.20 m. de longitud de la base, con una altura de 0.12 m., el mismo que permitirá controlar el caudal mínimo de 0.092 m³/seg. (92 lt/seg.) en época de estiaje.

La longitud de la corona del vertedero es igual a:

$$L^* = L + \lambda_1 + \lambda_2$$

Pero como sabemos que:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \frac{H}{4} = \frac{0.12}{4} = 0.03; \text{ y } L = 1.20 \text{ m.}$$

Entonces:

$$L^* = 1.20 + 0.03 + 0.03 = 1.26 \text{ m.}$$

Los detalles son expresados claramente en el plano correspondiente.

2.- Segundo Caso: Sección Rectangular de paredes gruesas para época de avenida.

Un vertedero es considerado de pared gruesa cuando la cresta es suficientemente gruesa para que en la vena adherente se establezca el paralelismo de los filetes.

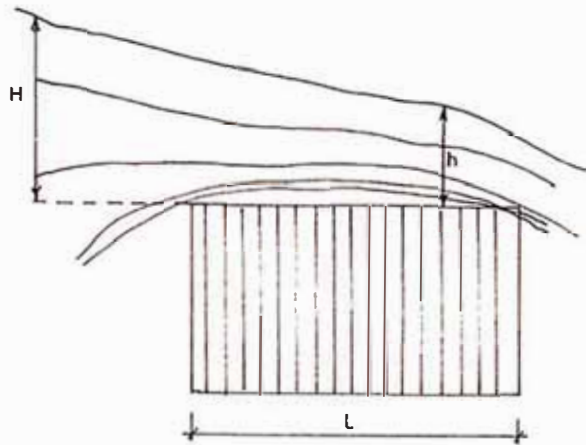
Aplicando la expresión de Torricelly:

$$V = \sqrt{2g (H - h)} \text{ y}$$

$$Q = L_h \sqrt{2g (H - h)} \quad (3)$$

ó para el ancho unitario $L = 1$

$$Q = \sqrt{2g (Hh^2 - h^3)} \quad (4)$$



Principio del Caudal Máximo de Belanger:

"La altura h se establece de forma que ocasione un caudal máximo". Con base a este principio se puede investigar el valor máximo de Q :

Derivando en (4) $(H \cdot h^2 - h^3)$ e igualando a cero

$$24 H_h - 3h^2 = 0$$

$$2 H = 3 h$$

Sustituyendo este valor en (3)

$$h = \frac{2}{3} H$$

$$Q = L \frac{2}{3} H \sqrt{2g \frac{1}{3} H}$$

$$Q = 1.71 L H^{3/2} \quad (5)$$

Donde: Q = Caudal que pasa por el vertedero expresado en $m^3/seg.$

L = Longitud de la base del canal expresado en m.

H = Tirante de agua expresado en m. = altura del vertedero.

El caudal que pasará por el vertedero rectangular en época de crecida es igual a la diferencia entre el caudal máximo ($Q_{m\acute{a}x} = 144 \text{ lt/seg}$) y el caudal que pasa por el vertedero

trapezoidal ($Q_{min} = 92 \text{ lt/seg}$); o sea que:

$$Q_{remanente} = 144 \text{ lt/seg} - 92 \text{ lt/seg} = 52 \text{ lt/seg} = 0.052 \text{ m}^3/\text{seg}$$

De la fórmula (5) despejamos H y tenemos:

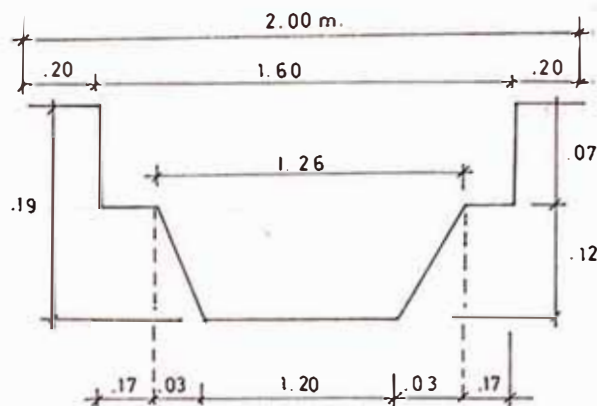
$$H = \left[\frac{Q}{1.71 L} \right]^{2/3} \quad (6)$$

Conociendo el caudal Q ($Q_{remanente} = 52 \text{ lt/seg}$) vamos a tantear valores de H en función de valores asumidos de L, presentando la siguiente tabla:

Q m ³ /s eg.	L (m)	H (m)
0.052	1.40	0.08
0.052	1.60	0.07
0.052	1.70	0.07

Por razones de tipo constructivo y económico, vamos a seleccionar para nuestra captación, un vertedero rectangular de 1.60 m. de longitud de la base con una altura de 0.07 m. que permitirá pasar el caudal remanente en época de crecida (52 lt/seg).

Por lo tanto, el vertedero compuesto tendrá las siguientes dimensiones expresadas en la siguiente figura y clarificadas aún más en el plano correspondiente.

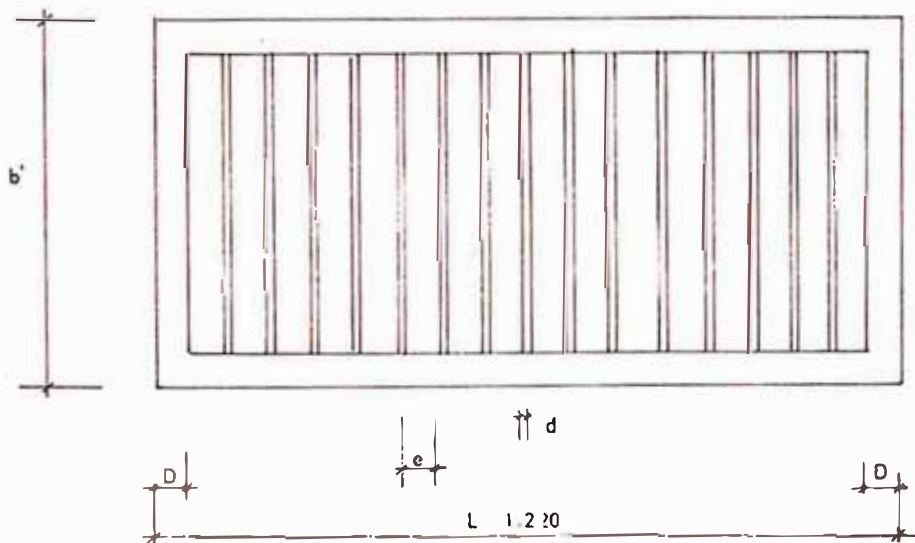


7.03.1

3 Diseño de la Captación propiamente dicha.

Como se mencionó en la Introducción de este Capítulo, la toma constará de una rejilla formada por varillas de fierro, la cual procedemos a diseñar:

- N = Número de Platinas.
- D = Diámetro de Platina.
- d = Diámetro de varillas de fierro.
- e = Espaciamiento entre varillas.
- n = número de espaciamentos.
- n-1 = número de varillas.
- b' = ancho de la rejilla.
- L = longitud de la rejilla.
- L' = longitud útil de la rejilla.
- L' = Suma de espaciamentos = n.e.



Cálculo del número y diámetro de varillas de fierro.

Del gráfico precedente podemos fácilmente observar que:

$$L = ND + N + (N - 1) d = 1.20 \text{ m.} \quad (7)$$

Si asumimos que las 2 platinas ($N = 2$) tienen cada una un diámetro de una pulgada ($D = 1'' = 2.5 \text{ cm}$) y que además las varillas tienen un diámetro de tres cuartos de pulga-

da ($D = 3/4'' = 2 \text{ cm}$) y están espaciadas en tres octavos de pulgada ($e = 3/8'' \cong 1 \text{ cm}$). tendremos en (7):

$$2 (2.50) + n (1.00) + (n-1) 2.00 = 1.20 \text{ m.}$$

De donde: $n = 39$ y $n-1 = 38$

Por lo tanto, la rejilla estará constituida por una platina perimetral de $1''$ de diámetro y por 38 varillas de fierro de $3/4''$ de diámetro, espaciadas entre sí cada $3/8''$ (1 cm.). La longitud útil de la rejilla será:

$$L' = n.e = 39 \times 1 = 39 \text{ cm} = 0.39 \text{ m.}$$

Cálculo del ancho de la rejilla.

Sabemos por principios elementales de hidráulica que:

(8) $Q = A_v$ Donde: $Q =$ gasto en ($\text{m}^3/\text{seg.}$)
 $A =$ sección del flujo (m^2).
 $V =$ Velocidad del flujo ($\text{m}/\text{seg.}$)

A su vez:

(9) $A = b' L'$ Donde: $b' =$ ancho del flujo (m).
 $L' =$ longitud útil del flujo (m).

Además:

(10) $v = C_d \sqrt{2gh}$
Donde: $C_d =$ coeficiente de descarga = 0.65
 $g = 9.8 \text{ m}/\text{seg.}$
 $h =$ tirante

Por lo tanto, reemplazando (9) y (10) en (8) y despejando b' tendremos:

(11) $b' = \frac{Q}{C_d L' \sqrt{2gh}}$

Ahora bien, como:

$$Q = 48.65 \text{ lt}/\text{seg} = 0.04865 \text{ m}^3/\text{seg.}$$
$$L = 1.20 \text{ m.}$$

Podemos obtener el tirante h correspondiente a estas condiciones de la fórmula (2):

$$h = \frac{0.04865}{1.859 \times 1.20}^{2/3}$$

$$h = 0.08 \text{ m.}$$

Entonces tenemos lo siguiente:

$$Q = 0.04865 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$C_d = 0.65$$

$$L' = 0.39 \text{ m.}$$

$$2g = 19.6$$

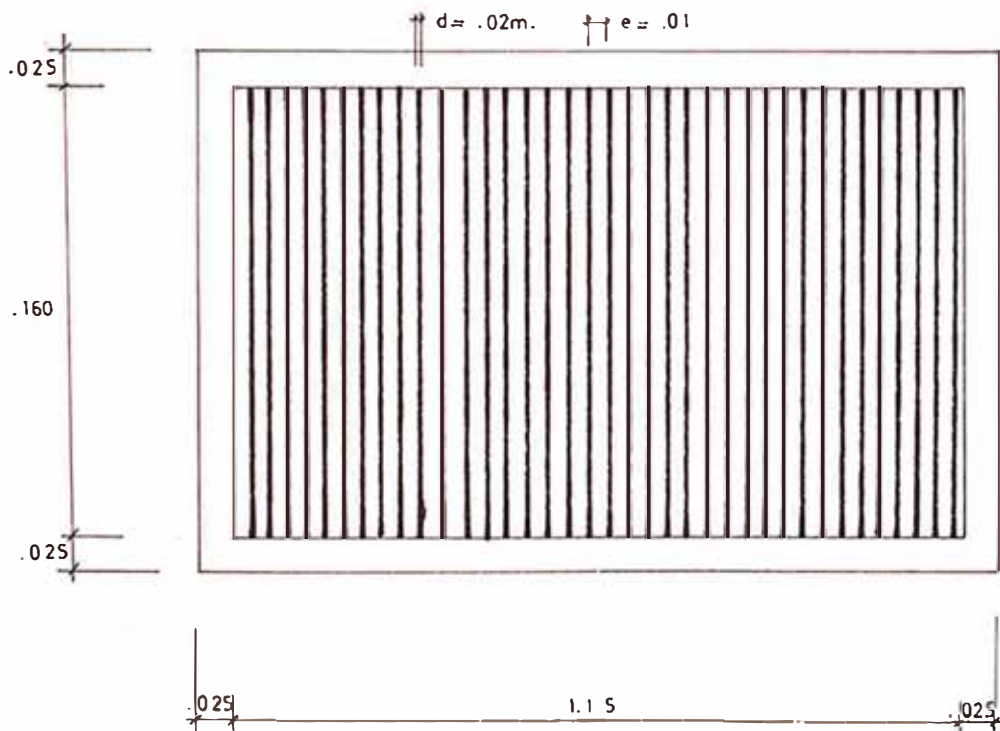
$$h = 0.08 \text{ m.}$$

Aplicando estos datos en (11) tenemos:

$$b' = \frac{0.04865}{0.65 \times 0.39 \sqrt{19.6 \times 0.08}}$$

$$b' = 0.153 \cong 0.16 \text{ m.}$$

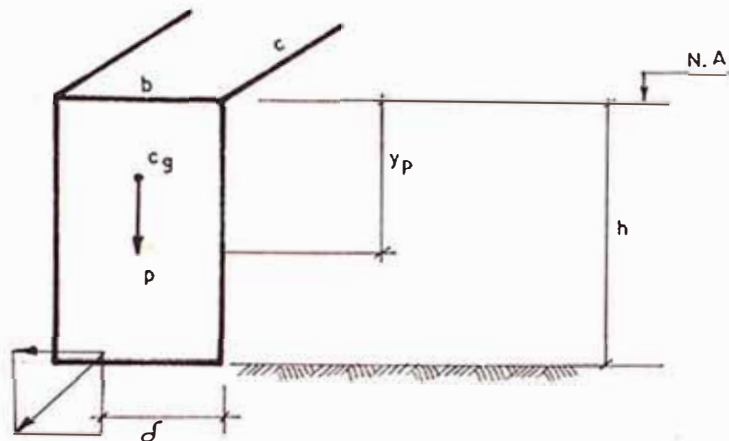
Por lo tanto, la rejilla tendrá las siguientes dimensiones expresadas en el siguiente gráfico y detalladas en el plano correspondiente.



7.01.01

.04 Diseño del Dique o Muro de Contención.

Breve introducción teórica.



Sea un pequeño muro vertical de mampostería y de forma rectangular.

a)- Cálculo del empuje:

$$F = ch \times \gamma \frac{h}{2} = \frac{ch^2 \gamma}{2}$$

b)- Determinación del punto de aplicación:

$$Y_p = \bar{y} + \frac{I_o}{A\bar{y}} = \frac{h}{2} + \frac{ch^3}{12 \times ch \times \frac{h}{2}} = \frac{h}{2} + \frac{h}{6} = \frac{2}{3} h$$

c)- Dimensiones del Muro:

El muro debe resistir al empuje del agua. Como se trata de mampostería que no debe trabajar a tensión, la resultante de las fuerzas F y P, debe caer en el tercio medio de la base, tomando los momentos con relación al punto O.

$$P \frac{b}{2} + F \frac{h}{3} = M$$

$$P = bch \gamma' \quad (\gamma' = \text{peso específico mampostería.})$$

$$F = \frac{c h^2 \gamma}{2} \quad (\text{calculado anteriormente})$$

$$M = \frac{b^2 c h \gamma}{2} + \frac{c h^3 \gamma}{6} = \sigma p, \quad \text{donde: } \left(\sigma = \frac{2}{3} b\right) = \frac{2}{3} b \times b c h \gamma'$$

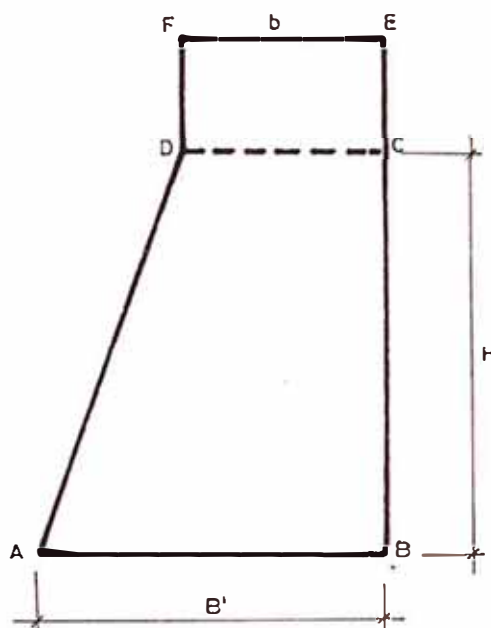
O sea que:

$$\frac{b^2 \gamma}{2} + \frac{h^2 \gamma}{6} = \frac{2}{3} b^2 \gamma'$$

de donde:

$$(12) \quad b = h \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}}$$

Para nuestro caso tendremos la siguiente figura, donde determinaremos el mínimo B' .



$$\overline{AB} = B'$$

$$\overline{BC} = H$$

$$\overline{CD} = \overline{FE} = b$$

$$\overline{EC} = h$$

γ' = peso específico del material del muro.

γ = Peso específico del agua.

Procediendo en forma semejante a la que nos condujo a la expresión (12), tenemos:

$$(13) \quad B' = \beta H \frac{\gamma}{\gamma'}$$

siendo que los valores de β y n son fijados de la siguiente forma:

$$\beta = \frac{h}{H} \quad 0 \leq \beta \leq 1 ;$$

$$n = \frac{b}{H} \sqrt{\frac{\gamma'}{\gamma}}$$

Con $n \geq 1$ para que se cumpla

$$b \geq h \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}}$$

Condición para la estabilidad de la parte superior

$$a = \frac{b}{B} \quad 0 \leq a \leq 1$$

a)- $0 < p < 1$

$$\beta = \frac{np(1 + 3p) + n^2 p^2 (p^2 + 10p + 5) + 4(1-p)}{2(1-p)}$$

donde el producto $bp \leq 1$ (para que sea $b \leq B$)

b)- $p = 0$, o sea $h = 0$

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{-a^2 + a + 1}}$$

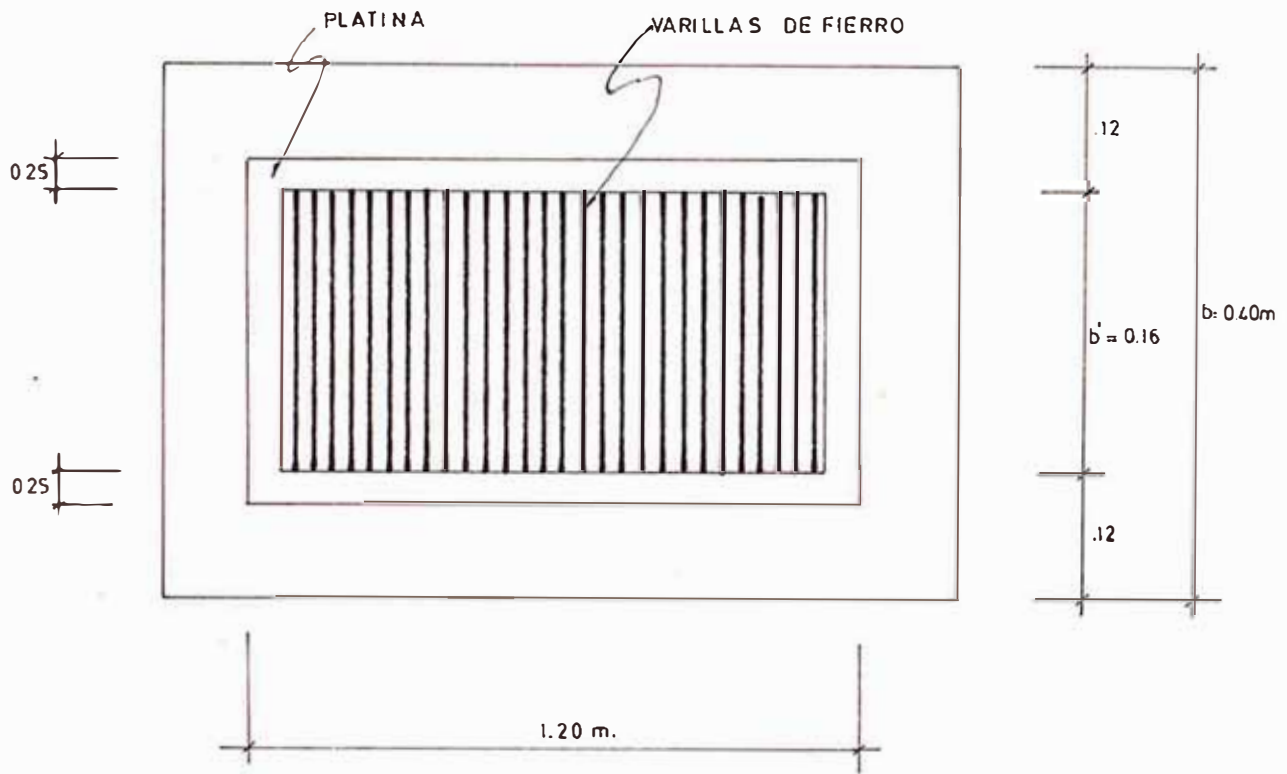
De esa relación resulta la siguiente Tabla:

a	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
β	1.00	0.958	0.929	0.909	0.898	0.894	0.898	0.909	0.929	0.958	1.000

c)- $p = 1$, esto es $h = H$

Cálculo del Dique:

En el inciso 7.03.01 se ha determinado que el ancho necesario para la toma es de ^{0.03} 0.16 m. Por razones de tipo estructural, el ancho del dique tendría que ser mayor; por lo tanto se ha estimado conveniente considerar un espesor adicional de 0.12 m. a cada lado de la toma, con lo que finalmente el ancho total en la parte superior del Dique será de 0.40 m., como se puede apreciar en la siguiente figura:



Para el cálculo de nuestro Dique, podemos considerar el caso (b) o el caso (c), por lo cual trabajaremos con los valores de "a" y " β " de la tabla correspondiente, hasta tomar sus valores extremos para el caso (c) y luego elegiremos el más conveniente.

Datos:

b = ancho del Dique en su parte superior = 0.40 m.

B' = ancho del Dique en su parte inferior.

$$a = \frac{b}{B'}$$

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{-a^2 + a + 1}}$$

γ = peso específico del agua = 1000 kg/m³

γ' = peso específico del concreto (material del cual se construirá el Dique) = 2400 kg/m³

$$H = \text{altura del Dique} = \frac{B'}{B} \frac{\gamma'}{\gamma} = \frac{B'}{B} \frac{2400}{1000} = \frac{B'}{B} \cdot 2.4$$

A partir de estos datos y asumiendo una serie de valores de

"a", se ha obtenido la siguiente Tabla de Valores para B' y H.

a	$\beta = \frac{1}{\sqrt{-a^2 + a + 1}}$	$B' = \frac{0.4}{a}$	$H = \frac{B' \sqrt{2.4}}{\beta}$
0.50	0.894	0.800	1.39
0.60	0.898	0.667	1.15
0.70	0.909	0.571	0.97
0.80	0.929	0.500	0.83
0.85	0.942	0.471	0.77
0.90	0.958	0.444	0.72
0.95	0.977	0.421	0.67
1.00	1.000	0.400	0.62

Por razones de tipo constructivo y económico, se ha decidido construir un dique de sección rectangular de 0.40 metros de ancho, tanto en la Base como en la parte superior (o sea que: $b = B' = 0.40$ m. ; $a = 1.00$; $\beta = 1.00$) que tendrá una altura H de 0.60 m.

Además, la longitud del dique abarcará todo el ancho del río o sea que: $L_{\text{dique}} = 2.00$ metros. Todos los detalles respecto a las medidas, a la vista en perspectiva, así como lo referente a los anclajes, puede observarse en el plano correspondiente.

7.03.1

7.03.1.5 Máximos Caudales Captables.

Si bien es cierto que para nuestro Proyecto sólo nos interesa captar un máximo de 48.65 lt/seg. para el período de diseño de 20 años, sin embargo, el vertedero compuesto y la toma permitirán captar caudales mayores tanto en época de estiaje como en época de avenida, los cuales es importante conocer y pasamos a determinar.

Caudal Máximo Captable en época de estiaje.

Si despejamos en (11) el valor de "Q", tendremos:

$$(11') \quad Q = b' \times L' \times C_d \sqrt{2gh} \quad \text{donde para:}$$

Q = Q_{max} captable estiaje, deberá cumplirse

b = ancho del flujo = 0.16 m.

L' = longitud útil del flujo = 0.39 m.

C_d = coeficiente de descarga = 0.65

2g = 19.6 m/seg²

h = tirante del vertedero cipolético en época de estiaje = 0.12

Por lo tanto:

$$Q_{\text{max. captable estiaje}} = 0.16 \times 0.39 \times 0.65 \sqrt{19.6 \times 0.12}$$

$$Q_{\text{max. captable estiaje}} = 62.20 \text{ lt/seg.}$$

Caudal Máximo Captable en época de avenida.

En este caso para hallar Q = Q_{max. captable avenida}, vamos a reemplazar en (11'), los siguientes datos:

b = 0.16 C_d = 0.65

L' = 0.39 2g = 19.6

h = Tirante del vertedero rectangular en época de avenida = 0.19 m.

Por lo tanto:

$$Q_{\text{máx. captable avenida}} = 0.16 \times 0.39 \times 0.65 \sqrt{19.6 \times 0.19}$$

$$Q_{\text{máx. captable avenida}} = 78.27 \text{ lt/seg.}$$

.03.0: Línea de Conducción.

Para poder conducir las aguas captadas en el río Cuyani hasta la Planta de Tratamiento de Agua, y desde allí llevarlas hasta el Reservorio proyectado, se necesita diseñar lo siguiente:

- 1)- Tubería a instalarse entre la captación y la caja controladora y reguladora de caudal.
- 2)- Caja controladora y reguladora de caudales.
- 3)- Tubería a instalarse entre la caja controladora y reguladora de caudal y la Planta de Tratamiento de Agua.
- 4)- Tubería a instalarse entre la Planta de Tratamiento de Agua y el Reservorio de Reserva de agua filtrada para época de avenida y lavado de filtros.
- 5)- Tubería a instalarse entre la Planta de Tratamiento de Agua y el Reservorio de Almacenamiento de Agua de la Red de Distribución de Pichanaki.

Todas las tuberías serán diseñadas para un período de diseño de 20 años, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo IV, inciso 4.02.03 para la Línea de Conducción; o sea que el caudal de diseño sería:

$$Q_{2000} = 56.65 \text{ lt/seg.}$$

pero como la Línea de Conducción del sistema existente transportará 8 lt/seg. de la captación antigua de Palmapata al Reservorio existente de 80 m³ para abastecer a una parte de la población, entonces nuestra nueva Línea de Conducción se diseñará tan sólo para transportar la diferencia, o sea 48.65 lt/seg.

Ahora bien, la caja controladora y reguladora de caudales, permitirá controlar y regular los caudales para la primera y segunda etapa del proyecto.

En la primera etapa permitirá salir hacia la Planta de Tratamiento de Agua, sólomente un caudal de 29.83 lt/seg. que

Es la diferencia entre:

$$Q_{1990} = 37.83 \text{ l.p.s. y los } 8 \text{ l.p.s. de la línea existente.}$$

En la segunda etapa permitirá salir hacia la Planta el caudal de diseño para 20 años:

$$Q_{2000} = 48.65 \text{ lt/seg.}$$

7.03.C2

.G1 Diseño de la tubería a instalarse entre la Captación y la Caja Controladora y Reguladora de Caudales.

Se diseñará teniendo en cuenta las fórmulas y el monograma de Hazen y Williams, con los que se trabaja en el Ministerio de Salud para $C=140$ (tubería de asbesto-cemento o tubería PVC).

$$(14) \quad Q = 0.0597 d^{2.63} S^{0.54} \quad \text{donde:}$$

Q = caudal en lt/seg.

d = diámetro en pulgadas

S = pendiente en m/km.

$$(15) \quad Q = 448 \frac{V^{4.174}}{S^{1.74}} \quad \text{donde:}$$

S = pendiente en m/km.

V = Velocidad en m/seg.

Datos:

$$Q_{\text{diseño}} = 48.65 \text{ l.p.s.}$$

Cola fondo Captación: 605.74 m.

Pendiente del terreno = $S = 12 \text{ m/km} = 12\%$ (seg.perfil)

Longitud = 10 m.

Despejando "d" en (14), tenemos:

$$(16) \quad d = \left(\frac{Q}{0.0597 S^{0.54}} \right)^{0.38}$$

Reemplazando los datos se obtiene:

$$d = \left[\frac{48.65}{0.0597 (12)^{0.54}} \right]^{0.38} = 7.68 \text{ pulgadas}$$

Como sólo tenemos diámetros comerciales de 6" y 8", debemos analizar ambas posibilidades. Si adoptamos \emptyset 8" reemplazando en (14), determinaremos el caudal que puede conducir la tubería:

$$Q = 0.0597 (8)^{2.63} (12)^{0.54} = 54.18 \text{ l.p.s.}$$

O sea que la tubería podría conducir un caudal mayor que el requerido por el sistema para el abastecimiento de agua de la población de diseño del año 2000, generando un problema adicional para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento.

En cambio, si adoptamos \emptyset 6", como debemos transportar como máximo: $Q = 48.65 \text{ l.p.s.}$, necesitaremos una pendiente mayor que la del terreno que vamos a determinar: despejando "S" en (14) tenemos:

$$(17) \quad S = \left[\frac{Q}{0.0597 d^{2.63}} \right]^{1.85}$$

Por lo tanto:

$$S = \left[\frac{48.65}{0.0597 (6)^{2.63}} \right]^{1.85} = 39.8 \text{ m/km.} = 0.00398 \text{ m/m}$$

La pérdida a de carga será:

$$hf = S \times L = 0.0398 \text{ m/m} \times 10 \text{ m} = 0.398 \text{ m} = 0.4 \text{ m}$$

En consecuencia la cota de fondo de la Caja Controladora y Reguladora de Gastos será:

$$C_{\text{fondo}} = 605.74 - 0.40 = 605.34 \text{ m.}$$

A fin de verificar la velocidad del flujo, despejamos "V" en la fórmula (15) y tenemos:

$$(18) \quad V = \left[\frac{Q S^{1.714}}{448} \right]^{0.24}$$

Aplicando:

$$Q = 48.65 \text{ lt/seg.}$$

$$S = 39.8\%$$

Obtenemos:

$$V = \left[\frac{48.65 (39.8)^{1.714}}{448} \right]^{0.24} = 2.67 \text{ m/seg.}$$

Puesto que para tuberías de asbesto-cemento la velocidad máxima recomendable es de 5 m/seg., entonces ya que la velocidad del flujo está por debajo de ese límite, no habrá problemas ni de erosión ni de vibración.

Conclusión:

Entre la Captación y la Caja Controladora y Reguladora de Caudales, se instalarán 10 m. de tubería Clase 7.5, c=140 con diámetro \varnothing 6". Esta tubería tendrá una profundidad inicial de 0.80 m. y una profundidad final mayor en :

$$(0.0398-0.012) \text{ m/m} \times 10 \text{ m.} = 0.278 \text{ m; o sea: 1,078 m.}$$

03.02

02 Diseño de la Caja Controladora y Reguladora de caudales.

Como su nombre lo indica, esta caja permitirá controlar y regular los caudales de agua para la primera y segunda etapa del Proyecto. Para la 1ra. etapa sólo se necesitará dejar pasar a la Planta de Tratamiento de Agua un caudal de 29.83 lt/seg. Para la 2da. etapa en cambio, deberán llegar 48.65 lt/seg. a dicha Planta. Por lo tanto, el diseño de la caja ha de tomar en cuenta la necesidad de evacuar en la 1ra. etapa el caudal excedente de 18.82 lt/seg. y ha de tener la flexibilidad que permita aprovechar en la 2da. etapa totalmente los 48.65 lt/seg., que vienen de la Captación para que sean conducidos a la Planta de Tratamiento.

Este diseño es sumamente importante porque de no controlarse bien, el caudal de agua que va a la Planta de Tratamiento, éste podría ser mucho mayor con lo que la Planta trabajaría sobrecargada, perdiendo gran parte de su eficiencia, o quizá sería un caudal menor con lo que el sistema de abastecimiento estaría acusando deficiencias.

Por estas razones se ha considerado conveniente diseñar una caja de concreto armado $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con 0.10 m. de espesor de los muros, 0.05 m. de espesor de la losa de cubierta y 0.10 m. de espesor de la losa del piso. Esta caja tendrá 2

compartimientos. El primer compartimiento cumplirá la función de permitir evacuar el agua que no ha de utilizarse durante la 1ra. etapa del Proyecto; esto será logrado mediante un vertedero rectangular de paredes delgadas, que servirá como aliviadero, ya que cuando el agua alcance un tirante determinado, el cual deberá calcularse, entonces se estará evacuando el caudal excedente de 18.82 lt/seg. para los primeros 10 años del Proyecto. Además, este primer compartimiento puede ser utilizado para que en caso de necesitarse interrumpir la circulación de agua por la Línea de Conducción, a fin de efectuar algún cambio o reparación de las tuberías, pueda evacuarse el íntegro de agua proveniente de la Captación; sea uno u otro caso, se construirá adyacente a este primer compartimiento, una caja de reunión donde serán evacuadas las aguas provenientes del aliviadero; esta caja llevará en su parte inferior, una tubería cuyo diámetro deberá calcularse, que permitirá conducir el agua lo suficientemente lejos como para evitar la erosión del terreno donde se ubicarán las cajas.

El vertedero rectangular será de paredes delgadas, porque se utilizará una plancha de fierro de 3/8" de espesor, que mediante un mecanismo de empernado y desempernado podrá tener la flexibilidad necesaria para dejar pasar el caudal necesario. Así por ejemplo, cuando se desee captar totalmente los 48.65 lt/seg. para la Planta de Tratamiento, entonces se adecuará la plancha de fierro en el aliviadero de manera que exista un tirante de agua nulo sobre el vertedero, y así no se evacúe gasto alguno.

El segundo compartimiento estará interconectado con el primero mediante un sistema de orificios que han de diseñarse para que permitan pasar en una 1ra. etapa con un tirante determinado, que deberá calcularse, el caudal de 29.83 lt/seg. hacia la Planta de Tratamiento de Agua; y en la segunda etapa del Proyecto, con otro tirante, que también se calculará, se logrará enviar a la Planta un caudal de 48.65 lt/seg. Este compartimiento llevará en su parte inferior una tubería cuyo diámetro será calculado, que será la que conduzca el agua hasta la Planta de Tratamiento.

Diseño del Sistema de Orificios.

Combinando las fórmulas (8) y (10) del inciso 7.03.01 de este mismo Capítulo, obtenemos: .03

$$(11'') \quad Q' = C_d A \sqrt{2gh}$$

Esta fórmula nos permitirá calcular el número y diámetro de los orificios que son materia de este diseño. Expliquemos el significado de cada uno de los elementos que la conforman:

Q' = Caudal de diseño de acuerdo a la etapa del Proyecto que sea considerada ($m^3/seg.$).

C_d = Coeficiente de descarga que será igual a 0.60 m. para este caso.

A = Area total de los orificios; o sea que si el área de cada orificio es " a " y existen " n " orificios, entonces $A = n \times a$ (m^2).

$2g$ = 19.6 m/seg^2

h = Tirante de agua sobre el eje del sistema de orificios determinado de acuerdo a la etapa del Proyecto que sea considerada (m).

Si en (11'') despejamos " A ", tendremos:

$$(11''') \quad A = \frac{Q'}{C_d \sqrt{2gh}}$$

Vamos a elaborar el Cuadro de Cálculos utilizando (11''') de la siguiente manera:

-Asumimos diferentes tirantes h_i y como conocemos Q' , C_d y $2g$, obtenemos A_i .

-Para orificios de diferentes diámetros d_i obtenemos sus respectivas áreas a_i ($a_i = \frac{\pi d_i^2}{4}$).

-Determinado el número de orificios necesario para cada trio de valores: h_i , A_i y a_i ($n_i = \frac{A_i}{a_i}$).

Una vez presentado el Cuadro, se habrá de seleccionar los valores definitivos para el diseño y se afinará en (11'') el caudal obtenido.

Primera Etapa:

Se considerará en (11'') un :

$$Q' = 29.83 \text{ lt/seg} = 0.02983 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Cuadro de Cálculo de Orificios

h_i (.)	$A_i = \frac{0.02983}{0.6 \cdot 19.6 \cdot h_i}$	$a_i = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \text{ (m}^2 \times 10^{-4}\text{)}$				$n_i = \frac{A_i}{a_i}$			
		d_i 1/2"	1"	1-1/2"	2"	d_i 1/2"	1"	1-1/2"	2"
0.0	0.036 m ²	1.27	5.07	11.4	20.3	283	71	32	18
0.5	0.029 m ²	1.27	5.07	11.4	20.3	228	57	25	14
0.0	0.025 m ²	1.27	5.07	11.4	20.3	197	49	22	12
0.5	0.022 m ²	1.27	5.07	11.4	20.3	173	43	19	11
0.0	0.021 m ²	1.27	5.07	11.4	20.3	165	41	18	10

Del análisis del Cuadro precedente concluimos por razones de carácter constructivo y económico en seleccionar un sistema de 11 orificios de 2" de diámetro como el mejor para cumplir nuestros fines. Sin embargo, debemos efectuar el afinamiento del tirante "h", necesario para la verificación del caudal de diseño de 0.02983 m³/seg. Por lo tanto, despejando en (11'') el valor de "h" y reemplazando los valores de Q = 0.02983 m³/seg. y A = 0.022, tenemos:

$$(11''') h_i = \left[\frac{Q'}{c_d A \sqrt{2g}} \right]^2 = \left[\frac{0.02983}{0.60 \times 0.022 \sqrt{19.6}} \right]^2 = 0.26 \text{ m.}$$

Que sea que se necesitará un tirante de agua "h_i" de 0.26 metros sobre el eje de los 11 orificios de 2" de diámetro, para que éstos capten 29.83 lt/seg.

Se considera conveniente una separación de 0.05 m. entre cada orificio, con lo cual se procede a calcular la longitud del segundo

compartimiento.

$$L = n_i d_i + n_e e, \text{ donde:}$$

L = ancho de la caja.

n_i = número de orificios = 11

d_i = diámetro de orificios = 2" = 0.05 m.

n_e = número de espaciamentos = 12

e = longitud de espaciamento = 0.05 m.

$$L = (11 \times 0.05) + (12 \times 0.05) = 1.15 \text{ m.}$$

Por lo tanto, la longitud del segundo compartimiento será de 1.15 m.

Segunda Etapa:

Se considerará en (11''') un:

$$Q'' = 48.65 \text{ lt/seg} = 0.04865 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

con lo cual se obtendrá el valor del tirante de agua sobre el eje de los orificios para la segunda etapa del Proyecto.

$$h_2 = \frac{0.04865}{0.60 \times 0.022 \sqrt{19.6}} = 0.69 \text{ m.}$$

o sea, que se necesitará un tirante de agua "h₂" de 0.69 m. sobre el eje de los 11 orificios de 2" de diámetro para que éstos capten 48.65 lt/seg.

Dimensionamiento de la altura del primer compartimiento. (H₁)

Datos:

$$\text{Diámetro de la tubería de salida a la Planta} = \frac{D}{2} =$$

$$= \frac{10'' \times 0.0254 \text{ m/pulg.}}{2} = 0.13$$

Tirante de agua sobre eje de tubería de salida necesario en la segunda etapa = $h_s = \left[\frac{0.04865}{0.6 \times 0.05 \sqrt{19.6}} \right]^2 = 0.13$

Tirante de agua sobre eje de los orificios necesario en la segunda etapa.

$$= h_2 = 0.69 \text{ m.}$$

Altura libre sobre el máximo tirante de agua.

$$= h_L = 0.20 \text{ m.}$$

$$H_1 = \frac{D}{2} + h_s + h_2 + h_L = 0.13 + 0.13 + 0.69 + 0.20 = 1.15 \text{ m.}$$

Por lo tanto, la altura del segundo compartimiento será de 1.15 m.

Dimensionamiento del ancho(a2) del segundo compartimiento.

Se ha considerado conveniente que sea igual al ancho del primer compartimiento que se ha de calcular.

Diseño del vertedero rectangular sin contracciones laterales que actuará como aliviadero del caudal remanente en el primer compartimiento de la Caja de Control de Caudales.

Primera Etapa:

El caudal remanente durante los primeros 10 años, será la diferencia entre el caudal de diseño para la Segunda Etapa ($Q_{2000} = 0.04865 \text{ m}^3/\text{seg.}$) y el caudal de diseño para la Primera Etapa ($Q_{1990} = 0.02983 \text{ m}^3/\text{seg.}$).

O sea que:

$$Q_{\text{remanente}} = 0.04865 - 0.02983 = 0.01882 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Como bien sabemos, la fórmula para determinar el caudal que pasa por un vertedero rectangular de pared delgada y sin contracciones, como el que vamos a utilizar en nuestro aliviadero, es la siguiente:

(19) $Q = 1.84 \ell h^{3/2}$, en donde:

- Q = caudal de agua en $\text{m}^3/\text{seg.}$
- ℓ - longitud del vertedero en metros.
- h - tirante de agua en metros.

Si despejamos "h" en la fórmula (19), tendremos:

$$h = \left[\frac{Q}{1.84} \right]^{2/3} \quad (19')$$

Procedemos a elaborar una tabla de valores de "h", en función de valores asumidos de "λ" para un Q = 0.01882 m³/seg aplicados en (19').

λ (m)	h = $\frac{0.01882}{1.84 \lambda}^{2/3}$
0.45	0.080
0.50	0.075
0.55	0.070
0.60	0.067

Se ha decidido seleccionar por razones de carácter constructivo y económico un vertedero rectangular de longitud λ = 0.55 m. y con un tirante de agua de 0.07 m. con el que se podrá desagüar el caudal remanente de 0.01882 m³/seg., durante la primera etapa del Proyecto.

Segunda Etapa:

Para la segunda etapa simplemente se eleva la plancha metálica de fierro los 0.07 m. que determinaban que se pudiera evacuar el caudal remanente, que en este caso será nulo, al igual que el tirante.

Dimensionamiento del Primer Compartimiento.

Longitud :

Será la misma del segundo compartimiento, o sea que:

$$L_2 = L_1 = L = 1.15 \text{ m.}$$

Ancho:

Será igual a la longitud del vertedero (λ = 0.55 m.) y como se decidió que el ancho del segundo compartimiento sea igual al del primero, entonces :

$$a_1 = a_2 = a = 0.55 \text{ m.}$$

Altura:

Será la misma del segundo compartimiento, o sea que:

$$H_2 = H_1 = H = 1.15 \text{ m.}$$

Evacuación de las aguas del aliviadero.

Se construirá adyacente al primer compartimiento una caja de reunión de: 0.55 x 0.55 m. de sección y 1.15 m. de altura. La caja será de concreto armado $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, con 0.10 m. de espesor de los muros; 0.05 de espesor de la losa de cubierta y 0.10 m. de espesor de la losa de piso.

La caja llevará en su parte inferior, una tubería de concreto simple normalizado que tendrá una longitud aproximada de 20 m. desde la caja hasta una zona que garantice la no erosión del terreno de las construcciones. Procedemos a calcular el diámetro de dicha tubería.

Cálculo del diámetro de la tubería de desagüe.

Datos:

$$Q_{2000} = 0.04865 \text{ m}^3/\text{seg.} \quad C_d = 0.60$$

$$h_{\text{máx}} = 0.95 \text{ m.} \quad 2g = 19.6$$

Si aplicamos estos datos en (11'''), tenemos:

$$A = \frac{0.04865}{0.6 \sqrt{19.6 \times 0.95}} = 0.0188 \text{ m}^2$$

Para nuestro caso tenemos que :

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \text{ por lo tanto : } \frac{\pi d^2}{4} = 0.0188 \text{ m}^2$$

de donde:

$$d = 0.156 \text{ m.} \cong 6''$$

o sea que se necesitarán 20 metros de tubería de concreto simple normalizado de 6" de diámetro, para evacuar el agua proveniente del aliviadero.

7.03.02

03 Diseño de la tubería a instalarse entre la Caja Controladora y Reguladora de Caudal y la Planta de Tratamiento de Agua.

Datos :

Cota de fondo de la Caja Controladora y Reguladora de Caudal = 605.34

Cota de fondo de la Caja Distribuidora de Caudales (ingreso a la Planta) = 573.00

Presión mínima ingreso a la Planta = 0.50 m.

Cota piezométrica de ingreso a la Planta = 573.00+1.00=574.00

Pérdida de agua admisible = $h_f = 605.34 - 574.00 = 31.34$ m.

Longitud = $L = 3331$ m .

Pendiente máxima disponible =

$$S = \frac{h_f}{L} \times 1000 = \frac{31.34 \times 1000}{3331 \text{ m.}} = 9.41 \text{ m/km} = 9.41 \%$$

$$Q_d = Q_{md} 2000 = 48.65 \text{ lt/seg.}$$

Cálculo inicial del diámetro de la tubería.

Aplicando estos datos en la fórmula (16), tenemos:

$$d = \left[\frac{Q}{0.0597 \text{ s}^{0.54}} \right]^{0.38} = \left[\frac{48.65}{0.0597 (9.41)^{0.54}} \right]^{0.38} = 8.06''$$

Como sería antieconómico instalar 3331 m. de tubería con diámetro de 10" (que es el diámetro comercial inmediatamente superior a 8.06") simplemente por una diferencia pequeñísima con el diámetro comercial inmediatamente inferior (8.06" - 8" = 0.06"), vamos a determinar una combinación de diámetros de 8" y 10" en ciertas longitudes que procedemos a calcular:

Cálculo definitivo de los diámetros y longitudes de tubería.

Datos:

Caudal de Diseño = $Q = 48.65$ l.p.s.

Longitud del tramo de $\varnothing 10'' = L_1 =$

Diámetro del tramo inicial = $D_i = 10''$

Pérdida de carga en el tramo inicial = $h_{f1} =$

Longitud del tramo de $\varnothing 8'' = L_2 =$

Diámetro del tramo final = $D_2 = 8''$

Pérdida de carga en el tramo final = $h_{f2} =$

Longitud total: $L = L_1 + L_2 = 3331$ m = 3.331 Km.

Pérdida de carga total: $h_f = h_{f1} + h_{f2} = 31.34$ m.

Fórmulas:

$$h_f = S \times L$$

$$S = \left[\frac{Q}{0.0597 d^{2.63}} \right]^{1.85}$$

Aplicación:

$$h_{f1} = S_1 \times L_1 \left[\frac{Q}{0.0597 d_1^{2.63}} \right]^{1.85} \times L_1 \quad (*_1)$$

$$h_{f2} = S_2 \times L_2 \left[\frac{Q}{0.0597 d_2^{2.63}} \right]^{1.85} \times L_2 \quad (*_2)$$

Sumando $(*_1)$ con $(*_2)$ y reemplazando datos tenemos:

$$h_{f1} + h_{f2} = 31.34 = \left[\frac{48.65}{0.0597(10)^{2.63}} \right]^{1.85} \times L_1 + \left[\frac{48.65}{0.0597(8)^{2.63}} \right]^{1.85} \times (3.331 - L_1)$$

$$31.34 = 3.312 L_1 + 32.667 - 9.807 L_1$$

$$6.495 L_1 = 1.327$$

$$L_1 = 0.204 \text{ Km.}$$

$$L_1 = 204 \text{ m.}$$

$$L_2 = L_t - L_1 = 3331 \text{ m} - 204 \text{ m} = 3127 \text{ m.}$$

Conclusión:

Se deberán instalar un tramo inicial de 204 m. de tubería de \varnothing 10" y a continuación una reducción de 10" a 8"; y 3127 m. de tubería de 8".

Determinación de las pérdidas de carga en las tuberías.

$$h_{f1} = S_1 \times L_1 = \left[\frac{Q}{0.0597 d_1^{2.63}} \right]^{1.85} \times L_1 = \left[\frac{48.65}{0.0597(10)^{2.63}} \right]^{1.85} \times$$

$$\times 0.204 = 3.31 \times 0.204 = 0.67$$

$$h_{f2} = S_2 \times L_2 = \left[\frac{Q}{0.0597 d_2^{2.63}} \right]^{1.85} \times L_2 = \left[\frac{48.65}{0.0597(8)^{2.63}} \right]^{1.85} \times$$

$$\times 3.127 = 9.81 \times 3.127 = 30.67$$

Comprobación:

$$h_f = h_{f1} + h_{f2} = 0.67 + 30.67 = 31.34 \text{ m.}$$

Determinación de la presión de ingreso a la Planta de Tratamiento:

$$\text{Planta} = (605.34 - 31.34) - 573.00 = 1.00 \text{ m.}$$

Determinación de la velocidad del flujo en la tubería:

$$\text{Sabemos por (18) que: } V = \left(\frac{Q S^{1.714}}{448} \right)^{0.24}$$

Aplicando: $Q = 48.65$ lt/seg. y $S_1 = 32.84\%$ en el primer tramo tenemos:

$$V_1 = \left[48.65 (3.31)^{1.714} \right]^{0.24} = 0.96 \text{ m/seg.}$$

Aplicando $Q = 48.65$ lt/seg. y $S_2 = 9.81\%$ en el segundo tramo tenemos:

$$V_2 = \left[\frac{48.65 (9.81)^{1.714}}{448} \right]^{0.5} = 1.50 \text{ m/seg.}$$

Ambas velocidades son inferiores a la máxima tolerable de S m/seg.

Selección del material y clase de tubería.

La tubería será de asbesto-cemento y como la presión estática que soporta la tubería no sobrepasa nunca los 50 metros, se usará Clase 7.5.

1.03.02

04 Diseño de la tubería a instalarse entre la Planta de Tratamiento de Agua y el Reservorio de Almacenamiento de la Red de Distribución.

Datos:

Cota de Fondo del buzón dosador de Hipoclorito de Calcio (salida de la Planta de Tratamiento) = 567.50

Cota Piezométrica necesaria al ingreso del Reservorio = 543.00

Máxima pérdida de carga admisible = $h_f = 567.50 - 543.00 = 24.50$

Distancia entre el buzón dosador y el Reservorio = $L = 1916 \text{ m.} = 1.916 \text{ Km.}$

Pendiente Admisible = $\frac{S = h_f}{L} \times 1000 = \frac{24.50}{1916} \times 1000 = 12.79$

Caudal de Diseño = $Q_{2000} = 48.65 \text{ lt/seg.}$

Cálculo inicial del diámetro de la tubería:

Aplicando en (16): $Q = 48.65 \text{ lt/seg.}$ y $S = 12.79\%$ tenemos:

$$d = \left[\frac{48.65}{0.0597 (12.79)^{0.54}} \right]^{0.38} = 7.57''$$

Selección definitiva del diámetro de la tubería.

Como no existe diámetro comercial de 7.57", entonces adoptaremos un diámetro de 8", y para esta condición determinaremos la pérdida de carga a través de la tubería y la presión de ingreso al Reservorio.

Determinación de la pérdida a de carga en la tubería.

Aplicando en (17): $Q = 48.65$ l.p.s. y $D = 8"$, tenemos:

$$S = \left[\frac{48.65}{0.0597 (8)^{2.63}} \right]^{1.85} = 9.81 \text{ m/Km.}$$

O sea que:

$$h_f = S \times L = 9.81 \text{ m/Km} \times 1.916 \text{ km.} = 18.80 \text{ m.}$$

Determinación de la presión de ingreso al Reservorio.

Reservorio = $(567.50 - 18.80) - 539.00 = 9.70 \text{ m} > 4.00$ O.K.

Determinación de la velocidad de flujo en la tubería.

Aplicando en (18): $Q = 48.65$ lt/seg. y $S = 9.81$ m/Km. tenemos:

$$V = \left[\frac{48.65 (9.81)^{1.714}}{448} \right]^{0.24} = 1.50 \text{ m/seg} < 5.00 \text{ m/seg. OK}$$

Selección de material y clase de tubería.

La tubería será de asbesto-cemento y como la presión estática que soporta la tubería no sobrepasa nunca los 50 metros, se usará Clase 7.5.

7.03.03 PLANTA DE TRATAMIENTO.

7.03.03

.01 Estudio de Factibilidad Técnico-Económico.

Introducción.

Como fruto de los estudios de campo realizados por el autor de esta Tesis y a la luz de los conocimientos sobre los diferentes tipos de Plantas de Tratamiento de Agua, aprendidos en la Universidad y profundizados con los trabajos realizados en este campo, así como también la lectura de interesantes fuentes bibliográficas; además gracias al fecundo diálogo con especialistas en Plantas de Tratamiento dentro de Ingeniería Sanitaria, se ha concluido en formular tres alternativas para seleccionar de entre ellas, la mejor desde el punto de vista técnico y económico, para resolver el problema del tratamiento de agua para el nuevo Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Pichanaki. Estas son, a saber:

Alternativa "A".

Construcción de una Planta de Tratamiento compuesta por sedimentadores de baja velocidad y filtros lentos.

Alternativa "B".

Construcción de una Planta de Tratamiento compuesta por canal de mezcla rápida, floculadores, sedimentadores de alta velocidad y filtros rápidos.

Alternativa "C".

Adquisición de una Planta de Tratamiento compacta, del tipo Bidondo - Degremont, que realiza los procesos de floculación, decantación, filtración y desinfección.

El análisis de cada una de las alternativas deberá tener en cuenta que el Proyecto comprende dos etapas y que los gastos de agua a ser tratados en cada etapa serán los siguientes:

Etapa	Período	Tiempo (años)	Gasto (lt/seg)
Primera	1980-1990	10	29-83
Segunda	1990-2000	10	18-82
Total :	1980-2000	20	48-65

Procedimiento.

Para realizar el estudio de factibilidad económica de la Planta de Tratamiento de Agua , se procederá de la siguiente manera:

1ª -Se determinará el valor de la inversión inicial constructiva y de adquisición de la primera etapa para cada una de las alternativas. (I_x donde: $x = A, B$ ó C). Para esto se trabajará con el costo de tratamiento de cada lt/seg. de agua para cada una de las alternativas, información obtenida del Ministerio de Salud, del Ministerio de Vivienda y de Degremont; multiplicando este costo unitario por la cantidad de agua a tratar en la 1ra. etapa (29-83 l. p.s.), se obtendrá el costo inicial constructivo y de adquisición I_x .

2ª -Se determinará el valor presente de la inversión futura constructiva y de adquisición de la 2da. etapa para cada una de las alternativas (I_{vp_x} donde: $x = A, B$ ó C). Para esto se obtendrá primero el valor de la inversión de la 2da. etapa (I'_x) multiplicando el costo unitario mencionado en el paso anterior, por la cantidad de agua a tratar en la 2da. etapa como remanente (18.82 l.p.s.); luego se multiplicará este valor obtenido (I'_x) por el factor de actualización de costos $\frac{1}{(1+r)^t}$ donde: "t" es el número de años

que en nuestro caso es igual a 10; y "r" es la tasa de interés del capital que para obras de interés social, como lo son las obras de saneamiento básico, tal como el abastecimiento de agua potable de Pichanaki, es de un valor mucho menor que las tasas bancarias corrientes; de acuerdo

con los convenios internacionales suscritos con el Banco Interamericano de Desarrollo, el valor de "r" es actualmente el 11% (0.11). Expresado en fórmula:

$$I \text{ vp}_x = I'_x \frac{1}{(1 + r)^t}$$

$$I \text{ vp}_x = I'_x \frac{1}{(1 + 0.11)^{10}}$$

$$I \text{ vp}_x = 0.35218 I'_x$$

3ª -Se sumará los valores correspondientes obtenidos para cada alternativa en los pasos 1ª y 2ª, obteniendo así la inversión total constructiva y de adquisición ($I t_x$) expresado a sí:

$$I t_x = I_x + I \text{ vp}_x$$

4ª Se determinará los costos anuales de operación y mantenimiento para cada una de las alternativas. Existen costos fijos y costos variables. Ambos se obtendrán en función de la capacidad máxima de la Planta al final del período de diseño (año 2000). Los costos fijos corresponden al costo de personal y energía y se expresarán como " $C F_t$ "

5ª -Se determinará la producción anual de agua a tratar durante todo el período de diseño (2 etapas= 1980-2000) y se elaborará el siguiente Cuadro:

Año	Población (nº Habitantes)	$Q = \frac{\text{Pob} \times \text{Dot}}{86400}$ lt/seg	$Q_A = \frac{Q_p \times 86400 \times 365}{1000}$ m ³ /año
1980	8400	19.44	613,060
↓	↓	↓	↓
2000	18830	43.59	1'374,654

6ª -Se determinará el costo total anual de operación y mantenimiento sumando los correspondientes costos fijos y

costos variables para cada año de tratamiento de agua. Los costos fijos son los determinados en el punto 4^a para cada alternativa, y serán los mismos para todos los años de funcionamiento e iguales a:

$$CF_{om\ 2000}$$

Los costos variables se calcularán para cada año, partiendo de los costos variables determinados en el punto 4^a para el año 2000, multiplicando el valor de la producción anual de agua a tratar, obtenido en el punto 5^a (Q_A) por el factor:

$$K = \frac{CV_{om\ 2000}}{Q_A\ 2000}$$

O sea que:

$$CV_{om\ t} = K\ Q_A\ t$$

$$CV_{om\ t} = \frac{CV_{om\ 2000}}{Q_A\ 2000} Q_A\ t$$

Se elaborará el siguiente Cuadro para cada alternativa:

af)	Producción Anual Q_A (m ³ /año)	Costos Fijos CF_{om} (\$/año)	Costos Variab CV_{om} (\$/año)	Costos Totales CT_{om} (\$)
19E)	$Q_A\ 1980$	$CF_{om\ 2000}$	$K\ Q_A\ 1980$	$CT_{1980} = CF_{1980} + CV_{1980}$
t	$Q_A\ t$	$CF_{om\ 2000}$	$K\ Q_A\ t$	$CT_t = CF_t + CV_t$
20C)	$Q_A\ 2000$	$CF_{om\ 2000}$	$K\ Q_A\ 2000$	$CT_{2000} = CF_{2000} + CV_{2000}$

7^a -Se determinará el valor presente de los costos anuales de operación y mantenimiento, multiplicando el costo total anual de operación y mantenimiento de cada alternativa por el factor de actualización de costo:

$$\frac{1}{(1 + r)^t}$$

en el que t varía de "0" a "20" y $r = 0.11$; se elaborará el siguiente Cuadro para cada alternativa:

Año	Costo Total Anual de operación y mantenimiento $CT_{om} = (\$/)$	t	$\frac{1}{(1+r)^t}$	Valor presente del Costo Anual de Operación y Mantenimiento $OM_{vp} = CT / (1+r)^t$
1980	$CT_{om} 1980$	0	$\frac{1}{(1+r)^0}$	$OM_{vp} 1980 = CT_{om} 1980$
t	$CT_{om} t$	t	$\frac{1}{(1+r)^t}$	$OM_{vp} t = CT_{om} t / (1+r)^t$
2010	$CT_{om} 2000$	20	$\frac{1}{(1+r)^{20}}$	$OM_{vp} 2000 = \frac{CT_{om} 2000}{(1+r)^{20}}$

8ª -Se determinará el valor presente del costo de operación y mantenimiento total de cada alternativa, sumando los valores presentes obtenidos para cada año de tratamiento ($OM_{vp} x$), así:

$$OM_{vp} x = \sum_{t=1}^{t=20} OM_{vp} t$$

9ª -Se determinará para cada alternativa el costo total definitivo (CT_x), sumando los costos de inversión constructiva y de adquisición totales y los costos de operación y mantenimiento totales para cada alternativa:

$$CT_x = IT_x + OM_{vp} x$$

10ª -Se comparará los costos totales definitivos para cada alternativa y se seleccionara la que represente el menor costo.

A continuación se adjunta como parte fundamental del presente estudio de factibilidad, los Cuadros de Cálculos elaborados para cada una de las alternativas de la Planta de Tratamiento de Agua.

Conclusión:

Luego de observar los resultados del Cuadro N° 11 donde se compara los costos totales definitivos para cada alternativa de la nueva Planta de Tratamiento de Agua de Pichanaki, se llega a la conclusión de que resulta mucho más económico optar por la alternativa "A"; o sea que el autor de esta Tesis, como fruto del presente estudio de factibilidad técnico-económico, ha decidido que se considere dentro del Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable que motiva esta Tesis, la construcción de una nueva Planta de Tratamiento compuesta por sedimentadores de baja velocidad y filtros lentos.

CUADRO N° 1

Determinación del valor de la inversión inicial constructiva y de adquisición para cada una de las alternativas de la Nueva Planta de Tratamiento de Agua de Pichanaki (I_x)

Tipo Alternativa	Costo Unitario \bar{C}_x (%/l.p.s.)* ₁	Q _{1ra.Etapa} (l.p.s.)	Inversión Inicial (%) $I_x = \bar{C}_x (Q_{1ra.Etapa})$
A	1'600,000.00	29.83	47'728,000.00
B	1'200,000.00	29.83	35'796,000.00
C	5'300,000.00	29.83	158'099,000.00

*₁ -Las fuentes de información son:

- Ministerio de Salud para la alternativa "A".
- Ministerio de Vivienda para la alternativa "B"
- Degremont S.A. para la alternativa "C".

CUADRO N° 2 : DETERMINACION DEL VALOR PRESENTE DE LA INVERSION FUTURA CONSTRUC -
TIVA Y DE ADQUISICION DE LA SEGUNDA ETAPA PARA CADA UNA DE LAS ALTERN -
NATIVAS DE LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHANAKI (I_{px})

TIPO ALTERNATIVA	COSTO UNITARIO \bar{C}_x (S/ / lps)	Remanente 2a. Etapa (l ps)	Inversión Futura Segunda Etapa (S/) $\bar{C}_x(Qr \ 2a \ Etapa)$	$\frac{1}{(1+r)^t}$ $\frac{1}{(1.0.11)^{10}}$ 0.35218 *2	Valor Presente Inversión Futura Segunda Etapa $I_{px} \ 0.35218 \ (I' \ x)$
A	1'600,000	18.82	30'112,000	0.35218	10'604,844
B	1'200,000	18.82	22'584,000	0.35218	7'953,633
C	5'300,000	18.82	99'746,000	0.35218	35'128,546

* 2 - El tiempo (t) se ha considerado de 10 años por ser la duración estimada para la primera etapa del Proyecto.

- La tasa de interés del capital (r) se ha considerado como el 11% (0.11) en base a lo establecido para préstamos " blandos " por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

CUADRO N° 3 : DETERMINACION DEL VALOR DE LA INVERSION TOTAL CONSTRUCTIVA Y DE ADQUISICION PARA CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS DE LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHANAKI (Itx)

TIPO ALTERNATIVA	INVERSION INICIAL 1ª ETAPA I_x (S/)	VALOR PRESENTE INVERSION FUTURA SEGUNDA ETAPA I_{vp} (S/)	INVERSION TOTAL CONSTRUCTIVA Y DE ADQUISICION $I_{tx} = I_x + I_{vp}$ (S/)
A	47'728,000	10'604,844	58'332,844
B	35'796,000	7'953,633	43'749,633
C	158'099,000	35'128,546	193'227,546

CUADRO N° 4 PRODUCCION ANUAL DE AGUA A TRATAR DURANTE TODO EL PERIODO DE DI - SEÑO (1980 - 2000)

AÑO	POBLACION N° HABITANTES	CAUDAL PROMEDIO (lps) $Qp \frac{Pob \times Dotación}{86,400 \text{ seg}}$ $\frac{Pob \times 200 \text{ lt/hab/día}}{86,400 \text{ seg}}$	PRODUCCION ₃ ANUAL DE AGUA (m ³ /año) $Qa \frac{Qp \times 86,400 \times 365}{1000}$
1980	8,400	19.44	613,060
1981	8,723	20.19	636,712
1982	9,067	20.99	661,941
1983	9,432	21.83	688,431
1984	9,817	22.72	716,498
1985	10,224	23.67	746,457
1986	10,651	24.66	777,678
1987	11,100	25.69	810,160
1988	11,569	26.78	844,534
1989	12,059	27.91	880,170
1990	12,570	29.10	917,698
1991	13,102	30.33	956,487
1992	13,655	31.61	996,853
1993	14,229	32.94	1'038,796
1994	14,823	34.31	1'082,000
1995	15,439	35.74	1'127,000
1996	16,075	37.21	1'173,000
1997	16,733	38.73	1'221,000
1998	17,411	40.30	1'270,901
1999	18,110	41.92	1'321,989
2000	18,830	43.59	1'374,654

Año (t)	Producción Anual de Agua Q_{AT} (m ³ / año)	Costo Fijo (C_{FOMt}) s/	Costo Variable $\frac{CV_{OMt}}{s/} = \frac{Q_{AT} \times K_{CVA}}{3}$	Costo Total Anual = Costo Fijo + Costo Var. $C_{TOMt} = C_{FOMt} + C_{VOMt}$ (s/)
1980	613,060	7'212,360	345,153	7'557,513
1981	636,712	7'212,360	358,469	7'570,829
1982	661,941	7'212,360	372,673	7'585,033
1983	688,431	7'212,360	387,587	7'599,947
1984	716,498	7'212,360	403,388	7'615,748
1985	746,457	7'212,360	420,255	7'632,615
1986	777,678	7'212,360	437,833	7'650,193
1987	810,160	7'212,360	456,120	7'668,480
1988	844,534	7'212,360	475,473	7'687,833
1989	880,170	7'212,360	495,536	7'707,896
1990	917,698	7'212,360	516,664	7'729,024
1991	956,487	7'212,360	538,502	7'750,862
1992	996,853	7'212,360	561,228	7'773,588
1993	1'038,796	7'212,360	584,342	7'796,702
1994	1'082,000	7'212,360	609,166	7'821,526
1995	1'127,097	7'212,360	634,556	7'846,916
1996	1'173,455	7'212,360	660,655	7'873,015
1997	1'221,389	7'212,360	687,642	7'900,002
1998	1'270,901	7'212,360	715,517	7'927,877
1999	1'321,989	7'212,360	744,280	7'956,640
2000	1'374,654	7'212,360	774,060	7'986,420

* 3 $K_{CVA} = \frac{C_{VOM} 2000}{Q_A 2000} = \frac{774,060}{1'374,654} = 0.563$

APENDICE AL CUADRO N°5 :

DETERMINACION DEL VALOR DE LOS COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA A PARA LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHANAKI.

Costos Fijos Mensuales :

Costo de Personal : S/ 595,780

N°	Clase de Personal	Honorarios	Dedicación	Costo Neto Mensual
1	Ingeniero	300,000	10%	30,000
2	Administrador	200,000	50%	100,000
3	Operador	150,000	100%	150,000
4	Chofer	150,000	10%	15,000
5	Guardián	124,200	100%	124,200
6	Operarios	124,200	45%	55,890
7	Peones	102,600	215%	220,590
				595,780

Costo de Energía : S/ 5,250. -

N°	Clase de Energía	Costo Unitario	Consumo	Consumo Neto Mensual.
1	Gasolina	S/350/galón	15 galones	5,250

Costos Fijos Anuales : S/ (595,780 + 5,250) x $\frac{12 \text{ meses}}{\text{Año}}$ = S/ 7'212,360/año

APENDICE AL CUADRO N°5 :

Costo Variables Mensuales :

Gastos de Tratamiento :

N°	MATERIAL	Costo Unitario	Consumo	Costo Neto Mensual
1	Cloro Gas	S/. 120/Kg.	126	15,120

Costos de Mantenimiento de Equipos ;

N°	Material	Costo Unitario	Consumo	Costo Neto Mensual
1	Aceite	13,850	0.10	1,385

Costos de Reposición de Material Filtrante :

N°	Material	Costo Unitario	Consumo	Costo Neto Mensual
1	Arena	2,400/m ³	20 m ³ /mes	48,000

Costos Variables Anuales :

$$\frac{\$ (48,000 + 15,120 + 1,385)}{\text{Mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{Año}} = \$/ 774,060/\text{año}$$

CUADRO N° 6: DETERMINACION DEL COSTO TOTAL ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA LA ALTERNATIVA B DE LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHA - NAKI .

Año (t)	Producción Anual de Agua Q_{AT} (m ³ /año)	Costo Fijo C_{FOMt} (S/)	Costo Variable = $C_{VOMt} = K_{CVB} (Q_{AT})^4$ (S/)	Costo Total Anual $C_{TOMt} = C_{FOMt} + C_{VOMt}$ (S/)	Costo Fijo + Costo Var. I_o (S/)
1980	—	10'748,160	2'315,328	13'063,488	13'063,488
1981	613,060	10'748,160	2'404,654	13'152,814	13'152,814
1982	661,941	10'748,160	2'499,935	13'248,095	13'248,095
1983	688,431	10'748,160	2'599,979	13'348,139	13'348,139
1984	716,498	10'748,160	2'705,979	13'454,139	13'454,139
1985	746,457	10'748,160	2'819,125	13'567,285	13'567,285
1986	777,678	10'748,160	2'937,036	13'685,196	13'685,196
1987	810,160	10'748,160	3'059,710	13'807,870	13'807,870
1988	844,534	10'748,160	3'189,530	13'937,690	13'937,690
1989	880,170	10'748,160	3'324,115	14'072,275	14'072,275
1990	917,698	10'748,160	3'465,846	14'214,006	14'214,006
1991	956,487	10'748,160	3'612,340	14'360,500	14'360,500
1992	996,853	10'748,160	3'764,789	14'512,949	14'512,949
1993	1'038,796	10'748,160	3'923,194	14'671,354	14'671,354
1994	1'082,000	10'748,160	4'086,361	14'834,521	14'834,521
1995	1'127,097	10'748,160	4'256,678	15'004,838	15'004,838
1996	1'173,455	10'748,160	4'431,757	15'179,917	15'179,917
1997	1'221,389	10'748,160	4'612,788	15'360,948	15'360,948
1998	1'270,901	10'748,160	4'799,779	15'547,939	15'547,939
1999	1'321,989	10'748,160	4'992,721	15'740,881	15'740,881
2000	1'374,654	10'748,160	5'191,620	15'939,780	15'939,780
		<u>5'191,620</u>			
		<u>1'374,654</u>			

* 4 K_{CVB} $C_{VOM 2000}$ 3. 7767
 $Q_A 2000$

APENDICE AL CUADRO N°6 ;

Costos Variables Mensuales :

Costos de Tratamiento : S/ 431,250/ mes

N°	Material	Costo Unitario	Consumo	Costo Neto Mensual
1	Sulfato de Alumina	S/110/Kg.	3,783	416,130
2	Clorogas	S/120/Kg	126	15,120
				431,250

Costos de Mantenimiento de Equipos : S/ 1,385/mes

N°	Material	Costo Unitario	Frecuencia	Costo Neto Mensual
1	Aceite, lubricante	13,850	0.10	1,385

Costos de Reposición de Material Filtrante : No es significativo.

Costos Variables Anuales : S/ (431,250+1,385) × 12 meses = S/ 5'191,620
Mes Año Año

APENDICE AL CUADRO N°6:

DETERMINACION DEL VALOR DE LOS COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA B PARA LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHANAKI.

Costos Fijos Mensuales

Costo de Personal : S/ 890, 430/mes

N°	Clase de Personal	Honorarios	Dedicación	Costo Neto Mensual
1	Ingeniero	300,000	10%	30,000
2	Operador y Laboratorista	250,000	100%	250,000
3	Administrador	200,000	100%	200,000
4	Ayudante de Laboratorista	150,000	100%	150,000
5	Chofer	150,000	10%	15,000
6	Guardián	124,000	100%	124,000
7	Operarios	124,000	15%	18,630
8	Peones	102,600	100%	102,600
				890,430

Costo de Energía : S/ 5,250/mes

N°	Clase de Energía	Costo Unitario	Consumo	Consumo Neto Mensual
1	Gasolina	S/ 350/galón	15 galones	5,250

Costos Fijos Anuales: $S/ \frac{(890,430 + 5,250)}{\text{Mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{Año}} = 10,748,160$

CUADRO N° 7: DETERMINACION DEL COSTO TOTAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA LA ALTERNATIVA C DE LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHANAKI.

Año (t)	Producción Anual de Agua Q_A (m ³ /año)	Costo Fijo C_{FOMt} (\$/)	Costo Variable $= C_{VOMt} = K_{CVC}(Q_A t)^{*5}$	Costo Total Anual $C_{TOMt} = C_{FOMt} + C_{VOMt}$ (\$/)
1980	613,060	6'065,400	2'315,328	8'380,728
1981	636,712	6'065,400	2'404,654	8'470,054
1982	661,941	6'065,400	2'499,935	8'565,535
1983	688,431	6'065,400	2'599,979	8'665,379
1984	716,498	6'065,400	2'705,979	8'771,379
1985	746,457	6'065,400	2'819,125	8'884,525
1986	777,678	6'065,400	2'937,036	9'002,436
1987	810,160	6'065,400	3'059,710	9'125,110
1988	844,534	6'065,400	3'189,530	9'254,930
1989	880,170	6'065,400	3'324,515	9'389,515
1990	917,698	6'065,400	3'465,846	9'531,246
1991	956,487	6'065,400	3'612,340	9'677,740
1992	996,853	6'065,400	3'764,789	9'830,189
1993	1'038,796	6'065,400	3'923,194	9'988,594
1994	1'082,000	6'065,400	4'086,361	10'151,761
1995	1'127,097	6'065,400	4'256,678	10'322,078
1996	1'173,455	6'065,400	4'431,757	10'497,157
1997	1'221,389	6'065,400	4'612,788	10'678,188
1998	1'270,901	6'065,400	4'799,779	10'865,179
1999	1'321,989	6'065,400	4'992,721	11'058,121
2000	1'374,654	6'065,400	5'191,620	11'257,020

* 5 $K_{CVC} = - \frac{C_{VOM 2000}}{Q_A 2000} = - \frac{5'191,620}{1'374,654} = 3.7767$

APENDICE AL CUADRO N°7 :

DETERMINACION DEL VALOR DE LOS COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA C PARA LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHANAKI.

Costos Fijos Mensuales

Costo de Personal : S/ 500,200/mes

N°	Clase de Personal	Honorarios	Dedicación	Costo Neto Mensual
1	Ingeniero	300,000	10%	30,000
2	Administrador	200,000	50%	100,000
3	Operador	180,000	100%	150,000
4	Chofer	150,000	10%	15,000
5	Peón	102,600	200%	205,200
				500,200

Costo de Energía : S/ 5,250 / mes

N°	Clase de Energía	Costo Unitario	Consumo	Consumo Neto Mensual
1	Gasolina	S/350/galón	15 galones	5,250

Costos Fijos Anuales : $S/ \left(\frac{500,200}{\text{Mes}} + \frac{5,250}{\text{Meses/año}} \right) \times 12 = S/6'065,400/\text{año}$

APENDICE AL CUADRO N° 7Costos Variables Mensuales :Costos de Tratamiento : S/ 431,250/mes

N°	Material	Costo Unitario	Consumo	Costo Neto Mensual
1	Sulfato Alumina	S/.110/Kg.	3,783	416,130
2	Clorogas	S/.120/Kg.	126	15,120
				431,250

Costos de Mantenimiento de Equipos : S/ 1,385/mes

N°	Material	Costo Unitario	Frecuencia	Costo Neto Mensual
1	Aceite	13,850	0.10	1,385

Costos de Reposición de Material Filtrante : No es significativo

Costos Variables Anuales : S/ ($\frac{431,250}{\text{Mes}} + \frac{1,385}{\text{Año}}$) \times 12 meses = S/ 5'191,620

GUA POTABLE DE PICHANAKI.

AÑO	COSTO TOTAL ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO C _{totm} (\$/)	T	$\frac{1}{(1+r)^t}$	$= \frac{1}{(1+0.11)^t}$	VALOR PRESENTE DEL COSTO TOTAL ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO. OMVP _t	$CTOM_t / (1+0.11)^t$
1980	7'557, 513	0	1.000		7'557, 513	
1981	7'570, 289	1	0.901		6'820, 830	
1982	7'585, 033	2	0.812		6'159, 048	
1983	7'599, 947	3	0.731		5'555, 561	
1984	7'615, 748	4	0.659		5'018, 778	
1985	7'632, 615	5	0.593		4'526, 141	
1986	7'650, 193	6	0.535		4'092, 853	
1987	7'668, 480	7	0.482		3'696, 207	
1988	7'687, 833	8	0.434		3'336, 520	
1989	7'707, 896	9	0.391		3'013, 787	
1990	7'729, 024	10	0.352		2'720, 616	
1991	7'750, 862	11	0.317		2'457, 023	
1992	7'773, 588	12	0.286		2'223, 246	
1993	7'796, 702	13	0.258		2'011, 549	
1994	7'821, 526	14	0.232		1'814, 594	
1995	7'846, 916	15	0.209		1'640, 005	
1996	7'873, 015	16	0.188		1'480, 127	
1997	7'900, 002	17	0.170		1'343, 000	
1998	7'927, 877	18	0.153		1'212, 965	
1999	7'956, 640	19	0.138		1'098, 016	
2000	7'986, 420	20	0.124		990, 316	

Valor presente del costo de op. y mant. total : $OMVP_t \approx \sum_{t=1}^{t=20} OMVP_t = 68'768, 695$

CUADRO N.º 6: DETERMINACION DEL VALOR PRESENTE DEL COSTO TOTAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA B PARA LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHANAKI.

AÑO	COSTO TOTAL ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO $C \text{ tom}_t$ (S/)	t	$\frac{1}{(1+r)^t}$	VALOR PRESENTE DEL COSTO TOTAL ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO. $OMVP_t = C \text{ tom}_t / (1+0.11)^t$
1980	13'063,488	0	1.000	13'063,488
1981	13'152,814	1	0.901	11'850,685
1982	13'248,095	2	0.812	10'757,543
1983	13'348,139	3	0.731	9'757,490
1984	13'454,139	4	0.659	8'866,278
1985	13'567,285	5	0.593	8'045,400
1986	13'685,196	6	0.535	7'321,580
1987	13'807,870	7	0.482	6'655,393
1988	13'937,690	8	0.434	6'048,957
1989	14'072,275	9	0.391	5'502,260
1990	14'214,006	10	0.352	5'003,330
1991	14'360,500	11	0.317	4'552,279
1992	14'512,949	12	0.286	4'150,703
1993	14'671,354	13	0.258	3'785,209
1994	14'834,521	14	0.232	3'441,609
1995	15'004,838	15	0.209	3'136,011
1996	15'179,117	16	0.188	2'853,824
1997	15'360,948	17	0.170	2'611,361
1998	15'547,939	18	0.153	2'378,835
1999	15'740,881	19	0.138	2'172,242
2000	15'939,780	20	0.124	1'976,533
$\sum_{t=0}^{t=20}$				
Valor presente del costo de op. y mant. total = $OMVP_B$			=	123'930,920

CUADRO N° 10. DETERMINACION DE L VALOR PRESENTE DEL COSTO TOTAL ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA C PARA LA NUEVA PLANTA DE TRATA - MIENTO DE AGUA DE PICHANAKI.

AÑO	COSTO TOTAL ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO. C_{tom_t} (\$ /)	t	$\frac{1}{(1+r)^t} = \frac{1}{(1+0.11)^t}$	VALOR PRESENTE DEL COSTO ANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO $OMVP_t = C_{tom_t} / (1+0.11)^t$
1980	8'380,728	0	1.000	8'380,728
1981	8'470,054	1	0.901	7'631,519
1982	8'565,335	2	0.812	6'955,052
1983	8'665,379	3	0.731	6'334,392
1984	8'771,379	4	0.659	5'780,339
1985	8'884,525	5	0.593	5'268,523
1986	9'002,436	6	0.535	4'816,303
1987	9'125,110	7	0.482	4'398,303
1988	9'254,930	8	0.434	4'016,640
1989	9'389,515	9	0.391	3'671,300
1990	9'531,246	10	0.352	3'354,999
1991	9'677,740	11	0.317	3'067,844
1992	9'830,189	12	0.286	2'811,434
1993	9'988,594	13	0.258	2'577,057
1994	10'151,761	14	0.232	2'355,209
1995	10'322,078	15	0.209	2'157,314
1996	10'497,157	16	0.188	1'973,466
1997	10'678,188	17	0.170	1'815,292
1998	10'865,179	18	0.153	1'662,372
1999	11'058,121	19	0.138	1'526,021
2000	11'257,020	20	0.124	1'395,870
$\sum_{t=0}^{t=20}$				
Valor presente del costo de op. y mant. total = $OMVP_C$			=	81'949,977

CUADRO N°11 : DETERMINACION DEL VALOR DEL COSTO TOTAL DEFINITIVO DE CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PICHANAKI (C_{TX})

TIPO ALTERNATIVA	INVERSION TOTAL CONS - TRUCTIVA Y DE ADQUISICION	VALOR PRESENTE DE LCOS TO TOTAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL DEFINITIVO	
	I _{TX} (\$/)	I _{VPOMx} (\$/)	C _{TX} I _{TX}	I _{VPOMx} (\$/)
A	53'826 , 940	68'768 , 695	122'595 , 635	
B	43'749 , 633	123'930 , 920	167'680 , 553	
C	193'227 , 546	81'949 , 977	275'177 , 523	

.02 Bases para el Diseño de Sedimentadores de baja velocidad y filtros lentos.

A. Introducción.

La sedimentación y la filtración deben considerarse como procesos complementarios. La sedimentación realiza la separación de los sólidos más densos que el agua y que tienen una velocidad de caída tal, que pueden llegar al fondo del tanque sedimentador en un tiempo económicamente aceptable. La filtración en cambio, separa aquellos sólidos que tienen una densidad muy cercana a la del agua o que han sido resuspendidos por cualquier causa en el flujo, y que por tanto no quedan removidos en el proceso anterior.

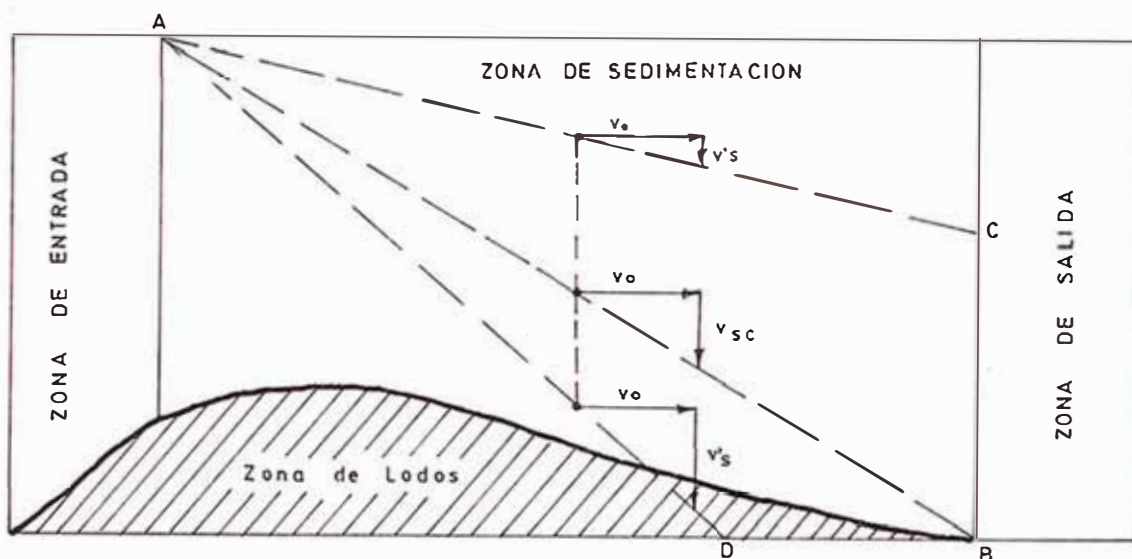
Hasta qué límite de turbiedad debe remover la sedimentación y qué turbiedad debe entrar al filtro, es asunto de debate. Todo depende del trabajo que se quiera dar a cada proceso. Según el tipo de filtro que se use, puede ser más económico remover la mayor cantidad de sólidos en la sedimentación y sólo una mínima parte en la filtración; o remover en cambio un porcentaje de sólidos relativamente bajo en la sedimentación (disminuyendo el tamaño de los tanques) y dejando el resto del trabajo a la filtración. Al utilizar sedimentadores de baja velocidad y filtros lentos, se tiende a un equilibrio entre los procesos de sedimentación y filtración en su trabajo de tratamiento del agua para fines de potabilización.

B. Sedimentadores de flujo horizontal de baja velocidad.

En este tipo de sedimentadores se puede trabajar con cargas superficiales que varían entre 15 a 30 m³/m²/día. La sedimentación con flujo superficial se hace en tanques rectangulares o circulares, en los cuales la masa líquida se traslada de un punto a otro con una velocidad V_0 , mientras las partículas caen con una velocidad V_s .

Cuatro zonas por tanto pueden considerarse:

- a)- la de sedimentación b)- la de entrada
 c)- la de salida d)- la de lodos
 como lo muestra la siguiente figura:



a)- Zona de Sedimentación.

Las partículas en la zona de sedimentación de un decantador se asientan independientemente unas de otras cuando la concentración de ellas en el flujo, no excede de un determinado límite crítico. Se considera que cuando la concentración volumétrica de sólidos excede en un 0.5% al volumen (5000 p.p.m.), se presenta una reducción apreciable en la velocidad de asentamiento, la que recibe el nombre de sedimentación autointerferida. En decantadores horizontales, casi nunca se presentan condiciones de sedimentación autointerferida, al menos en la zona de sedimentación.

Al acercarse las partículas a la zona de lodos, éstas se apoyan unas sobre otras, formando mallas que se van compactando y la velocidad de sedimentación se reduce en forma considerable. En los clarificadores de flujo vertical, en cambio, siempre hay sedimentación autointerferida.

Dada la complejidad del problema, Hazen en 1904 y Camp en 1946, introdujeron el concepto del tanque ideal. Camp lo define como "el decantador hipotético, en el cual la sedimentación se realiza exactamente de la misma manera que en un recipiente de igual profundidad que contenga un líquido en

reposo". Luego establece tres principios básicos:

1)- La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos de la zona de sedimentación.

2)- La concentración de partículas de cada tamaño, es la misma en todos los puntos de la sección vertical, al comienzo de la zona de entrada.

3)- Una partícula queda removida cuando llega a la zona de lodos.

Teniendo en cuenta estas simplificaciones, se puede decir que una partícula queda removida cuando tiene una velocidad de caída V_{sc} tal que si entra a la zona de sedimentación a nivel con la superficie del líquido, sale de ella cuando la lámina de agua que la transportaba pasa de la zona de sedimentación a la de salida (Línea A-B en la figura sobre zonas del sedimentador). Esta partícula se llama partícula crítica. Las partículas con velocidad menor que V_{sc} quedarán removidas en proporción V_s/V_{sc} (Línea A-C) Las de velocidad mayor que V_{sc} quedarán en cambio, todas removidas (Línea A-D).

Por definición, el tiempo en el cual la partícula llega al fondo, es igual al tiempo teórico de detención : t_o .

$$t_o = \frac{V}{Q}$$

En donde:

V = volúmen del decantador.

Q = caudal de diseño.

Como el volúmen es igual al área superficial A por la profundidad del tanque h :

$$t_o = \frac{A \cdot h}{Q} = \frac{h}{\frac{Q}{A}} = \frac{h}{V_{sc}}$$

$$V_{sc} = \frac{h}{t_o} = \frac{h}{\frac{A \cdot h}{Q}} = \frac{Q}{A} = \text{carga superficial} = R$$

Esto demuestra en palabras de Hazen, que: " la proporción de sedimento removido es función del área del decantador" y "de la cantidad de agua tratada en la unidad de tiempo, y es completamente independiente de la profundidad del sedimentador". Esta conclusión permaneció inalterada por cerca de 60 años, pero sólo se aplica con propiedad al asentamiento de partículas discretas.

Divergencias entre la teoría de sedimentación y la práctica.

Hay que tener en cuenta que en la práctica no existen "tanques ideales". Por eso los intentos de comparar la eficiencia de diferentes tanques sedimentadores, que trabajan en diferentes condiciones , han sido poco satisfactorios. Es difícil hablar de una correlación entre la capacidad de retención de turbiedad de una determinada unidad, y su carga superficial o período de detención normal. La razón para ello está en que en "tanques reales" el desarrollo del proceso se vé afectado por una serie de variables que no están consideradas en la teoría; estas son entre otras, las siguientes:

- Corrientes de densidad: térmicas; de concentración.
- Corrientes debidas al viento.
- Corrientes ciméticas: alteraciones en la entrada;obstrucciones de la sedimentación; alteraciones en la salida.

Factores que hay que tener en cuenta en el diseño de la zona de sedimentación.

Los más importantes son los siguientes:

- Carga superficial.
- Período de detención y profundidad.
- Forma de los sedimentadores.
- Velocidad horizontal de escurrimiento y relación largo-profundidad.
- Número de unidades

Carga superficial.

Es la velocidad crítica mínima de sedimentación ($R = \frac{Q}{A}$) que se espera que en promedio tenga un cierto porcentaje de partículas de suspensión y depende de:

- Calidad del agua cruda (si predomina el color o la turbiedad).
- Peso y grado de hidratación del floc.
- Forma y tipo del sedimentador que se adopte.
- Cuidado en el control del proceso.
- Coagulantes que se usen.
- Grado de eficiencia que se desee.

Para el diseño se puede considerar cargas superficiales entre 15 y 30 m³/m²/día.

Período de detención y profundidad.

El período de detención es el tiempo máximo que la partícula con la mínima velocidad de sedimentación escogida, tarda en llegar hasta el fondo; por tanto es directamente dependiente de la profundidad del tanque; cuanto menor sea la profundidad, menor será el período de detención necesario para recolectar dicha partícula.

Los sedimentadores horizontales que trabajan con régimen de flujo turbulento, no pueden construirse con profundidades muy pequeñas debido a :

- que la velocidad de escurrimiento horizontal no puede hacerse muy alta.
- que existen interferencias que revuelven el sedimentador.
- consideraciones estructurales y de operación.

Por estas razones es que sí los sedimentadores horizontales se van a construir con profundidades pequeñas, deberá diseñarse alguna estructura donde se disipe la energía que trae el agua antes de ingresar al sedimentador, para que se transforme el flujo turbulento en flujo laminar.

Para el diseño se puede considerar períodos de detención entre 1 hora y media y 5 horas; y profundidades entre 1.5 y

4.5 metros.

Forma de los Sedimentadores.

Los sedimentadores pueden tener forma rectangular o circular. Los primeros son los que se usan más comunmente en Plantas de Tratamiento de Agua. Los tanques largos suelen dar los mejores resultados. La relación ancho-largo varía entre 1 - 2.5 y 1-10. Los sedimentadores horizontales circulares se usan preferentemente en el tratamiento de aguas servidas.

Velocidad horizontal y relación largo-profundidad.

La velocidad horizontal en sedimentadores rectangulares podría alcanzar un valor óptimo alrededor de 0.5 cm/seg. ó menos.

S. Q es el flujo que entra al sedimentador, V_{sc} es la velocidad crítica (carga superficial) y V_h es la velocidad horizontal.

$$Q = V_{sc} \cdot A \cdot h$$

$$Q = V_h \cdot A_v$$

Y como:

$$A_h = a \cdot L$$

$$A_v = a \cdot h$$

Entonces:

$$\frac{L}{h} = \frac{V_h}{V_{sc}}$$

Por tanto, la relación: Longitud L de la zona de sedimentación sobre profundidad h de la misma, dependerá de las velocidades V_h sobre V_{sc} que se escojan. En otras palabras, a igualda de carga superficial, la relación L/h determinará la velocidad horizontal V_h .

En la práctica se usan las relaciones siguientes:

$$5 : 1 \leq L/h \leq 25 : 1$$

Número de unidades.

En toda Planta debe haber por lo menos dos unidades de sedimentación, de tal forma de que cuando se suspenda una, se pueda seguir trabajando con la otra.

b)- Zona de Entrada.

El propósito de la estructura de entrada es:

-Distribuir el afluente tan uniformemente como sea posible en toda el área transversal del sedimentador.

-Evitar chorros de agua que puedan provocar movimientos rotacionales de la masa líquida, u otras corrientes cónicas.

-Disipar la energía que trae el agua.

-Evitar altas velocidades que puedan perturbar los sedimentos del fondo.

c)- Zona de Salida.

El tipo de estructura de salida determina en buena parte la mayor o menor proporción de partículas que pueden ser resuspendidas en el flujo. Sin embargo, estas perturbaciones afectan sólo la masa de agua que está al final del decantador, en cambio, las de la entrada, pueden afectar toda la masa líquida.

Se recomienda que la longitud del vertedero de salida debe ser tal, que el gasto este comprendido entre 144,000 y 400,000 litros/día por metro de vertedero. Los vertederos de rebose, cualquiera que sea su forma, en lo posible no deben dejar zonas muertas, pues la trayectoria de las partículas se tiene que curvar, aumentando las posibilidades de arrastre.

d)- Zona de Lodos.

Los lodos se depositan en el fondo del sedimentador de manera desuniforme. Entre el 60% y el 90% quedan almacenados al comienzo del mismo, en el primer tercio de su longitud.

Si la velocidad horizontal del agua en el fondo del sedimentador es muy grande, las partículas asentadas pueden ser resuspendidas en el flujo y acarreadas en el efluente. Existe pues una velocidad de arrastre que será mayor cuanto mayor sea el peso específico y el diámetro de las partículas sedimentadas. Generalmente las velocidades de arrastre varían entre 0.5 cm/seg. y 3 cm/seg. En sedimentadores horizontales éstas pueden alcanzarse cuando se proyectan con una relación L/h muy grande, combinada con altas cargas superficiales o cuando el flujo en el fondo se acelera por corrientes de densidad o cinéticas, las cuales pueden aumentar varias veces la velocidad horizontal promedio del decantador.

La remoción de los lodos puede hacerse en forma continua o en forma intermitente. Cuando se hace en forma continua se utilizan cadenas barredoras de lodos, las que van empujando a éstas lentamente, por medio de zapatas a un concentrador, desde donde se extraen por gravedad periódicamente. Cuando se remueven en forma intermitente, hay que vaciar el tanque cada cierto tiempo y extraerle los sedimentos manualmente. Para facilitar esta operación debe dejarse alrededor del tanque, llaves de mangueras para poder lanzar agua a presión a los fangos del fondo.

Debe advertirse que frecuentemente, los lodos compactados se vuelven una masa pastosa, que sólo resbala fácilmente cuando la pendiente del fondo tiene 60° ó más. La amplitud que se deje a la zona de fangos depende del volumen que se obtenga de ellos y del tiempo, así como de la forma en que se haga la remoción.

C. Filtros Lentos.

La filtración lenta, esto es, a ratas menores de 12 m³/m²/día, precedió a la filtración rápida. Los primeros filtros para toda una población se construyeron en Paisley (Escocia) en 1804. Con la aparición de los filtros rápidos, los lentos se fueron usando cada vez menos, en especial en

países de las Américas, en algunos de los cuales no se volvieron a construir nuevas instalaciones de este tipo en los últimos 30 años.

En Europa, las instalaciones de filtros lentos existentes, han seguido usándose. Sin embargo, en los países en desarrollo como el Perú, los filtros en zonas rurales y semirurales, principalmente, pueden tener ventajas definidas sobre los filtros rápidos, cuando:

1)- La turbiedad del agua no sobrepasa 100 U.J. y eso no todo el tiempo. Turbiedades menores de 50 U.J. son preferibles; pero se pueden aceptar por pocos días al año, turbiedades mayores de 100 U.J.

2)- El precio de la tierra es bajo. Los filtros lentos ocupan aproximadamente un área 20 ó 40 veces mayor que los rápidos.

3)- El contenido de color no es alto (menor de 50 p.p.m) El color es removido sólo en baja proporción por los filtros lentos, ya que no hay coagulación previa.

4)- Se quiere depender más de la remoción bacteriana producida por los filtros, que de la desinfección producida por el cloro.

5)- No existe en el lugar la capacidad técnica para operar sistemas completos de coagulación-filtración. En especial son estas dos últimas condiciones las que determinan la superioridad de los filtros lentos en zonas rurales. Sin embargo, su aplicabilidad no puede ser general, debido a las limitaciones que éstos tienen sobre turbiedad y color del agua cruda.

a)- Descripción General.

Un filtro lento de flujo descendente consiste en una caja rectangular o circular a la cual se coloca de 0.90 a 1.20 m. de arena fina (medio filtrante) sobre 0.40 a 0.60 m. de grava gruesa (apoyo del medio filtrante). Encima del lecho

filtrante se deja una capa de agua de 1.00 m a 1.50 m. y debajo de la grava se coloca un sistema de drenes apropiados. Ya sea a la entrada o a la salida, el flujo se regula para mantener una velocidad de filtración constante.

b)-Rata de Flujo.

Varía entre 2 y 14 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$. Más frecuentemente entre 3 y 9 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$.

c)- Lecho Filtrante.

El medio filtrante es de arena fina, con un tamaño efectivo de 0.25 a 0.35 m.m. y coeficiente de uniformidad de 2 a 3. El lecho más fino debe ser de 1/16" (1.59 m.m.) ó 1/12" (2.12 m.m.)preferiblemente.

La grava está constituida por subcapas de material de 3/4" a 2", de 3/8" a 3/4" y de 2 m.m. a 3 m.m.

La arena se coloca sobre la grava por capas. Al no existir lavado ascendente, no existe estratificación y los granos finos se mezclan con los gruesos, lo que hace que la porosidad sea menor que en los filtros rápidos.

d)-Número de Unidades.

Por lo menos debe haber dos unidades, de modo de que cuando se ponga fuera de servicio una, pueda trabajarse con la otra.

e)- Forma de los filtros:

Los filtros lentos pueden ser circulares o rectangulares, con paredes verticales o inclinadas. Si el filtro es rectangular se recomienda una relación largo-ancho = 2.

f)- Sistema de drenaje.

Los sistemas de drenaje del filtro lento pueden ser de diferente tipo, principalmente:

(1) -Ladrillos tendidos de canto, con otros ladrillos encima tendidos de plano, dejando un espaciamiento de 1 cm. entre los lados. El conjunto drena hacia un canal colector central que recolecta todo el flujo del filtro.

(2) -Bloques de concreto poroso en forma de puente, que confluyen también a un canal central.

(3) -Tuberías de drenaje perforadas, con orificios no mayores de 1". Estas tuberías pueden desembocar en forma de espina de pescado a un conducto o tubería central o a un pozo lateral con una pendiente del 1 al 2%.

g)- Control de rata de Flujo.

Los filtros lentos se suelen operar con una velocidad constante de filtración. Esto se puede conseguir regulando la entrada de agua ó regulando la salida de la misma. La regulación del flujo a la entrada es quizás la más simple y económica.

Basta colocar en el canal de ingreso, vertederos cuya cresta esté al mismo nivel, de manera que el flujo se reparta por partes iguales en todas las unidades. En el canal se puede dejar además, un vertedero general de exceso o de rebose, para mantener el caudal de entrada constante.

En estas condiciones el nivel de agua en el filtro es variable. Cuando el lecho está limpio, el nivel desciende hasta la altura de la tubería de salida y, a medida que se ensucia, el nivel va subiendo hasta llegar a un máximo. En este momento se interrumpe el servicio y se hace la limpieza del lecho. Este sistema tiene las siguientes ventajas:

(1)- Evita que se produzca pérdida de carga negativa en el lecho.

(2)- Es por tanto menos propenso a quedar bloqueado por el aire retenido entre los granos.

(3)- El control de la pérdida de carga se hace observando el nivel de agua en el filtro.

(4)- La operación es más simple y conriable pues el filtro disminuye automáticamente su velocidad de filtración cuando llega al máximo de la pérdida de carga permisible, manteniendo así constante la calidad del agua filtrada. Se fuerza de esta manera al operador a efectuar la limpieza periódica del filtro.

La **rata** de flujo puede también controlarse a la salida. Se puede usar un sistema de flotador como en los filtros rápidos o un tubo periscópico que se deslice dentro de otro sostenido por un anillo flotante, de manera que tenga la misma altura de la lámina de agua sobre el rebose, cualquiera sea la pérdida de carga en el filtro.

h)- Limpieza del Filtro Lento.

Se hace raspando uno o dos centímetros de la superficie del lecho y extrayéndolos. La altura de la capa filtrante va disminuyendo con cada raspado. Generalmente, después de 10 a 15 raspados, el lecho se ha reducido hasta quedar solo 60 a 70 cms. y debe colocarse nueva arena en el filtro.

En filtros de gran área, como los que existen en Europa, se usan sistemas mecánicos de limpieza que lavan "in situ" la arena y la vuelven a poner automáticamente.

En sistemas intermitentes, algunos operadores prefieren después de tres raspados, lavar la arena que han extraído y colocarla de nuevo para evitar el tener que reponer gran cantidad de medio filtrante de una sola vez, lo que puede ser una operación costosa.

La frecuencia con que haya que hacer la limpieza, depende de la calidad del agua cruda. Puede variar desde dos días hasta dos meses ó más, según el caso. Frecuentes limpiezas hacen gravoso y antieconómico el funcionamiento de los filtros lentos. El raspado del lecho debe efectuarse cada vez que la pérdida de carga excede la presión estática sobre los drenes. Cuando hay problemas con aire, es conveniente hacerlo más a menudo. Para medir la pérdida de carga es necesario dejar un piezómetro conectado al tubo efluente o a la caja de filtro.

i)- Llenado del filtro.

El filtro lento hay que llenarlo por los drenes, para evitar que el aire que existe en el lecho filtrante pueda quedar atrapado entre los granos y obstruya el paso del agua durante la operación del filtrado. Para esto es conveniente dejar una tubería que interconecte todas las unidades, a fin de que cualquier filtro se pueda llenar por el fondo con el flujo de los otros.

j)- Operación de los filtros lentos.

Debido principalmente al hecho de que el agua permanece largo tiempo en contacto con el medio filtrante, pues la limpieza de éste se hace con mucho menos frecuencia, se crea la oportunidad para que proliferen diferentes tipos de microorganismos, tanto en el lecho como en la caja de agua que queda sobre él. Gran importancia por eso se ha atribuido a la película biológica que se forma en la superficie del medio filtrante, llamada comunmente "Schmutzdecke" (techo de fango). A ella se atribuye la alta eficiencia bacteriológica de los filtros lentos.

Este estrato biológico está compuesto de bacterias, algas filamentosas, diatomáceas y plancton en general. Su actividad suele ser grande, en especial cuando el agua cruda permite la penetración de la luz solar, lo que a veces induce un exagerado crecimiento de algas que pueden ser perjudiciales por cuanto obstruyen el lecho. Hay quienes por eso, prefieren cubrir los filtros para protegerlos de la insolación directa, pero esta solución suele ser bastante costosa.

Recién iniciada la operación, la eficiencia bacteriológica del filtro es baja y va aumentando a medida que pasa el tiempo, lo que suele llamarse "proceso de maduración del lecho"; Se deduce de aquí que el raspado frecuente del medio filtrante, es inconveniente.

Por otra parte, la eficiencia de los filtros lentos en la eliminación de partículas de turbiedad y color, está limitada por la ausencia de un proceso de coagulación que acondicione el afluente. La remoción de turbiedad puede llegar hasta 90% pero generalmente suele ser menor del 60%, dependiendo del

comportamiento de la suspensión que se filtre. La reducción de color es pobre; de 20 a 30 %.

.03.0.

.0. Diseño de la Nueva Planta de Tratamiento de Agua.

A. Introducción.

La nueva Planta de Tratamiento de Agua de Pichanaki se ubicará en la cota 573.00 m.s.n.m. y constará de las siguientes partes constitutivas, las cuales serán diseñadas a continuación:

- Caja de Disipación de Energía y Distribución de Caudales.
- Tuberías entre Caja de Disipación de Energía y Distribución de Caudales y los Sedimentadores.
- Sedimentadores de Baja Velocidad.
- Tuberías entre los Sedimentadores y los Filtros Lentos.
- Filtros Lentos Horizontales de flujo descendente.
- Caseta de Válvulas de los Filtros Lentos.
- Tuberías entre los Filtros Lentos y los buzones de reunión.
- Buzones de Reunión.
- Tuberías entre los Buzones de Reunión y el Buzón Dosador de cloro.
- Buzón Dosador de Cloro.

La nueva Planta de Tratamiento de Agua de Pichanaki será diseñada para tratar el caudal máximo diario de agua. Como el Proyecto tiene dos etapas, el diseño de la Planta deberá tener en cuenta lo siguiente:

1ro. : $Q_{md} 1^a \text{ Etapa} = Q_{md} 1990 = 37.83 \text{ l.p.s.}$

2do. : $Q_{md} 2^a \text{ Etapa} = Q_{md} 2000 = 56.65 \text{ l.p.s.}$

Como estos caudales son tratados parcialmente por la antigua Planta de Tratamiento que trata 8 l.p.s ., y como para el diseño de la nueva Planta en su 2da. Etapa sólo se tendrá en cuenta el caudal remanente no tratado en la 1ra. Etapa, entonces tenemos lo siguiente:

1ro.:

$Q_{diseño} 1^a \text{ Etapa} = Q_{md} 1990 - Q_{Plant. Antig.} = 37.83 - 8.00 = 29.83 \text{ lps}$

2do.:

$Q_{diseño} 2^a \text{ Etapa} = Q_{remanente} = Q_{md} 2000 - Q_{md} 1990 = 56.65 - 37.83 = 18.82 \text{ lps}$

3ro.:

$Q_{diseño} \text{ Total} = Q_{diseño} 1^a \text{ Etapa} + Q_{diseño} 2^a \text{ Etapa} = 29.83 + 18.82 = 48.65 \text{ lps}$

B. Diseño de la Caja de Disipación de Energía y de Distribución de Caudales.

Habida cuenta que se necesita distribuir el caudal de agua que ingresa a la Planta de Tratamiento, de tal manera que cada una de las 3 baterías de tratamiento (2 sedimentadores y 4 filtros) reciba el mismo caudal, se ha considerado conveniente el diseño de un vertedero circular en pared vertical para cada batería, ubicados a la misma altura y que soportarán el mismo tirante según la etapa del diseño, ya que en la primera etapa sólo funcionarán 2 baterías de tratamiento, por lo que el vertedero circular correspondiente a la batería que se habilitará para la segunda etapa del Proyecto, permanecerá taponeado hasta el momento en que su

uso sea requerido.

Para lograr que la distribución real de caudales sea lo más concordante con los cálculos teóricos realizados en esta Tesis, se ha estimado correcto proyectar la construcción de un compartimentoprevio a aquel donde se construirán los vertederos. La finalidad que se persigue es de romper la fuerte presión con que viene el agua, transformar el régimen turbulento en flujo laminar disipando la energía con la interposición de un tabique que actuará simultáneamente como aliviadero para que el agua aquietada pase al compartimiento de distribución de caudales.

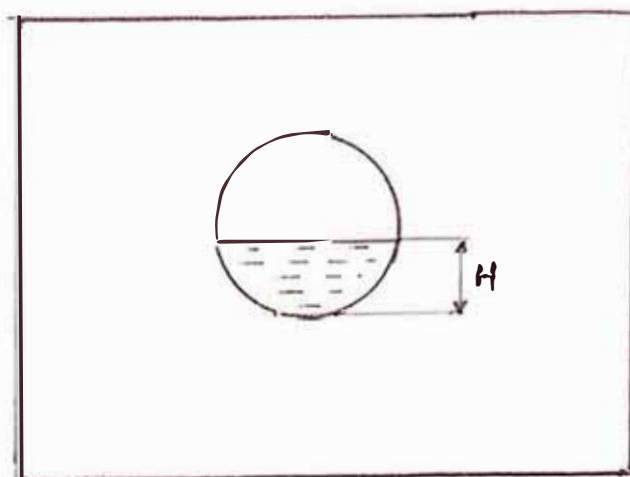
Diseño del Vertedero Circular (en pared vertical).

Los vertederos de sección circular ofrecen como ventajas:

- a)- Facilidad de construcción.
- b)- No requiere el nivelamiento de la cresta.

En unidades métricas, la ecuación de caudal de un vertedero circular es la siguiente:

$$Q = 1.518 D^{0.693} H^{1.807}$$



Por lo tanto, para determinar el tirante de trabajo para un caudal determinado, se tendrá:

$$H = \frac{Q}{1.518 D^{0.693}} \cdot 0.5534$$

Cálculo Total para las dos Etapas:Datos:

Caudal de Diseño Total = 48.65 l.p.s. = 0.04865 m³/seg.

Nº de vertederos circulares = 3

Caudal de Diseño de cada Vertedero =

$$\frac{48.65}{3} = 16.216 \text{ l.p.s.} = 0.016216 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Fórmula:

$$H = \frac{Q}{1.518 D^{0.693}}^{0.5534} = \frac{0.016216}{1.518 D^{0.693}}^{0.5534}$$

Aplicación:

Para diferentes valores asumidos del diámetro (D), se ha obtenido los correspondientes tirantes de trabajo; los resultados se presentan en el siguiente Cuadro:

D	h (m)
3"	0.218
4"	0.195
6"	0.167
8"	0.149

Conclusión:

Por resultar un par de valores coherentes, se construirá 3 vertederos circulares de 8" de diámetro, que trabajarán con un tirante de: 0.149 \cong 0.15 m. cuando llegue a la Planta de Tratamiento el Caudal de Diseño total (48.65 l.p.s .)

Cálculo del Tirante de los Vertederos Circulares en la Primera Etapa.

Datos:

Caudal de Diseño de la
1ra. Etapa = 29.83 l.p.s. = 0.02983 m³/seg.

Nº de vertederos circulares = 2

Caudal de Trabajo de cada Vertedero =
 $\frac{29.83}{2} = 14.915$ l.p.s. = 0.014915 m³/seg.

Fórmula:

$$H = \frac{Q}{1.518 D^{0.693}} \quad 0.5534$$

Aplicación:

Con: Q = 0.014915 m³/seg.

D = 8" = 0.2032 m.

tenemos:

$$H = \frac{0.014915}{1.518 (0.2032)^{0.693}} \quad 0.5534 = 0.143 \text{ m.}$$

Conclusión:

Durante la Primera Etapa del Proyecto, los 2 vertederos circulares construidos inicialmente trabajaron con un tirante de agua de 0.143 m.

Dimensionamiento y descripción del Compartimiento de Disipación de Energía.

Es una estructura de concreto armado de 0.80 m de largo por 0.80 m. de ancho y 1.00 m. de altura. Los muros exteriores tienen 0.10 m. de ancho. La tubería que viene de la Captación (Ø 8"), hace su ingreso por la parte superior y el a-

agua se vá acumulando hasta alcanzar los 0.50 m. de altura del tabique ó muro intermedio entre los dos compartimientos, que tiene 0.15 m. de ancho; luego el muro intermedio actúa como aliviadero y el agua vá cayendo al compartimiento de distribución de caudales.

Dimensionamiento y descripción del Compartimiento de Distribución de Caudales.

Es una estructura de concreto armado de 0.80 m. de largo por 0.80 m. de ancho y 1.00 de profundidad. A 0.30 m. del fondo se encuentra el eje de los orificios circulares de \emptyset 8", que se harán en las dos paredes laterales para la Primera Etapa, y en la pared frontal para la segunda Etapa. Inmediatamente a la salida de los orificios, se instalarán reducciones de 8" x 6".

Nota:

Mayores detalles de estas estructuras, pueden apreciarse en los planos correspondientes que forman parte de esta Tesis.

C. Diseño de las tuberías entre la Caja de Distribución de Caudales y cada Sedimentador.

Datos:

Cota de Fondo de la Caja de Distribución de Caudales = 573 m.s.n.m.

Cota de nivel de agua del Sedimentador = 572.20 m.s.n.m.

Diferencia de nivel $= \Delta h = h_f =$ pérdida de carga máxima admisible $= 573 - 572.20 = 0.80$ m.

Longitud = L = 29.40 + 3.00 + 7.35 + 0.50 = 40.25 m.

Pérdida de carga disponible ó pendiente máxima $= S = \frac{h_f}{L} \times 1000 = \frac{0.80}{40.25} \times 1000 = 19.88\%$

Condición de Diseño:

Como esta tubería conducirá en un 80% de su longitud el caudal que ha de pasar por dos sedimentadores y cuatro unidades filtrantes, que en el caso más desfavorable será igual a:

$$Q_{\text{diseño total}} \div 3 = 48.65 \text{ l.p.s.} \div 3 = 16.216 \text{ l.p.s.}$$

entonces el diámetro de la tubería será calculado para este caudal.

Fórmula de Hazen y Williams:

$$d = \left(\frac{Q}{0.0597 S^{0.54}} \right)^{0.38}$$

donde:

d = diámetro en pulgadas

Q = gasto en l.p.s.

S = pendiente en m/km.

Aplicación:

$$d = \left[\frac{16.216}{0.0597 (19.88)^{0.54}} \right]^{0.38} = 4.55''$$

Selección del diámetro:

Seleccionamos un diámetro comercial de 6" para los 32.40 m. de longitud común de tubería para cada par de sedimentadores.

Determinación de la pérdida de carga real en el tramo común:

Con $d = 6''$; $Q = 16.216$ l.p.s.; y $C=140$, aplicados en:

$$S = \left[\frac{Q}{0.0597 d^{2.63}} \right]^{1.85}$$

Tenemos:

$$S = \left[\frac{16.216}{0.0597 (6)^{2.63}} \right]^{1.85} = 5.21\% = 0.00521 \text{ m/m}$$

con:

$$L = 29.40 + 3.00 = 32.40; \text{ y } S = 0.00521 \text{ m/m aplicados en:}$$

$$h_f = S \times L$$

Tenemos:

$$h_f = 32.4 \text{ m} \times 0.00521 \text{ m/m} = 0.17 \text{ m.}$$

Si asumimos un 20% por pérdidas de carga locales tenemos:

$$h_f \text{ total} = 0.17 \times 1.2 = 0.20 \text{ m.}$$

Determinación de la cota piezométrica en el punto de separación de los Ramales para cada Sedimentador.

$C_{\text{piezométrica}}$ = Cota de Fondo de la Caja Distribuidora de Caudales.- pérdida de carga total.

$$C_{\text{piezométrica}} = 573.00 - 0.20 = 572.80$$

Condición de Diseño para la tubería de cada Ramal.

$$h_f = 572.80 - 572.20 = 0.60 \text{ m.}$$

$$L = 7.35 + 0.50 = 7.85 \text{ m.}$$

$$S = \frac{h_f}{L} \times 1000 = \frac{0.60}{7.85} \times 1000 = 76.43\%$$

$$q = \frac{16.216}{2} = 8.108 \text{ l.p.s.}$$

Aplicación:

$$d = \left[\frac{8.108}{0.0597 (76.43)^{0.54}} \right]^{0.38} = 2.66''$$

Selección del Diámetro:

Seleccionaremos un diámetro comercial de 3" para los 7.85 m. de longitud de tubería de cada ramal.

Determinación de la pérdida de carga real en cada Ramal:

Con $d = 3''$; $q = 8.108 \text{ l.p.s.}$ y $C=140$, tenemos:

$$S = \left[\frac{8.108}{0.0597 (3)^{2.63}} \right]^{1.85} = 42.12 \text{ m/km} = 0.004212 \text{ m/m}$$

Para $L = 7.85$ y $S = 0.004212 \text{ m/m}$, tenemos :

$$h_f = 7.85 \text{ m} \times 0.004212 \text{ m/m} = 0.03 \text{ m.}$$

Si asumimos un 20% por pérdidas de carga locales tenemos:

$$h_f \text{ total} = 0.03 \times 1.2 = 0.04 \text{ m.}$$

Determinación de la cota piezométrica en el punto de ingreso al Sedimentador.

$$C_{\text{piezométrica Sedimentador}} = C_{\text{piezométrica inicio ramal}} - \text{pérdida de carga en el ramal}$$

$$C_{\text{piezométrica sedimentador}} = 572.80 - 0.04 = 572.76 > 572.20 \quad \text{O.K.}$$

D. Diseño de los Sedimentadores.

a)- Condiciones de Diseño:

-Período de detención (t) = 2 a 4 horas.

-Carga superficial (R) = 15 a 30 m³/m²/día

b)- Determinación del tamaño de la partícula más pequeña a sedimentar:

En la relación:

$$R = \frac{V_s}{K} \times 864,000$$

Donde:

R = Carga Superficial

V_s = Velocidad de Sedimentación

K = Constante de Sedimentación

Asumiendo:

$$R = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

$$K = 3 \text{ (para Sedimentadores de características "pobres")}$$

Tendremos:

$$V_s = \frac{RK}{864,000} = \frac{20,000 \times 3}{864,000} = 0.069 \text{ cm/seg} = 0.69 \text{ m.m/seg}$$

Velocidad de sedimentación (V_s) para partículas de 0.020 m.m. de diámetro que corresponde a las partículas de arena fina.

c)- Area Superficial requerida:

Como sabemos:

$$A_s = \frac{Q}{R}$$

Donde:

$$Q = Q_{\text{diseño total}} = 48.65 \text{ lps} = 4203.36 \text{ m}^3/\text{día} = 4'203,360 \text{ lt/día} \\ = 0.4865 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$R = \text{carga superficial} = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día} = 20,000 \text{ lt/m}^2/\text{día.}$$

Por lo tanto:

$$A_s = \frac{4203.36 \text{ m}^3/\text{día}}{20 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}} = 210.168 \text{ m}^2$$

Si consideramos 6 sedimentadores, cada uno deberá tener un área:

$$A_{si} = \frac{210.168 \text{ m}^2}{6} = 35.028 \text{ m}^2$$

Y cada uno podrá tratar un caudal:

$$Q_i = \frac{48.65 \text{ l.p.s.}}{6}$$

Por lo tanto:

$$Q_i = 8.108 \text{ lps} = 700.53 \text{ m}^3/\text{día} = 700,530 \text{ lt/día} = 0.008108 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

d)-Dimensionamiento.

Si asumimos que la relación:

$$\frac{\text{largo}}{\text{ancho}} = \frac{\lambda_i}{a_i} = 3$$

Entonces tenemos:

$$As_i = \lambda_i \times a_i = 3a_i \times a_i = 3a_i^2 = 35.028 \text{ m}^2$$

De donde:

$$a_i = \sqrt{\frac{35.028}{3}} = 3.417 \text{ m.}; \quad \lambda_i = 3a_i = 10.251$$

Vamos a asumir:

$$\underline{a_i = 3.45 \text{ m}} \quad ; \quad \underline{\lambda_i = 10.35 \text{ m}}$$

Por lo tanto :

$$As_i = 3.45 \times 10.35 = 35.708 \text{ m}^2$$

Con un período de detención teórico (t) de 2 hrs. (0.083 días), tendremos un volumen de agua tratada por cada sedimentador de:

$$V_i = Q_i \times t$$

$$V_i = 700.53 \text{ m}^3/\text{día} \times 0.083 \text{ días} = 58.144 \text{ m}^3$$

Luego, la profundidad (h) de cada sedimentador será:

$$h_i = \frac{V_i}{As_i} = \frac{58.144}{35.708} = 1.628$$

Vamos a asumir:

$$\underline{h = 1.65 \text{ m.}}$$

En consecuencia, las dimensiones de cada sedimentador serán:

$$\begin{aligned} \text{ancho } (a_i) &= 3.45 \text{ m.} \\ \text{largo } (l_i) &= 10.35 \text{ m.} \\ \text{Profundidad } (h_i) &= 1.65 \text{ m.} \end{aligned}$$

e)- Verificaciones:

-Carga Superficial.

$$R_i = \frac{700.53 \text{ m}^3/\text{día}}{35.708 \text{ m}^2} = 19.62 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

-Período de detención teórico.

$$t_i = \frac{(35.708 \times 1.65) \text{ m}^3}{700.53 \text{ m}^3/\text{día}} = 0.0841 \text{ días} = 2 \text{ horas } 1 \text{ minuto}$$

-Velocidad de sedimentación.

$$V_{s_i} = \frac{19620 \times 3}{864,000} = 0.068 \text{ cm/seg} = 0.68 \text{ m.m/seg.}$$

-Eficiencia.

$$\frac{t}{t_o} = \frac{A s_i V_s}{Q_i}$$

Donde t_o es el tiempo requerido para que la partícula llegue al fondo del tanque; por lo tanto:

$$\frac{t_i}{t_{oi}} = \frac{35.708 \text{ m}^2 \times 0.00068 \text{ m/seg.}}{0.008108 \text{ m}^3/\text{seg.}} = 3$$

$$\frac{t_i}{t_{oi}} = 3, \text{ que corresponde a una eficiencia del } 75\%.$$

-Velocidad Horizontal.

$$V_{hi} = \frac{Q_i}{At_i} = \frac{0.008108 \text{ m}^3/\text{s eg.}}{(3.45 \times 1.65) \text{ m}^2} = 0.00142 \text{ m/seg} = 8.55 \frac{\text{cm}}{\text{min.}}$$

-Carga sobre el vertedero de salida.

$$\frac{Q_i}{a_i} = \frac{700,530 \text{ lt/día}}{3.45 \text{ m.}} = 203,052 \text{ l.p.s./ml/día}$$

Las verificaciones precedentes están de acuerdo con las bases de diseño establecidas en el inciso 7.03.03 de este Capítulo. .02

f)- Construcción Por Etapas.

Primera Etapa.

Se construirán 4 sedimentadores de 3.45 m. x 10.35 m. de sección y 1.65 m. de profundidad. (medidas interiores).

Verificaciones para la Primera Etapa.

-Caudal total a ser tratado:

$$Q_{\text{diseño 1}^{\text{a}}\text{Etapa}} = 29.83 \text{ lps} = 0.02983 \text{ m}^3/\text{seg} = 2577.312 \text{ m}^3/\text{día} = 2'577,312 \text{ lt/día.}$$

-Caudal a ser tratado por cada sedimentador:

$$\frac{Q_{\text{diseño 1}^{\text{a}}\text{Etapa}}}{4} = \frac{29.83 \text{ lps}}{4} = 7.4575 \text{ lps} = 0.00746 \text{ m}^3/\text{seg} = 644.328 \text{ m}^3/\text{día} = 644,328 \text{ lt/día}$$

Entonces para cada sedimentador se cumplirá:

$$\text{-Carga Superficial= } R = \frac{644.328 \text{ m}^3/\text{día}}{35.708 \text{ m}^2} = 18.044 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

-Período de detención teórico.

$$t = \frac{(3.45 \times 10.35 \times 1.65) \text{ m}^3}{644.328 \text{ m}^3/\text{día}} = \frac{58.917 \text{ m}^3}{644.328 \text{ m}^3/\text{día}} = 0.0914 \text{ días}$$

2 horas
12 minutos

-Velocidad de Sedimentación.

$$V_s = \frac{18044 \times 3}{864,000} = 0.063 \text{ cm/seg} = 0.63 \text{ m.m/seg.}$$

-Eficiencia.

$$\frac{t}{t_0} = \frac{35.708 \text{ m}^2 \times 0.00063 \text{ m/seg} \cong 3}{0.00746 \text{ m}^3/\text{seg.}}$$

que corresponde a una eficiencia del 75%.

-Velocidad Horizontal.

$$V_h = \frac{0.00746 \text{ m}^3/\text{seg.}}{(3.45 \times 1.65) \text{ m}^2} = 0.00131 \text{ m/seg} = 7.86 \text{ cm/min.}$$

-Carga sobre el Vertedero de Salida.

$$\frac{644,328 \text{ lt/día}}{3.45 \text{ m.}} = 186,762 \text{ l.p.s./ml/día}$$

Segunda Etapa.

Se construirán dos sedimentadores de $3.45 \times 10.35 \text{ m}^2$ de sección y 1.65 m. de profundidad, cuyo trabajo se sumará al que efectúan los 4 sedimentadores de la Primera Etapa.

Verificaciones para la Segunda Etapa.

Como se encuentran trabajando los 6 sedimentadores, se verifican las mismas condiciones con las cuales se diseño para un $Q_{\text{total}} = 48.65 \text{ l.p.s.}$, y $Q_{\text{sedimentador}} = 48.65 \div 6 = 8.108 \text{ l.p.s.}$

E. Diseño de las Tuberías entre cada Sedimentador y la Bateria de Filtros Lentos.

Datos:

Nivel de agua del sedimentador = 572.20 m.

Nivel de agua del filtro = 571.40 m.

Pérdida de Carga máxima admisible = $h_f = 572.20 - 571.40 = 0.80$ m.

Distancia entre el Sedimentador y cada unidad filtrante = $L = 3.00 + 2.925 + 0.5 = 6.425$ m.

Pérdida de Carga disponible o pendiente máxima = $S = \frac{h_f \times 1000}{L} = \frac{0.80 \times 1000}{6.425} = 124.52\%$

Condición de Diseño:

Como cerca del 50% de la longitud de esta tubería conducirá el caudal total que sale de cada sedimentador (8.108 l.p.s.), entonces éste será el caudal de diseño.

Fórmula de Hazen y Williams:

$$d = \left[\frac{Q}{0.0597 S^{0.54}} \right]^{0.38}$$

Aplicación:

$$d = \left[\frac{8.108}{0.0597 (124.52)^{0.54}} \right]^{0.38} = 2.40''$$

Selección del Diámetro.

Seleccionamos un diámetro comercial de 3" para los 3 metros

de longitud común de tubería para cada batería de dos unidades filtrantes.

Determinación de la pérdida de carga real en el tramo común.

Con: $d = 3''$; $Q = 8.108$ l.p.s. y $C = 140$, aplicado en:

$$S = \left(\frac{Q}{0.0597 d^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Tenemos:

$$S = \left(\frac{8.108}{0.0597(3)^{2.63}} \right)^{1.85} = 42.12 \text{ m/km} = 0.004212 \text{ m/m}$$

Y como $L = 3.00$ m. Tenemos:

$$h_f = S \times L = 0.004212 \text{ m/m} \times 3.00 \text{ m} = 0.013 \text{ m.}$$

Y con 20% de h_f locales tendremos:

$$h_f \text{ total} = 1.2 (0.013) = 0.02 \text{ m.}$$

Determinación de la cota piezométrica en el punto de separación de los ramales para cada unidad filtrante.

$C_{\text{piezométrica}}$ = Nivel de agua del Sedimentador - Pérdida de carga total.

$$C_{\text{piezométrica}} = 572.20 - 0.02 = 572.18 \text{ m.}$$

Condiciones de Diseño para la tubería de cada ramal.

$$h_f = 572.18 - 571.40 = 0.78 \text{ m.} ; \quad \lambda = 3.425 \text{ m.}$$

$$S = \frac{h_f}{L} \times 1000 = \frac{0.78}{3.425} \times 1000 = 227.74 \text{ m/km.}$$

$$q = \frac{8.108}{2} = 4.054 \text{ l.p.s.}$$

Aplicación:

$$d = \left(\frac{4.054}{0.0597 (227.74)^{0.54}} \right)^{0.38} = 1.63''$$

Selección del Diámetro:

En consecuencia se seleccionará un diámetro comercial de 2" para los 3.425 m. de longitud de tubería de cada ramal.

Determinación de la pérdida de carga real en cada ramal.

Con: $d = 2''$; $Q = 4.054$ l.p.s. y $C = 140$, tenemos:

$$S = \left(\frac{4.054}{0.0597 (2)^{2.63}} \right)^{1.85} = 84.4 \text{ m/km} = 0.00844 \text{ m/m.}$$

Para $L = 3.425$ m. y $S = 0.00844$ m/m., tenemos:

$$h_f = S \times L = 0.00844 \text{ m/m} \times 3.425 \text{ m} = 0.029 \text{ m.}$$

Si asumimos un 20% por pérdidas de carga locales tenemos:

$$h_f \text{ total} = 1.2 (0.029) = 0.03 \text{ m.}$$

Determinación de la cota piezométrica en el punto de ingreso a cada unidad filtrante.

$$C_{\text{piezométrica}} = 572.13 - 0.03 = 572.15 > 571.40 \quad \text{O.K.}$$

F. Diseño de los Filtros Lentos.

a)- Condición de Diseño:

La tasa de filtración (T) se tomará entre 3 a 9 m³/m²/día.

b)- Area Superficial requerida:

Para el caudal de diseño total considerado, ($Q=48.65$ l.p.s.), con una tasa de filtración (T) de 6 m³/m²/día,

valor intermedio entre los extremos recomendables de trabajo, será necesaria un área superficial de:

$$A_s = \frac{Q}{T} = \frac{4203.36 \text{ m}^3/\text{día}}{6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}} = 700.56 \text{ m}^2$$

Si se emplean 12 unidades, el área de cada unidad será:

$$A_{s_i} = \frac{A_s}{12} = \frac{700.56}{12} = 58.38 \text{ m}^2$$

c)- Dimensionamiento.

Si asumimos para cada unidad filtrante que la relación : $\frac{l_i}{a_i} = 2$ entonces tenemos:

$$A_{s_i} = l_i \times a_i = 2a_i \times a_i = 2a_i^2 = 58.38 \text{ m}^2$$

de donde:

$$a_i = 5.403 \text{ m} \quad \text{y} \quad l_i = 10.806 \text{ m.}$$

Entonces asumimos:

$$\underline{a_i = 5.40} \quad \underline{l_i = 10.80}$$

Por lo tanto:

$$A_{s_i} = 5.4 \times 10.8 = 58.32 \text{ m}^2$$

d)- Rango de trabajo de cada filtro:

Para el área determinada para cada unidad filtrante con tasas máxima y mínima de 9 y 3 m³/m²/día respectivamente, se tendrá que el rango de trabajo de cada filtro será:

Rango Superior:

$$Q_{\text{Sup}} = A s_i \times T_{\text{max}} = 58.32 \text{ m}^2 \times 9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día} = 524.88 \text{ m}^3/\text{día} = 6.075 \text{ l.p.s.}$$

Rango Inferior:

$$Q_{\text{Inf}} = A s_i \times T_{\text{min}} = 58.32 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día} = 174.96 \text{ m}^3/\text{día} = 2.025 \text{ l.p.s.}$$

Luego, el rango de trabajo recomendado para cada unidad filtrante estará comprendido entre 2.025 l.p.s. y 6.075 l.p.s.

e)- Salida del agua filtrada:

Se diseñará los drenes laterales y el dren principal.

Drenes Laterales.

Los drenes laterales estarán dispuestos a un solo lado del dren principal, dejando un espacio de 0.30 m. libre hasta el extremo del muro opuesto al dren principal; o sea que tendrán una longitud:

$$l = 5.40 - 0.30 = 4.90 \text{ m.}$$

Los drenes de los extremos estarán espaciados 0.60 m. de los muros, y los demás drenes estarán espaciados entre sí 1.20 m. De esta manera tendremos 9 drenes laterales.

El área drenada por cada dren será:

$$A_{di} = 1.20 \times 5.40 = 6.48 \text{ m}^2$$

Si construimos los drenes dándole a la tubería una pendiente de 20% y un diámetro de 2", con $C=140$, podremos drenar hasta 1.9 l.p.s./dren lateral = 164.16 m³/día/dren lateral. En el supuesto de que la unidad filtrante trabaje con una tasa máxima de 9 m³/m²/día, el área drenada por cada dren sería:

$$A_{d_{\text{max}}} = \frac{164.16 \text{ m}^3/\text{día}}{9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}} = 18.24 \text{ m}^2 > 6.48 \text{ m}^2$$

Por lo tanto es conveniente adoptar el diámetro \emptyset 2" para

los drenes laterales, porque además se asegura la no Obturación de la tubería, por las partículas de arena que se puedan acumular.

Las tuberías llevarán 2 perforaciones de Ø 1/4", cada 20 cm., con lo que se tiene 24 orificios a cada lado.

Dren Principal.

El dren principal cumplirá una función recolectora del agua captada por los drenes laterales, o sea que las únicas perforaciones que tendrá la tubería, serán las correspondientes al ingreso de los drenes laterales.

El área drenada por el dren principal de cada unidad filtrante será:

$$A_d = 10.80 \times 5.40 = 58.32 \text{ m}^2$$

Si construimos el dren principal con una pendiente de 20% y utilizamos tubería con C=140, con un diámetro Ø 2", y la unidad filtrante trabaja con una tasa de 9 m³/m²/día, el área drenada por el dren principal sería:

$$A_d = 18.24 \text{ m}^2 < 58.32 \text{ m}^2$$

por lo que debemos probar con un diámetro mayor.

Con S = 20% , C=140 , Ø 3", podremos drenar hasta 5.4 l.p.s.= 466.56 m³/seg.; y si suponemos que T = 9 m³/m²/día, entonces tenemos:

$$A_d = \frac{466.56 \text{ m}^3/\text{seg.}}{9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}} = 51.84 \text{ m}^2 < 58.32 \text{ m}^2$$

Por lo que debemos probar con un diámetro mayor.

Siempre con S = 20%, C=140, Ø 4", podremos drenar hasta 11.5 l.p.s. = 993.6 m³/seg.; y si suponemos que T = 9 m³/m²/día, entonces tenemos que:

$$A_d = \frac{993.6 \text{ m}^3/\text{seg.}}{9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}} = 110.4 \text{ m}^2 > 58.32 \text{ m}^2$$

Por lo que es conveniente adoptar el diámetro de Ø 4" para

el dren principal de cada unidad filtrante.
La longitud del dren principal será de 10.80 metros.

Altura de los Filtros.

Altura de Agua:

Se adopta una altura de 1.00 referida a la superficie inicial del lecho de arena.

Medio Filtrante:

Será una capa de arena de 1.00 m. de espesor de las siguientes características:

- Tamaño efectivo : 0.25 a 0.35 m.m.
- Coeficiente de uniformidad: 2 a 3.

Apoyo del Medio Filtrante:

Estará constituido por 0.50 m. de espesor, de grava clasificada, según se indica a continuación:

- 0.20 m. con material de 3/4" a 2"
- 0.15 m. con material de 3/8" a 3/4"
- 0.15 m. con material de 2 m.m. a 3 m.m.

Altura Libre:

Será de 0.30 m .

Altura Total del Filtro:

$$H = 1.00 + 1.00 + 0.50 + 0.30 = 2.80 \text{ m.}$$

f)- Construcción por Etapas.

Primera Etapa.

Se construirán 4 baterías de 2 unidades filtrantes cada una. Cada unidad filtrante tendrá 10.80 x 5.40 m² de sección y 2.80 m. de profundidad. (medidas interiores).

Verificaciones de la Primera Etapa.

-Caudal total a ser tratado.

$$Q_{\text{diseño 1ª Etapa}} = 29.83 \text{ lps} = 0.02983 \text{ m}^3/\text{seg} = 2577.312 \text{ m}^3/\text{día} = 2'577,312 \text{ lt/día.}$$

-Caudal a ser tratado por cada unidad Filtrante.

$$Q_i = \frac{Q_{\text{diseño 1ª Etapa}}}{8} = \frac{29.83}{8} = 3.72875 \text{ lps} = 0.00373 \text{ m}^3/\text{seg} = \frac{322.164 \text{ m}^3}{\text{día}} = 322,164 \text{ lt/día}$$

-Pasa de trabajo de cada Filtro.

$$T_i = \frac{Q_i}{a_i} = \frac{322.164 \text{ m}^3/\text{día}}{58.32 \text{ m}^2} = 5.52 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

Y como:

$$3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día} \quad 5.52 \quad 9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día} \quad \text{O.K.}$$

Segunda Etapa:

Se construirán 2 baterías de 2 unidades filtrantes cada una. Cada unidad filtrante tendrá $(10.80 \times 5.40) \text{ m}^2$ de sección y 2.80 m. de profundidad, que se unirán al trabajo realizado por sus similares de la primera etapa.

Verificaciones Segunda Etapa:

Como se encuentran trabajando las 12 unidades filtrantes que sirvieran de base para el diseño total con un :

$Q_{\text{total}} = 48.65 \text{ l.p.s.}$ y un $Q_{\text{filtrante}} = 4.054 \text{ l.p.s.}$
se verifican las mismas condiciones de diseño entonces cumplidas.

G. Cámara de Válvulas de los Filtros Lentos.

Adyacente a cada batería de 2 unidades filtrantes, se habrá de construir una Caseta de Válvulas de control ma-

manual, cuyos detalles pueden observarse en el plano correspondiente que forma parte de esta Tesis.

H. Tuberías entre los Filtros Lentos y los Buzones de Reunión.

De acuerdo con los cálculos efectuados anteriormente para tubería de C=140, se necesitará un diámetro de \emptyset 3" en la longitud que se determine al momento de la construcción y que teóricamente es de:

I. Buzones de Reunión.

Tendrán como misión reunir el agua proveniente de cada par de baterías de filtros lentos. Tendrán 1.20 m. de diámetro y 1.20 m. de profundidad. Mayores detalles se observan en el plano correspondiente que forma parte de esta Tesis.

J. Tuberías entre los Buzones de Reunión y el Buzón Dosador.

De acuerdo con los cálculos efectuados anteriormente para tubería de C=140, se necesitará un diámetro de: \emptyset 3" en la longitud que se determine al momento de la construcción y que teóricamente es de:

k).- Buzón Dosador de Cloro.

En el año de 1968 el Ing. Carlos Ruiz Altuna, que fuera en vida ilustre Maestro Universitario de la Facultad primero, y luego, del Programa de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de Ingeniería, y cuyo nombre honra a la Promoción de estudiantes egresada en 1979 de dicho Programa, a la cual pertenece el autor de esta Tesis; diseñó un nuevo dispositivo clorador del agua, al cual confirió el nombre de Hipoclorador de flujo-difusión automático. Entonces el Ing. Ruiz Altuna trabajaba como Consultor del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería Sanitaria de la UNI y realizó una amplia labor de investigación utilizando los recursos suministrados por la propia Facultad; por la United States Agency for International Development (AID) a través de la Universidad de Carolina del Norte (EE. UU.); y por el Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria del Servicio Especial de Salud Pública, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-Perú.

Vamos a desarrollar sucintamente el diseño original del Ing. Ruiz Altuna:

1.- Desinfección del Agua.

Es necesario insistir sobre la necesidad de la cloración del agua como etapa final del tratamiento, para garantizar la calidad bacteriológica de la misma, constituyendo en el presente un procedimiento generalizado indiscutido.

La aplicación del cloro se hace de dos maneras: como gas licuado o por dosificación de soluciones cloradas, tales como el hipoclorito de calcio y la cal clorada. En el primer caso se emplean aparatos denominados cloradores; y en el segundo, hipocloradores ó dosadores.

El uso de una u otra forma depende de la capacidad del objeto de la instalación, si es para agua potable, para desinfección, control de olor ó para piscinas o desagües; si es a descarga libre ó para inyectarlo a conductos de presión.

2.- Hipocloradores.

Los hipocloradores constan fundamentalmente de uno ó más

tanques para preparar las soluciones de hipoclorito y del dispositivo dosificador por el cual se entrega una cantidad de solución constante ó proporcional al agua a ser tratada. Los hipocloradores con dispositivos motrices, utilizan energía eléctrica o hidráulica para accionar una bomba de émbolo o de diafragma, la que inyecta la solución al sistema de agua.

Los dosificadores más sencillos son los de descarga libre y utilizan el principio de salida por orificio a carga constante. Estos últimos se emplean en pequeños abastecimientos de agua potable.

3.- Dosificadores.

Los dosadores de flujo constante de descarga por orificio, se sitúan a un nivel superior al punto de aplicación y el lugar más indicado es el Reservorio de Regulación o el manantial.

La instalación y el equipo es más o menos el siguiente:

a)- Una caseta a nivel superior al de rebose del Reservorio de Regulación, de unos 4 m².

b)- Dos tanques resistentes a la acción química del cloro: uno para preparar la solución de hipoclorito y otro para el dosificador.

c)- Un dosificador de la solución.

d)- Un punto de agua y otro de desagüe dentro de la caseta.

Las operaciones de la dosificación son las siguientes:

a)- Preparación de la solución de hipoclorito de calcio.

b)- Decantación de la solución al tanque de dosificación.

c)- Inspección y colocación del aparato dosificador.

En abastecimiento de agua potable del medio rural, a gravedad, no se dispone de una persona que vigile la permanente desinfección, dando lugar a la discontinuidad de esta opera-

ción; por otra parte, el dispositivo dosificador tiene tendencia a obstruirse por la carbonatación y por la reducida sección del orificio de descarga, ocasionando la irregularidad del gasto o su interrupción. Debe reconocerse que estos dosificadores, requieren de una inspección periódica constante y que por lo general se deja de clorar el agua reduciendo el factor seguridad.

4.- Dosador de Flujo-Difusión Automático.

Compenetrados de los inconvenientes ya señalados, se resolvió estudiar por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería Sanitaria de Lima-Perú, el dosador descrito en la revista de Ingeniería Sanitaria AIDIS, N° 3, Año (Vol) 14, de Enero de 1961.

La investigación se inició en el mes de Febrero del presente año, habiéndose llegado a diseñar, después de una persistente labor, un dispositivo completamente diferente al que aparece en la revista antes citada y diferente también a todos los dosadores conocidos.

El dosador experimentado es una pequeña unidad de 200 grs. de capacidad de hipoclorito, con una cantidad total de cloro utilizable de 40 gms. y una duración del dosaje de 25 días.

Este dosador elimina las soluciones de hipoclorito, el dispositivo dosador de goteo, los tanques de dosificación, la caseta de cloración y es posible aplicarlo a líneas de presión o de bombeo. La etapa de experimentación en el laboratorio se considera satisfactoria y concluida y ahora se experimenta una unidad práctica de 700 grs. de capacidad para usar hipoclorito de fabricación nacional. Sobreentendido está, que se pueden acoplar varias unidades, según se requiera, a fin de obtener el dosaje de cloro necesario y que la capacidad de cada unidad puede ser aumentada.

5.- Primeras investigaciones.

El tema sobre un nuevo dosador de cloro del autor M. Zdravkov del Instituto de Investigación Científica en Saneamiento e Higiene de Sofía, Bulgaria, fué traducido por el

consultor OMS, Ing. Moitta, y publicado en la revista AIDIS de 1961, siendo fundamental en dicho dosador, lo siguiente: Un recipiente cilíndrico de arcilla porosa con su respectiva tapa de jebe, se llena con hipoclorito en polvo seco ó humedecido y se introduce dentro del reservorio de regulación o en la captación del manantial. A través de la pared porosa del recipiente con hipoclorito, se debe establecer un intercambio iónico por difusión dependiendo de la cantidad de cloro del compuesto, de la porosidad y del área mojada. Las observaciones se iniciaron con dos ladrillos de cerámica de tres huecos del tipo de techo aligerado, de dimensiones nominales de 30 x 25 x 12 cm. a los que se cortó el material que formaban los huecos extremos, dejando un ladrillo hueco de sección rectangular, con dos extremos abiertos. Las características promedio de estos ladrillos fueron:

Peso seco	:	1,800 grs.
Peso mojado	:	1,990 grs.
Perímetro interior	:	32.4 cms.
Altura	:	25.2 cms.
Area interior	.	826.2 cm ² .
Peso específico	:	1.6
Porosidad	:	17%

Los dos extremos abiertos se cerraron con dos planchas metálicas, con pasadores asfaltados y empaquetaduras de jebe. Se usó hipoclorito del 20% con impurezas de cal libre y carbonatos. Después de cargar el ladrillo N°1, con 2-1/4 kg. de hipoclorito seco y tenerlo sumergido en agua durante ocho días seguidos, se comprobó que la entrega de cloro era casi nula. Se destapó el ladrillo y con el mismo hipoclorito al que se agregó agua hasta obtener la consistencia de pintura espesa, se volvió a cargar este mismo ladrillo notándose que después de un día ya entregaba cloro. Las primeras determinaciones de cloro se hicieron por el método de la ortotolidina, cada 1/2 hora o cada hora para hallar la curva de dosaje. Después de tres días de estar el ladrillo o dosador en agua, se estaba obteniendo de 50 a 80 miligramos de cloro por hora y 125 miligramos por hora al cuarto día, decreciendo bruscamente a 30 mg/hora al quinto día y a 2-1/2 mg/hora al décimo tercer día.

La observación del ladrillo dosador demostró la existencia de finísimas agujas capilares de unos 3 milímetros de largo en sus caras inferior y laterales, constituídas por sales calcáreas que al salir por los poros del ladrillo se solidificaban y cristalizaban disminuyendo la porosidad; pero también se había producido la salida de la solución concentrada de hipoclorito y la desecación de la pasta interior.

Siendo la causa de la disminución de la porosidad, la presencia de carbonato de calcio incrustado en los poros y habiéndose producido la desecación de la pasta de hipoclorito, se creyó conveniente precipitar totalmente el calcio con carbonato de sodio, según la siguiente reacción:



Con este fin se mezcló carbonato de sodio e hipoclorito de calcio en un tubo de plástico y se colocó éste dentro del ladrillo poroso N°2, el cual fué llenado con agua y cerrado. Al producirse la reacción química se precipitó el carbonato de calcio y el hipoclorito de sodio líquido así formado, debió salir a través de las paredes porosas del ladrillo de cerámica. Este experimento no dió el resultado esperado y aún después de varios días, la cantidad de cloro entregada fué insignificante, a pesar de haberse producido las reacciones tal como se había previsto, razón por la cual se abandonó este experimento.

Volviendo al ladrillo N°1, que como se dijo anteriormente, había perdido su entrega de cloro, se abrió y se restituyó la humedad al hipoclorito, y después de cerrado se puso nuevamente en observación, registrándose la entrega de 35 mg/hr. para disminuir nuevamente y presentar las mismas incrustaciones calcáreas. Después de repetidas pruebas se llegó a la conclusión de que la curva de dosaje del dosador de cerámica era muy irregular y no era utilizable para cloración del agua potable.

6.- Nuevo Dosador de Flujo-Difusión Automático.

Los resultados de las experiencias anteriores, porsupuesto no esperados, produjeron cierto desconcierto y se intentó

dirigir una comunicación al autor a Sofía, Bulgaria, para solicitarle mayor información técnica; mientras tanto, estimulados por la expectativa puesta en estos experimentos y por la observación de que la difusión del hipoclorito de calcio es irregular a través de un medio poroso de cerámica, y que por lo tanto podría usarse otro material, se inició con mayor ahinco la investigación de un dosador cuya curva continua de dosaje, fuera utilizable por su regularidad y por su duración.

Después de varios meses de laboriosa investigación, se ha logrado diseñar un dosador de plástico que utiliza hipoclorito de calcio de fabricación nacional del 25%. La investigación de laboratorio se ha dado por concluida y es necesario llevar la experimentación al campo de la cloración de pequeños abastecimientos de agua potable, debiendo hacerse determinaciones diarias de cloro en puntos convenientemente elegidos.

La unidad de cloración está constituida por un recipiente circular de altura constante de diferentes diámetros, con el fondo perforado cubierto por malla de plástico (análoga a la malla metálica mosquitero) para retener inicialmente la carga de hipoclorito. En el centro lleva un tubo que permite el flujo de la solución concentrada de hipoclorito y el paso de una varilla que sirva 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, excepto la extrema final que lleva una tapa perforada. La pared circular de cada unidad de cloración, lleva un manguito incorporado para la unión de las unidades entre sí, con sus respectivas perforaciones para el fenómeno de difusión y la salida de aire cuando el conjunto es sumergido en el agua. El hipoclorador se denomina de flujo, porque evidentemente existe el flujo vertical de la solución concentrada de hipoclorito que se forma al sumergir el dosador de agua, por razón de su mayor densidad y es también de difusión porque la superficie libre del hipoclorito en el mismo dosador, difunde la sustancia hacia el medio acuoso que lo rodea.

La altura de 3 cms. de la sustancia de hipoclorito en el dosador es experimental, pues se había observado que en el fe-

tura de 3 cms. únicamente y se van colocando estas unidades unas sobre otras en columna y finalmente se arma la varilla central que hace de pasador y las enlaza. A esta varilla se ata una cuerda nylon y queda listo para colocarlo dentro del tanque de agua potable en la que será sumergido muy lentamente a fin de facilitar la salida del aire y evitar la remoción del hipoclorito recientemente colocado. El hipoclorador de flujo-difusión automático, empezará a entregar cloro inmediatamente según las ecuaciones 1) y 2), durante unos 25 días hasta el casi agotamiento del hipoclorito contenido en el dosador. Para reactivarlo, se procede a desmontar las unidades de cloración, limpiándolas del residuo inactivo de hidróxido y carbonato de calcio y cargarlas nuevamente con la pasta de hipoclorito tal como se indicó al comenzar este párrafo.

8.- Ecuación del Hipoclorador.

Los hipocloradores experimentados en el laboratorio tienen un diámetro de 4", con una sección horizontal de 90 cm², 3 cms. de altura útil y una área perforada en el fondo del 8% y 16% con una capacidad de 200 grs. de hipoclorito. En el gráfico N°2 se han colocado los resultados de los experimentos más representativos, empleando hipoclorito de la misma concentración. Los análisis de cloro se hicieron diariamente por el método yodimétrico. En la investigación del dispositivo dosador se tuvo en cuenta, que la velocidad con que una sustancia se disuelve, es proporcional a la sustancia remanente no disuelta, y a la diferencia entre la concentración de saturación y la concentración de la solución en el instante considerado. Se trató de hallar un dosador cuya curva de dosaje fuera continua respecto al tiempo y de tal manera que este tiempo fuera razonablemente grande. Siendo la concentración de la solución muy pequeña (agua potable con cloro, de 0.5 a 2.0 p.p.m.), debe admitirse que la diferencia entre la concentración de saturación y la concentración en el agua potable, es una constante y por lo tanto, la solubilidad dependerá principalmente de la cantidad inicial de la sustancia hipoclorito (cloro) y de la cantidad remanente de ésta en cualquier tiempo.

Esto se expresa mediante la ecuación diferencial:

$$v = \frac{dv}{dt} = k (H - y) \dots\dots\dots (1)$$

en la que:

H = cantidad total de cloro (Cl₂) utilizable en gramos, existente en el hipoclorito. Se encontró: 40 - 41 gramos de cloro.

y = cantidad entregada de cloro acumulado en gramos, en cualquier tiempo t.

k = constante

t = tiempo en días

Integrando la ecuación (1) :

$$y = H (1 - e^{-kt}) = H (1 - 10^{-k^1 t}) \dots\dots\dots (2)$$

Con los dosadores de 4" de 8% y 16% de área perforada, se han realizado tres experiencias con cada uno de ellos, habiéndose encontrado los siguientes valores de las constantes:

Con 8%

Con 16%

k = 0.062

k = 0.081

k¹ = 0.027

k¹ = 0.035

En el gráfico N°2 se han dibujado las curvas más probables según la ecuación (2) con las constantes k¹ y representan la cantidad de cloro acumulado en gramos, en el tiempo t en días; también aparecen las curvas según la ecuación (1) con las constantes k y representan la variación de la dosificación en gramos por día.

De las ecuaciones (1) y (2) se deduce:

a)- A mayor área perforada del fondo, mayor cantidad de hipoclorito disuelto y menor duración de la entrega de cloro por el dosador.

b)- Con menor área del fondo se obtiene una mejor curva de dosaje de cloro por día, y mayor duración de la entrega de cloro.

c)- Se recomienda una área de fondo perforado entre el 5% y el 8%. Con este último porcentaje la variación de la dosificación entre el primer día a l vigésimo quinto, es de 4 a 1, para un hipoclorito del 20.5% de cloro.

Es necesario tener en cuenta el efecto del reservorio cuando la cloración se hace en éste, por cuanto la mezcla del hipoclorito con el agua, tiene que hacerse por difusión, por las variaciones de nivel y por las corrientes dentro de él.

9.- Conclusiones.

1.- En pequeños abastecimientos de agua potable no es posible por razones económicas, hacer la cloración permanente y controlada con los dosadores existentes.

2.- Los dosadores de difusión contruidos con recipientes de cerámica del 17% de porosidad, no han dado los resultados esperados según nuestras experiencias.

3.- El funcionamiento del hipoclorador denominado de flujo-difusión, se debe principalmente a la disolución controlada en el tiempo y en menor proporción a la difusión.

4.- Se ha desarrollado un HIPOCLORADOR DE FLUJO-DIFUSION AUTOMATICO, en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería Sanitaria de Lima, cuyas características de dosaje y de tiempo, constituyen una solución al problema de la cloración de agua en los abastecimientos pequeños.

5.- Las observaciones de laboratorio se han hecho con rigurosidad y después de interpretar y evaluar los resulta-

dos, se recomienda el uso del dosador como un método realmente práctico.

6.- Se ha planteado la teoría del nuevo dosador de cloro y se presenta un proyecto de hipoclorador; sin embargo, el aparato dosador práctico está en pleno desarrollo.

10. Reconocimiento.

Esta labor de investigación se ha realizado utilizando los recursos suministrados por las siguientes entidades, a las que se agradece por su valiosa ayuda:

-Facultad de Ingeniería Sanitaria, de la Universidad Nacional de Ingeniería, de Lima-Perú.

-United States Agency for International Development (AID) a través de la Universidad de Carolina del Norte.

-Programa Nacional de Ingeniería Sanitaria del Servicio Especial de Salud Pública, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social - Perú.

TRABAJO DE CAMPO

Como complemento de las pruebas realizadas en el Laboratorio, se incluye un informe del Plan Nacional de Agua Potable Rural, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social sobre la experimentación del hipoclorador de flujo-difusión automático en la localidad de San Bartolomé - Lima, en el año de 1967.

Informe:

Tengo a bien informar a Ud. el resultado de la experimentación del hipoclorador de flujo-difusión automático; Dicha experimentación se llevó a cabo en la localidad de San Bartolomé.

1.- Características del Reservorio.

El reservorio donde se instaló tiene 7 x 7 x 3 de tirante que dá una capacidad de 147 m³. La tubería de entrada es de fierro galvanizado de 4", sin ninguna válvula por lo que tuvo que ser graduado desde la captación para lograr un gasto de 1.5 lts/seg. requerido por el experimento.

2. -Características de los Dosadores usados.

Se dispuso de tres dosadores de 8" de diámetro con 8% de área perforada, dos de ellos con 5 unidades de cloración y el tercero con 3.

3.- Preparación de la Pasta.

Se utilizó 11.50 kg. de alcablanc, de los cuales se eliminó 2.150. Sólo se utilizó 9.350 kg. de alcablanc con 14.1 % de cloro efectivo que dió 1.318 kg. de cloro disponible. Se utilizó un depósito aproximadamente de 10 lts. de capacidad, en el que se preparó dos veces. Se tuvo la precaución de colar el hipoclorito para eliminar los gránulos y terrones que no se disgregan. Se utilizó la misma malla para este efecto.

La relación en que se utilizó el agua fué de 75% por peso de hipoclorito a través de los agujeros de la unidad de abajo. Pero se estima que estas fugas iniciales no tienen mayor importancia. El precio de la alcablanc es de \$/ 8.10/kg.

4.- Instalación de los dosadores.

A fin de que no haya turbulencia que pueda lavar el hipoclorito, y por otra parte, a fin de que el experimento sea representativo para el tipo de abastecimientos del P.N.A.P.R. se ha instalado los dosadores a una distancia de 4 m. de la tubería de entrada y a 5 m. aproximadamente, de la canastilla de succión. Los dosadores con 5 unidades de cloración se colocaron a 15 cm. encima de la canastilla y el de 3 unidades inmediatamente encima de las otras dos.

5.- Determinación de concentraciones .

Se utilizó para tal efecto el equipo portátil LAB MED existente en la oficina del SESP, que tiene un sistema colotimétrico a base de muestras coloreadas en una solución de ortotolidina.

Se ha hecho determinaciones en el reservorio y en tres piletas cuyas características son las siguientes:

- Reservorio : Se determinó encima de la canastilla de toma.
- Pileta N°1 : A 240 m. del reservorio aproximadamente (Pileta más cercana).
- Pileta N°2 : A 370 m. del reservorio aproximadamente (Pileta más alejada).
- Pileta N°3 : A 290 m. del reservorio aproximadamente (Pileta instalada en la Plaza).

El Cuadro de Concentraciones Determinadas se adjunta.

NOTA.- La instalación inicial de los hipocloradores tuvo que ser interrumpida por dos razones:

1.- En la preparación de la pasta no se practicó debidamente la disgregación del alcablanc, razón a la cual se atribuye gran fuga de grumos que inicialmente invadieron todo el reservorio.

2.- Hubo irregularidades en las lecturas de las concentraciones mediante el laboratorio portátil, debido probablemente a lecturas bajo acción directa de los rayos del sol.

Se procedió a la extracción de los dosadores, y vaciado del reservorio.

En la segunda prueba se tomó la precaución de colar el hipoclorito y colocar en la parte superior la misma malla plás-

tica que se utiliza en la base. También se practicó las determinaciones de concentración en un lugar apropiado.

Resultados:

1)- Valores mínimos de la concentración (p.p.m.):

	<u>DIA 14</u>	<u>DIA 15</u>
Reservorio	0.09	0.048
Pileta N°1	0.06	0.025
Pileta N°2	0.03	0.025
Pileta N°3	0.06	0.048

2.- Los máximos valores fueron:

	<u>DIA</u>	<u>CONCENTR.</u>
Reservorio	3	1.6
Pileta N°1	5	0.6
Pileta N°2	3	1
Pileta N°3	3	1

3)- Teniendo en cuenta que la mínima concentración aceptable es de 0.05 p.p.m., se ha obtenido una duración útil de 15 días en las condiciones expuestas.

4)- Se adjunta una Tabla y una curva que relaciona el número de horas y de días contra grs. de cloro acumulados, lo que dá 1,359 grs. de cloro entregados al fin del experimento, lo que es bastante similar a los 1,318 grs. de cloro disponible que se obtiene de los 9,350 kg. de alcablanc con 14.12.

Conclusión.

La duración efectiva del dosador de flujo-difusión automático hallada en la experiencia es de 15 días.

En realidad, inicialmente no se contó con el porcentaje excesivamente bajo (14.15) de cloro disponible que tenía el

nómeno de flujo-difusión se formaba una capa de unos 15 milímetros en la cara libre superior, y más o menos lo mismo en la cara inferior del fondo, de naturaleza calcárea impermeable, que impedía la extracción del hipoclorito que quedaba entre estas dos capas.

El área perforada del fondo guarda relación con la duración de la dosificación de 30 días, habiéndose utilizado áreas perforadas del 8% al 16% de la sección horizontal del dosador.

La amplitud del período de dosificación depende del área perforada, pero no es directamente proporcional a ésta y la cantidad de cloro entregada diariamente depende de la capacidad de cada unidad de cloración.

El diámetro del hipoclorador depende de la capacidad del abastecimiento a clorar. El hipoclorador experimental de laboratorio de 4", tenía un rendimiento de 13 miligramos de cloro por centímetro cuadrado de área de fondo y por día promedio.

El hipoclorador de flujo-difusión, ha sido diseñado para pequeños abastecimientos de agua potable a gravedad. El punto de aplicación del cloro puede estar en la captación del manantial o en el reservorio, u otro punto que se deduce de las características del hipoclorador. En el gráfico N°3 se han calculado las necesidades de hipoclorito según su porcentaje y las unidades de cloración según el diámetro.

Próximamente se iniciará la experimentación de estos hipocloradores, en más de cien pequeños abastecimientos de agua potable del Plan Nacional de Agua Potable Rural del Servicio Especial de Salud Pública del Perú, y los resultados se podrán comunicar desde el próximo año a quienes lo soliciten, bien a la entidad indicada o bien dirigiéndose al Centro de Investigaciones.

7.- Carga y Recarga del Dosador.

Para cargar las unidades de cloración se procede a la preparación de una pasta de hipoclorito de calcio comercial con el 75% de agua en peso. Es recomendable disgregar los terrones de hipoclorito en seco y mezclar íntimamente con el agua. Cada unidad es llenada con esta pasta hasta una al-

producto utilizado, porcentaje que recién se determinó cuando ya la experiencia estaba en la plenitud de su desarrollo.

Se concluye pues, que las concentraciones entregadas estaban dentro del rango aceptable, y que si se tratase de un producto con mayor porcentaje, el tiempo de duración aumente también, por lo que es recomendable repetir el experimento con un producto de mayor porcentaje de cloro disponible.

Concentración en p.p.m.

DIA	HORA	RESER- VORIO	PILETA Nº1	PILETA Nº2	PILETA Nº3
6.6.67	3 .00 p.m.	0.45			
7.6.67	10.00 a.m.	0.9	.0	0.28	0.9
8.6.67	10.15 a.m.	1.3	1.0	1.00	1.03
9.6.67	10.30 a.m.	1.6	0.4	1.00	1.05
10.6.67	9.30 a.m.	1.3	0.54	1.00	1.05
11.6.67	11.00 a.m.	0.9	0.675	0.95	0.88
12.6.67	10.00 a.m.	0.88	0.08	0.5	0.42
13.6.67	10.00 a.m.	0.7	0.34	0.5	0.66.
14.6.67	9.30 a.m.	0.62	0.07	0.32	0.53
15.6.67	10.15 a.m.	0.48	0.39	0.26	0.28
16.6.67	9.45 a.m.	0.36	0.28	0.2	0.31
17.6.67	9.00 a.m.	0.25	0.22	0.11	0.2
18.6.67	1.00 p.m.	0.2	0.16	0.17	0.17
19.6.67	11.15 a.m.	0.13	0.09	0.05	0.11
20.6.67	9.45 a.m.	0.09	0.06	0.03	0.06
21.6.67	10.15 a.m.	0.048	0.025	0.025	0.048
22.6.67	9.00 a.m.	0.016	0.016	.0	.0

	TIEMPO ACUMULADO HORAS	GRAMOS ACUMULADOS
1	2.00	5.2
2	10.50	71.30
3	31.12	222.9
4	55.37	427.5
5	79.00	619.6
6	103.25	781.1
7	127.50	899.0
8	151.00	1008.2
9	174.75	1097.6
10	198.87	1176.0
11	223.00	1232.8
12	246.37	1273.7
13	272.00	1310.0
14	297.12	1331.1
15	319.50	1345.4
16	343.00	1355.1
17	366.62	1359.3

Aplicación:

Para el caso concreto del Sistema de Agua Potable de Pichanaki se instalará inicialmente 2 hipocloradores del tipo flujo-difusión en el buzón dosador que se construirá a la salida de la Nueva Planta de Tratamiento de Agua, según se puede apreciar en el plano correspondiente que forma parte de esta Tesis.

7.03.14 Reservorio de Regulación.

7.03.14

.01 Introducción.

Para garantizar el buen servicio de un abastecimiento de agua, es necesario un almacenamiento económico, a fin de disponer de este volumen cuando las necesidades lo requieran.

El almacenamiento es fundamental en cualquier sistema de agua y vá adquiriendo mayor importancia de acuerdo al desarrollo, la ampliación de las zonas de servicio y otros usos que elevan la demanda del agua.

Se almacena agua por las siguientes razones:

1)- Para regular el rendimiento de las bombas durante el día (Diseño por Bombeo).

2)- Para equilibrar el suministro y la demanda en los períodos prolongados de consumo.

3)- Para proporcionar agua en necesidades urgentes como son: extinción de incendios ó averías accidentales. En el caso de Pichanaki, este Proyecto de Tesis ha desestimado la primera razón por no utilizar sistema de bombeo aunque ha considerado válidas las dos últimas, por ajustarse a la realidad.

7.03.14

.02 Tipos de Reservorio.

Se puede dividir de la siguiente manera:

A. Según su ubicación respecto de la Red:

Puede ser de cabecera o flotante.

a)- De Cabecera: Cuando la Línea de Conducción y/o Impulsión abastece directamente al Reservorio.

b)- Flotante : Cuando almacena agua en las zonas de menor consumo para abastecer en las horas de mayor consumo. Aquí la Línea de Conducción y/o Impulsión, abastece directamente a la Red, y el agua no consumida por la Red, recién pasa al Reservorio.

B. Según su ubicación en el Terreno:

Puede ser enterrado, semienterrado, apoyado, e-levado.

C. Según el material empleado:

Concreto, metálico, de madera, etc.

En el caso de Pichanaki, este Proyecto de Tesis ha consi-derado conveniente usar dos reservorios de regulación de cabecera, de forma cilíndrica, contruidos con material de concreto armado y apoyado en el terreno, aparte del Re-servorio existente que tiene las mismas características y sirve al Sistema actual de abastecimiento.

Se ha preferido que sean de cabecera y no flotantes, por-que de acuerdo con la información proporcionada tanto por la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Sa-lud, como por la Dirección Gral. de Obras Sanitarias del Ministerio de Vivienda y Construcción, en la práctica se ha demostrado que los reservorios flotantes no llegan a cumplir su función, porque generalmente la Red no llega a generar el suficiente almacenamiento de agua en las horas de menor consumo, sea porque éste no es tan pequeño como se supuso, o porque existen desperdicios y fugas. Más bien el Reservorio de cabecera sí tiene una aplicación ge-neralizada y exitosa, tanto en el medio rural como urbano. En nuestro caso no existe razón alguna para que el Reser-vorio no sea apoyado sobre el terreno, siendo ésta la ubi-cación más sencilla para construir.

El material seleccionado es de concreto armado, por reunir buenas condiciones estructurales y ser de fácil obtención en el mercado, y de construcción simple y duradera.

La forma escogida es cilíndrica por razones de carácter estructural, y de funcionamiento hidráulico.

7.0₁.04
.03 Determinación del Volúmen del Reservorio.

Para determinar la capacidad del Reservorio, se tendrá que calcular los siguientes volúmenes:

- 1)- Volúmen para compensar las variaciones horarias.
- 2)- Volúmen para casos de incendio.

Analizaremos detenidamente cada uno de ellos:

1)- Volúmen para compensar las Variaciones Horarias. (V_r)

Vamos a tomar en cuenta los datos obtenidos en la Oficina del Ministerio de Vivienda y Construcción del distrito de La Merced por el autor de esta Tesis, referidos al consumo horario de agua potable de la población de dicho distrito. Se ha realizado un estudio de variaciones de consumo horario medidas en el Reservorio de Regulación de La Merced, cuyos resultados se presentan en el Cuadro adjunto y que pueden servir para nuestro Proyecto de Tesis por poseer características parecidas de costumbres, clima, vivienda, etc.

A base de dicho Cuadro, se determinará el volúmen por el método cualitativo y por el método gráfico.

A. Método Cualitativo.

Del Cuadro se obtuvo la sumatoria de los valores absolutos de la diferencia positiva igual a la negativa, igual a 500.

Por lo tanto tendremos lo siguiente:

$$\text{Demanda de agua máxima diaria} = \text{Dotación} \times \text{Población de Diseño} \times K_1$$

Pensando en construir dos reservorios, uno para cada etapa, el Reservorio para la 1ra. Etapa deberá considerar la población de Diseño para el año 1990, la cual es:

12570

Como la dotación establecida en el Capítulo V de esta Tesis es de 200 lt/hab/día y el coeficiente de variación diaria K_1 es igual a 1.3, entonces obtendremos lo siguiente:

Cuadro de Consumos del Distrito de La Merced (20 Set. 1980)

Etapa	% de Variación de Consumo	% Acumulado del Consumo	% de Abasteci- miento	Diferen- cias	% Acumulado
0-1	30	30	100	70	70
1-2	30	60	100	70	140
2-3	30	90	100	70	210
3-4	40	130	100	60	270
4-5	40	170	100	60	330
5-6	65	235	100	35	365
6-7	90	325	100	10	375
7-8	130	455	100	-30	345
8-9	130	585	100	-30	315
9-10	115	700	100	-15	300
10-11	120	820	100	-20	280
11-12	130	950	100	-30	250
12-13	140	1090	100	-40	210
13-14	140	1230	100	-40	170
14-15	160	1390	100	-60	110
15-16	180	1570	100	-80	30
16-17	135	1705	100	-35	-5
17-18	130	1835	100	-30	-35
18-19	130	1965	100	-30	-65
19-20	130	2095	100	-30	-95
20-21	130	2225	100	-30	-95
21-22	90	2315	100	10	-115
22-23	55	2370	100	45	-70
23-24	30	2400	100	70	0
	2400			+500-500	

Demanda de agua máxima diaria:

$$200 \text{ lt/hab/día} \times 12570 \text{ hab.} \times 1.3$$

Demanda de agua máxima diaria:

$$3'268,200 \text{ lt/día} = \underline{3268 \text{ m}^3/\text{día}}$$

Por otra parte:

Volúmen de Regulación:

Demanda de agua máx. diaria x % calculado Σ diferencias
% total producción diaria

Volúmen de Regulación:

$$\frac{3268 \text{ m}^3/\text{día} \times 500}{2400} = 680 \text{ m}^3/\text{día}$$

Como se regula para un día de consumo:

$$\underline{V_r = 680 \text{ m}^3/\text{día} \times 1 \text{ día} = 680 \text{ m}^3}$$

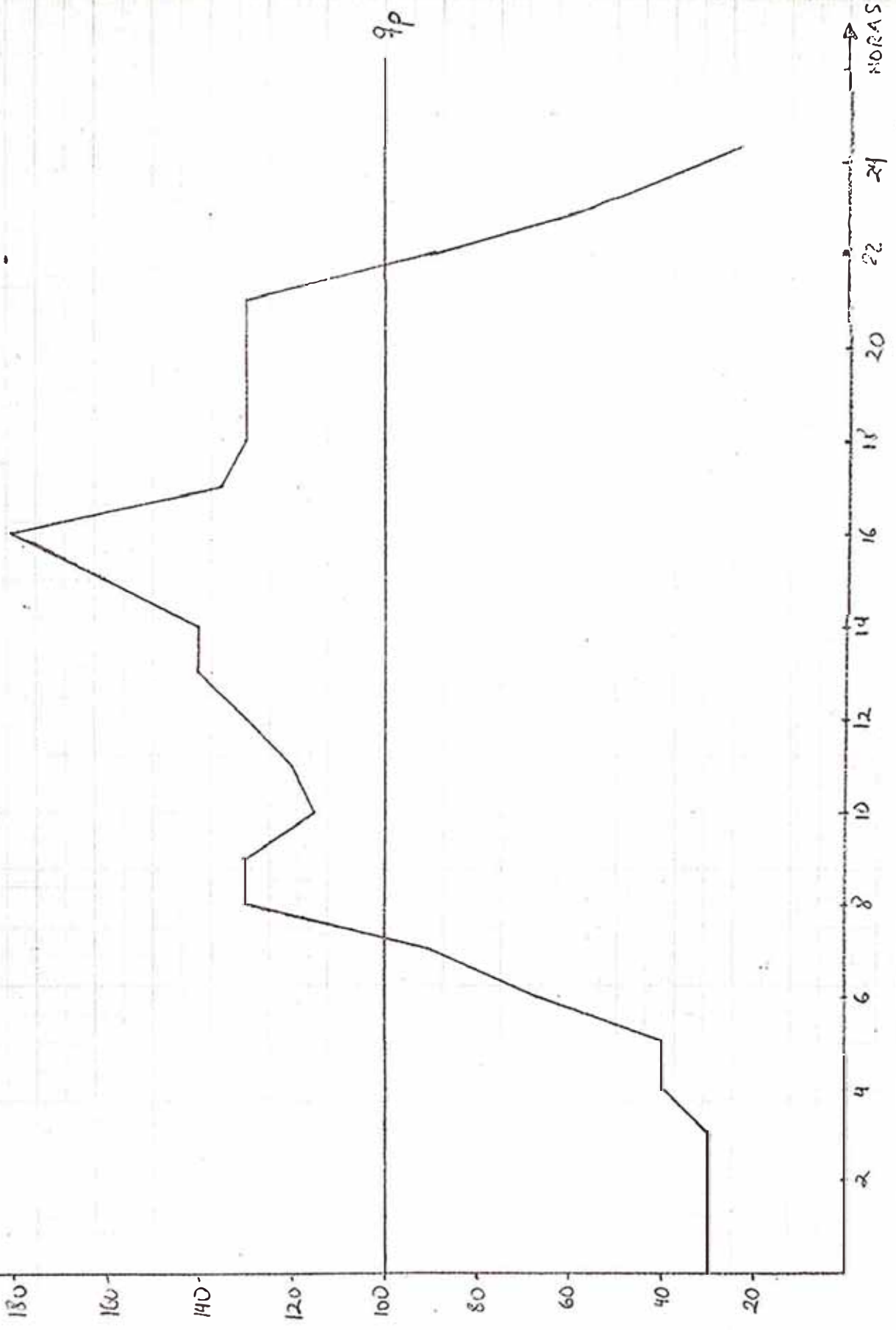
B. Método Gráfico.

El cálculo del volúmen se hará en base del % acumulado de consumo en el eje de ordenadas y las horas en el eje de las abcisas, que dá como resultado una curva de las variaciones de consumo.

Para determinar un buen servicio y almacenamiento económico, necesitamos que el consumo del día sea igual a la producción acumulada durante el mismo período, por consiguiente, la curva de producción se obtendrá uniendo los puntos extremos de la curva de consumo, siendo la curva de producción constante, una línea recta; de esta forma se construye la curva Diagrama-Masa.

Observando el Diagrama vemos que la pendiente de la curva de producción es mayor que la de consumo, hasta llegar al

CONSUMO
HORARIO

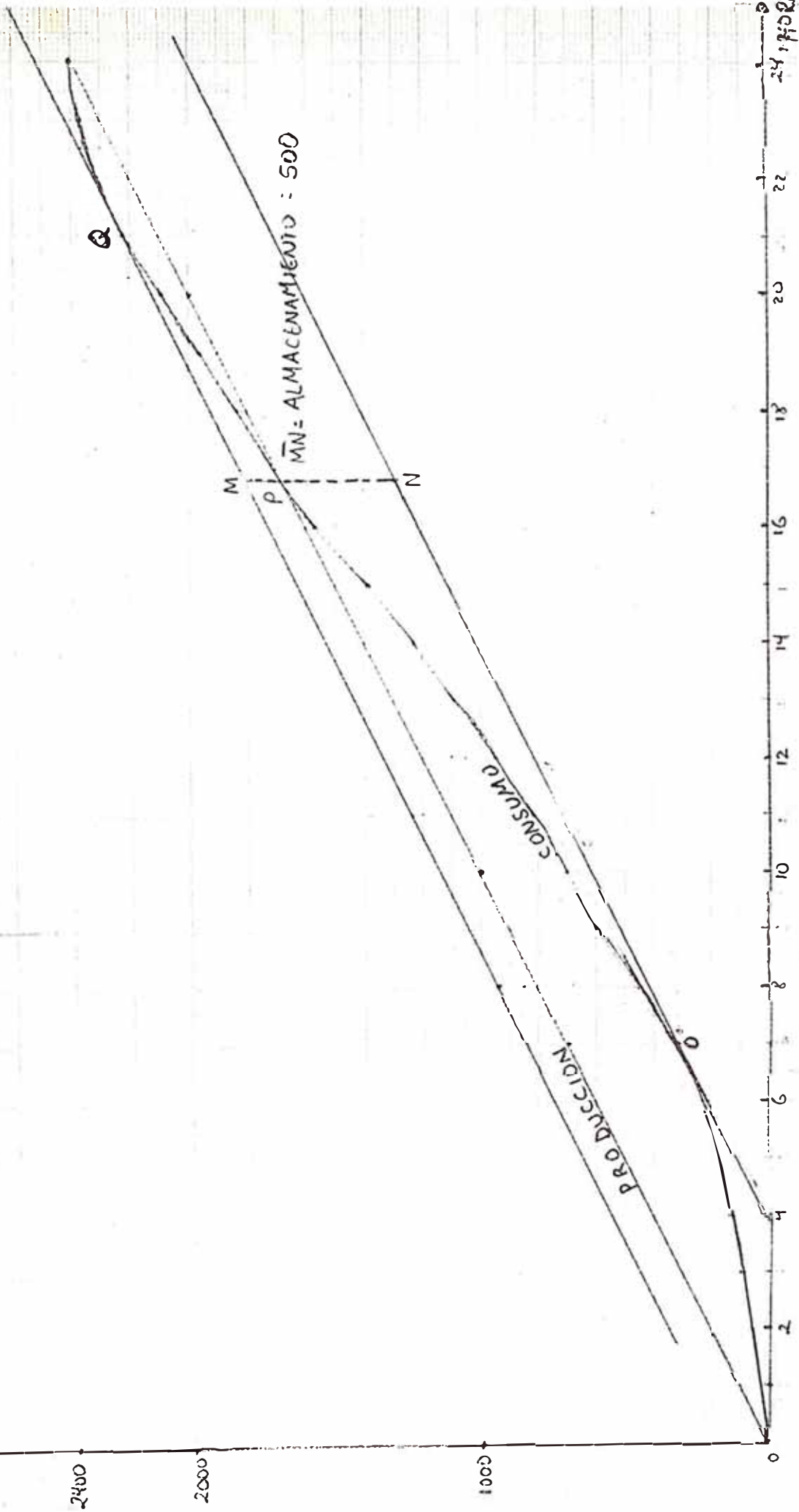


9p

HORAS

% ACUMULADO
CONSUMO

DIAGRAMA - MASA



punto de inflexión O.

Esta mayor pendiente, nos está indicando que la producción es mayor al consumo, por lo que se almacena para poder consumirlo durante las horas en que la pendiente del consumo es mayor a la de la producción, es la recta OP.

A partir del punto P, la pendiente de la curva de consumo es mayor a la de producción, por lo que necesitamos proveer el almacenamiento de agua para el último período entre PQ. Por consiguiente, tendremos que almacenar la diferencia de ordenadas entre las curvas de producción y la de consumo entre los puntos P y Q. El segmento M-N representa el almacenamiento de agua para el último período entre los puntos P y Q. El segmento M.N. representa el almacenamiento. Luego de medir en el gráfico obtenemos: $\overline{MN} = 500$; por lo tanto:

Volúmen de Regulación:

$$\frac{500 \times 3268}{2400} = 680 \text{ m}^3/\text{día}$$

Como se regula para un día de consumo, entonces:

$$\underline{V_r = 680 \text{ m}^3/\text{día} \times 1 \text{ día} = 680 \text{ m}^3}$$

2)- Volúmen por Incendio.(V_i)

El volúmen para la extención de incendios es pequeño al incluirlo dentro del consumo anual, pero la proporción afecta el consumo horario, y por ende, el consumo diario es considerable, ya que los grifos de incendio presentan la característica de que el consumo momentáneo es grande. Para tener una base apropiada que se adapte a las condiciones locales de lucha contra incendios, creemos conveniente que es necesario realizar un estudio de los distintos criterios adoptados en el Perú, y normas aplicadas por diversos países y entidades públicas y privadas del ámbito internacional.

Así citaremos los siguientes criterios:

-Para distritos residenciales, la National Board of Fire Under Writers, recomienda un gasto variable entre 30 y 375 lt/seg., de acuerdo al valor de la propiedad.

-Normas del Instituto de Obras Sanitarias de Venezuela:

$Q = 15 \sqrt{P}$; donde $Q = \text{lt/seg.}$ y P es igual a la población de diseño expresada en miles de habitantes. En nuestro caso la población de diseño de la lra. Etapas es:

$$P_{\text{a 1990}} = 12.57 \text{ miles de habitantes.}$$

Por lo tanto:

$$Q = 15 \sqrt{12.57} = 53.2 \text{ lt/seg.}$$

-La Junta Americana de Asegurados contra Incendio, usa la siguiente fórmula:

$$G = 3.86 \sqrt{P} (1 - 0.01 \sqrt{P}) , \text{ donde:}$$

$$P = \text{Población en millares, y } G = \text{m}^3/\text{minuto.}$$

En nuestro caso: $P = 12.57$, por lo tanto:

$$G = 3.86 \sqrt{12.57} (1 - 0.01 \sqrt{12.57})$$

$$G = 13.2 \text{ m}^3/\text{minuto}$$

Este valor es muy exagerado por lo tanto servirá simplemente a manera de ilustración.

-Recomendaciones del Seminario sobre el Diseño de Abastecimiento de Agua realizado en Buenos Aires, Argentina en 1962, que dice al respecto:

"No es necesario establecer normas fijas para la protección contra incendios en América Latina. En vista del alto costo de este tipo de servicios, debe tenerse el máximo cuidado al determinar las demandas para este propósito".

"El proyectista deberá consultar a los servicios lo-

cales de bomberos antes de diseñar este aspecto".

"Otro método para cumplir las necesidades de agua en esta finalidad, sería el de cerrar válvulas, de manera que el agua disponible sea dirigida hacia el incendio".

-El Ing. Walter Castannino, Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, dice en su trabajo:

"Normas de Proyectos de Sistemas de Distribución"

"Nuestra experiencia es que en la mayoría de los casos es suficiente con preveer que en todo punto de la Red haya disponible un caudal de 16 lt/seg., con un almacenamiento suficiente para 4 horas de duración, agregado a una capacidad del sistema de distribución del gasto medio anual en esas circunstancias."

-En el estudio integral de Arequipa se adoptó:

a)-Para zonas periféricas de la ciudad y ciudades satélites: 32 lt/seg. para 5 hrs. y 2 grifos de 16 lt/seg. cada uno.

b)- Para el área metropolitana : 128 lt/seg. para 10 horas y 8 grifos de 16 lt/seg. cada uno.

-En el estudio de Mejoramiento de la Red de Distribución del Agua Potable de Lima, se adoptó:

a)- Para zonas céntricas de alta densidad y de gran valor comercial, lo mismo que para la zona industrial, se ha considerado 750 lt/seg. para un incendio principal y 500 lt/seg. para un segundo incendio coincidente.

b)- Para zonas de vivienda, las exigencias de gasto para incendio oscilan entre 300 y 375 lt/seg.

La determinación del volumen de incendio para el Reservoirio de Pichanaki se determinará tomando en cuenta lo siguiente:

-La frecuencia e intensidad del incendio es muy remota, ya que nunca se ha producido un incendio de consideración.

-Las construcciones en su gran mayoría son de concreto o de madera, siendo factible la ocurrencia de incendios.

-Respecto a la energía calorífica empleada para usos domésticos y otros, constituye un factor positivo para la ocurrencia de incendios, ya que prácticamente toda la población usa kerosene.

En base al estudio hecho y a las razones anteriormente expuestas, adoptaremos un gasto contra incendio de 16 lt/seg., con una duración de 3 horas y 2 grifos funcionando en forma simultánea, por ser esta dotación la que más se adecúa a las características de nuestra localidad del Proyecto presente. Por lo tanto:

$$\begin{array}{l} \text{Volúmen} \\ \text{contra} \\ \text{Incendio} \end{array} = 2 \text{ grifos} \times 16 \frac{\text{lt/seg}}{\text{grifo}} \times \frac{1}{1000} \frac{\text{m}^3}{\text{lt}} \times 3 \text{ hrs.} \times 3600 \frac{\text{seg}}{\text{hra.}}$$

$$\underline{\text{Volúmen contra incendio} = 346 \text{ m}^3 = 350 \text{ m}^3}$$

Cálculo del Volúmen del Reservorio para la lra. Etapa.

Ahora bien, como el volúmen total del Reservorio (V_t) para la lra. Etapa es igual a la suma del volúmen para compensar las variaciones horarias y el volúmen contra incendios, ambos calculados para la lra. Etapa, entonces tendremos:

$$V_t \text{ lra.Etapa} = V_r \text{ lra.Etapa} + V_i \text{ lra.Etapa}$$

$$V_t \text{ lra.Etapa} = 680 \text{ m}^3 + 350 \text{ m}^3 = 1030 \text{ m}^3$$

Pero no nos debemos olvidar que contamos con el Reservorio existente de 80 m^3 que regula el consumo de agua para el sistema de abastecimiento actual, por consiguiente, para la lra. Etapa sólo necesitamos un Reservorio con una capacidad de:

$$V_t \text{ lra.Etapa} = 1030 \text{ m}^3 - 80 \text{ m}^3 = 950 \text{ m}^3$$

sin embargo, por razones de carácter constructivo optamos por construir para la lra. Etapa un Reservorio de 1000 m^3 .

Cálculo del Reservoirio para la 2da. Etapa.

Para la 2da. Etapa nos proyectamos hasta el año 2000, en el que se ha supuesto una población de 18830 habitantes; o sea que habrá 18830 - 12570 = 6260 habitantes adicionales a los tomados en cuenta para el cálculo del volumen del Reservoirio en su 1ra. Etapa.

Volúmen para compensar las Variaciones Horarias en la 2da. Etapa.

Demanda de Agua

Máxima diaria = 200 lt/hab/día x 6260 hab x 1.3
Adicional

Demanda de Agua

Máxima diaria = 1'627,600 lt/día = 1628 m³/día
Adicional

Por lo tanto:

$$V_r \text{ 2da.Etapa} = \left(\frac{1628 \text{ m}^3/\text{día} \times 500}{2400} \right) \times 1 \text{ día} = 340 \text{ m}^3$$

Volúmen por Incendio para la 2da. Etapa.

$$V_i \text{ 2da.Etapa} = 2 \text{ grifos} \times 16/\text{lt}/\text{seg}/\text{grifo} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \times 1.82 \text{ HORAS} \times 3600 \text{ seg/hora.}$$

$$V_i \text{ 2da.Etapa} = 210 \text{ m}^3$$

Volúmen Total del Reservoirio de la 2da. Etapa.

$$V_t \text{ 2da.Etapa} = V_r \text{ 2da.Etapa} + V_i \text{ 2da.Etapa} - V_{\text{excedente 1ra. Etapa.}}$$

$$V_t \text{ 2da.Etapa} = 340 \text{ m}^3 + 210 \text{ m}^3 - 50 \text{ m}^3$$

$$V_t \text{ 2da.Etapa} = 500 \text{ m}^3$$

7.13.04

.04 Dimensionamiento de los Reservorios.

Como ya expresamos anteriormente, los reservorios habrán de tener forma cilíndrica y serán simplemente apoyados y de concreto armado, por lo tanto:

$$V = A \times h = \frac{\pi D^2}{4} h$$

Donde:

V = Volúmen del Reservorio en m³

D = Diámetro interior.

h = Altura de agua del Reservorio.

$\pi = 3.1416$

Normalmente, de acuerdo a lo observado por el autor de esta Tesis, en los Reservorios diseñados por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Vivienda y Construcción, se trabaja con una altura de agua (h) que varía entre 2.00 y 1600 m³; además, la relación entre el diámetro (D) y la altura (h) varía así:

$$1.5 h < D < 5 h.$$

Además se acostumbra dejar una altura libre de agua de 0.30 m. Con estas recomendaciones pasamos a dimensionar los reservorios de Pichanaki para cada una de las dos etapas.

Dimensionamiento del Reservorio de la Ira. Etapa.

Datos:

$$V_1 = 1000 \text{ m}^3$$

$$h_1 = 4.00 \text{ m. (asumido)}$$

Formula:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 V_1}{\pi h_1}}$$

Aplicación:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \times 1000}{3.1416 (4.00)}}$$

$$D_1 = 17.84 \text{ m.}$$

Verificación:

$$\frac{D_1}{h_1} = \frac{17.84}{4.00} = 4.46 ; 1.5 h < D = 4.46 h < 5 h$$

Conclusión:

Se construirá para la 1ra. Etapa un Reservorio cilíndrico simplemente apoyado de concreto armado, de las siguientes medidas internas:

$$\text{Diámetro } (D_1) = 17.84 \text{ m.}$$

$$\text{Altura de agua } (h_1) = 4.00 \text{ m.}$$

$$\text{Altura libre } (h_{L1}) = 0.30 \text{ m.}$$

Dimensionamiento del Reservorio de la 2da. Etapa.

Datos:

$$V_2 = 500 \text{ m}^3$$

$$h_2 = 4.00 \text{ m (asumido)}$$

Fórmula:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 V}{\pi h}}$$

Aplicación:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \times 500}{3.1416 (4.00)}}$$

$$D_2 = 12.62$$

Verificación:

$$\frac{D_2}{h_2} = \frac{12.62}{4.00} = 3.16 ; 1.5 h < D = 3.16 h < 5 h$$

Conclusión:

Se construirá para la 2da. Etapa un reservorio cilíndrico simplemente apoyado, de concreto armado, de las siguientes medidas interiores:

- Diámetro (D_2) = 12.62 m.
- Altura de agua (h_2) = 4.00 m.
- Altura libre (h_{L1}) = 0.30 m.

.03.04

.05 Detalles hidráulicos de los Reservorios.

En los planos correspondientes a las Casetas de Válvulas de los Reservorios, se podrá apreciar estos detalles.

.03.05 Red de Distribución.

.03.05

.01 Introducción.

La Red de Distribución comprende las tuberías encargadas de conducir el agua a los diferentes puntos de las localidades en estudio, con el gasto demandado a presiones apropiadas y en buenas condiciones sanitarias.

Para este Proyecto de Tesis, como se ha podido apreciar en el Capítulo III: Descripción y Evaluación del Sistema de Agua Potable Existente, en el inciso 3.04 sobre el Reservorio, y en el inciso 3.05 sobre la Línea de Aducción y Red de Distribución, se posee actualmente funcionando en buen estado y con una vida útil proyectada de 15 años, lo siguiente:

- Reservorio Apoyado de concreto armado de 80 m³ de capacidad.
- Línea de Aducción: 528 m. de tubería Asbesto-cemento Ø 4"
- Red de Distribución: 1822 m. de tubería " " Ø 4"
1294 m. de tubería " " Ø 3"
6332 m. de tubería " " Ø 2"
- Válvulas y accesorios correspondientes.

Es nuestro objetivo utilizar al máximo la capacidad existente del Sistema actual efectuando las ampliaciones y cambios necesarios donde se compruebe insuficiencia para cumplir las condiciones de diseño.

Es así como se ha decidido dividir el Sistema en dos Redes de Distribución, que funcionarán en forma independiente. La primera Red será abastecida por el Reservorio existente de 80 m³ (que recibe el agua tratada por la Planta antigua que será mejorada y ampliada) y será denominada de ahora en adelante como: Red-R80. Deberá calcularse cual ha de ser la población servida por esta Red, que se limitará a satisfacer parcialmente a la población actual.

La segunda Red será abastecida por el Reservorio proyectado de 1000 m³ para la Ira. Etapa del Proyecto (que recibirá el agua tratada por la nueva Planta en su primera etapa: 10 años) y será denominada de ahora en adelante: Red-R 1000. Habrá de tomarse en cuenta para el cálculo de esta Red, el gasto de diseño que satisfaga a la población futura del año 2000.

Para el cálculo de los caudales y diámetros de las tuberías, así como para determinar las presiones de trabajo que se producirán en cada una de las Redes de Distribución que serán diseñadas, es necesario utilizar un método de cálculo determinado.

7.03.05

.02. Determinación del Método de Cálculo.

Existen dos métodos de cálculo para la Red de Distribución, que son los más importantes:

1)- Método de Hardy Cross:

Es un método de aproximaciones sucesivas que permite la comprobación de diámetros de las tuberías principales, inicialmente supuestas.

Parte del siguiente principio:

-En cada tramo de tubería existe una relación entre la cantidad de agua que circula y la pérdida de carga en el mismo tramo.

-En un circuito cerrado, la suma algebraica de las pérdidas de carga, deben ser igual a cero.

-La cantidad de agua que entre por un extremo o nudo, debe ser igual a la que sale por el otro extremo.

-El incremento de gastos está dado por la siguiente fórmula:

$$\Delta Q = \frac{Q_0 \times h}{n \times H}$$

Donde:

Q₀ = Promedio de gastos en la malla.

h = Sumatoria de las pérdidas de carga en la malla considerando el signo.

H = Sumatoria de las pérdidas de carga en la malla sin considerar el signo.

n = Valor que depende de la fórmula que se use para calcular las pérdidas de carga (1.85 para Hazen y Williams ; 2 para Manning).

Normalmente este método se usa para el cálculo de las Redes de Distribución para grandes poblaciones, llegando incluso a utilizarse programas que desarrolla la computadora para los valores específicos del caso en estudio.

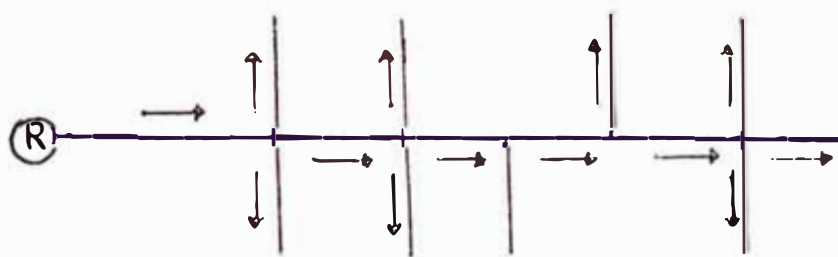
Es conocido el programa para el empleo del método de Hardy Cross en las Redes de Distribución, diseñado por el que fuera en vida, genial catedrático de la UNI, Ing. Carlos Ruiz Altuna, cuyo nombre es llevado con el más alto honor, por la Promoción a la cual pertenece el autor de esta Tesis.

2)- Método de Seccionamiento.

Es un método hidráulico que consiste en descomponer las mallas en sistemas ramificados. Se obtienen diámetros más económicos. Normalmente se utiliza este método para poblaciones pequeñas y medianas con bastante éxito, según puede dar fé el autor de esta Tesis, (según propia experiencia) por lo que ha sido seleccionado. De estos dos métodos se puede concluir que existen dos tipos de Redes:

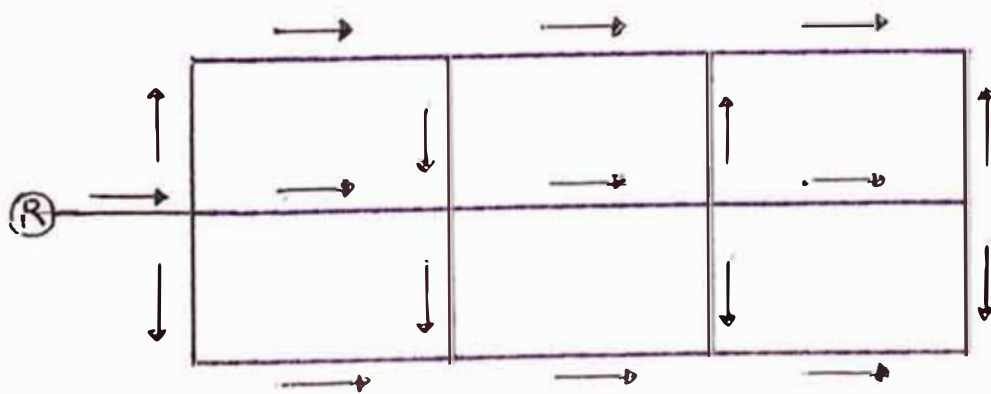
a)- Ramificadas:

En las que podemos establecer el digrama de flujos a priori.



b)- Malladas:

En las cuales las Redes forma n anillos y no se puede determinar a priori el diagrama de flujo, sinó simplemente asumirlo y luego verificarlo.



7.3.05
7.3.03 Condiciones de Diseño.

son referidas a las velocidades máximas y mínimas en tuberías y a las presiones en la Red .

Velocidades Máximas y Mínimas en Tuberías.

La velocidad máxima está dada por la relación:

$$V = 0.60 + 1.5 D$$

Donde:

V - Velocidad en m/seg.

D - Diámetro de la tubería en metros.

El Reglamento Nacional de Construcciones, en el Capítulo 3-II-IV-1.2, dá como máximos:

- Tubos de concreto: 3 m/seg.

- Tubos de asbesto-cemento, PVC, acero: 5 m/seg.

En nuestro caso usaremos tubería de asbesto-cemento, por economía y por su fácil obtención en el mercado.

Es preferible sin embargo, que las velocidades en la Red no sean altas, ya que causan deterioros y desgastes en los accesorios.

El Reglamento Nacional de Construcciones, en el mismo item menciona que la velocidad mínima debe ser de 0.60 m/seg., aunque lógicamente esto no es tan rígido como para el caso de que el flujo sea de desagües.

Presiones en la Red.

Las presiones en la Red deben ser tales que aseguren un buen suministro. En general, deben diseñarse las redes en forma tal que las presiones tengan un rango de 10 a 50 m. de altura de agua, como mínima y máxima presión respectivamente.

-Para localidades urbanas se recomienda que la presión mínima sea de 15 metros de columna de agua.

-No es conveniente presiones mayores de 50 metros, por el desgaste y deterioros a que estarán sometidos los accesorios.

703.05

.04 Cálculo de las Redes de Distribución.

Las Redes de Distribución R-80 y R-1000 del Sistema de Agua Potable de Pichanaki, se han calculado por el método

de seccionamiento, ya que la R-80 ha de atender a una pequeña población y la R-1000 a una población mediana; además, así vamos a obtener diámetros económicos y también el autor de esta Tesis, domina bastante este método. Para el cálculo se ha elaborado para cada Red de Distribución, una Tabla de Cálculos, la cual pasamos a describir simultáneamente con el procedimiento de cálculo que es como sigue:

1ro. Se establece un diagrama de flujos y se eligen los puntos de seccionamiento; este diagrama de flujo parte desde el punto de llegada del agua a la Red.

2do. Se enumera los tramos en forma conveniente y con criterio; así se tienen los números de tramo de la primera columna de la Tabla.

3ro. Se determina la longitud de cada tramo expresada en metros, escribiéndose en la columna N° 2. En algunos casos, cuando hay una distribución de viviendas homogénea, se halla la longitud total de la Red (excluyendo la Línea de Aducción) y con este dato se calcula el caudal al unitario ($Q_u = Q_{mh} \div L_{Red}$). Sin embargo, en nuestro caso, dada una distribución heterogénea de viviendas, se ha preferido trabajar de otra manera.

4to. Se determina el número de viviendas que ha de servir cada tramo de tubería, el cual se escribe en la columna N° 3. Se halla el número total de viviendas y se obtiene el caudal unitario, el cual será:

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{N^\circ \text{ Total de Viviendas}}$$

Donde:

Q_u = caudal unitario en lt/seg/vivienda

Q_{mh} = caudal máximo horario en lt/seg.

N° Total de Viviendas: referido a las viviendas habitadas.

5to. En la cuarta columna de la Tabla se escribirán los caudales en cada tramo expresados en litros/segundo. Está dividida en 4 subcolumnas. La segunda subcolumna co-

responde al gasto en marcha (Q_m) y se obtiene multiplicando el caudal unitario por el número de viviendas de cada tramo. La tercera subcolumna corresponde al gasto final (Q_f) y se obtiene haciéndolo igual a cero para los tramos seccionados o sinó como la suma de los gastos iniciales de los tramos que le siguen, a donde el tramo en cuestión reparte gastos. La primera subcolumna corresponde al gasto inicial (Q_i) y se obtiene sumando el caudal final (Q_f) con el caudal en marcha (Q_m) para cada tramo ($Q_i = Q_m + Q_f$).

La cuarta subcolumna corresponde al caudal ficticio (Q_{fict}) que será el caudal de diseño para cada tramo y se determinará de la siguiente manera:

$$Q_{fict} = \frac{Q_i + Q_f}{2} = Q_{diseño}$$

6to. Una vez calculado el caudal de diseño (Q_d), se obtienen los diámetros respectivos para cada tramo. El autor de esta Tesis ha obtenido los diámetros de acuerdo con el criterio que nace de la necesidad de utilizar al máximo la capacidad instalada del sistema existente, tanto para la Red R-80 como para la Red R-1000. Es por esta razón, que mientras en algunos casos el diámetro es mayor de lo que requerirían ciertos tramos por los que se supone circulen gastos pequeños, en otros se sobrepasa ligeramente el mayor diámetro usado normalmente para diseños nuevos, pues la topografía del terreno permite tener buenas pérdidas de carga. Sin embargo, algo que ha gravitado en la selección de los diámetros que corresponden a la 5ta. columna de la Tabla, y se expresan en pulgadas, es la necesidad de verificar presiones aproximadamente coincidentes en los nudos de seccionamiento, según se explicará más adelante.

7mo. En la sexta columna de la Tabla se escribirá la pendiente (S) expresada en metros/kilómetro (%), que representa la pérdida de carga disponible para el tramo respectivo. Se calcula haciendo uso del Nomograma de Hazen y Williams, en el cual se obtiene "S" interceptando las líneas trazadas para el caudal de diseño (Q_{fict}) y el diámetro de diseño (ϕ_d) en dicho nomograma. Si se desea una mayor exactitud se puede obtener "S" con la siguiente fórmula:

$$S = \left(\frac{Q}{0.0597 D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Donde:

S = pérdida de carga disponible en m/km.

Q = gasto de diseño en lt/seg (Q_{fict}).

D = diámetro de diseño expresado en pulgadas (").

8vo. En la séptima columna de la Tabla de Cálculos de la Red de Distribución se escribirá la velocidad (V) del flujo de agua expresada en metros/segundo, la cual se determinará conjuntamente con S, de acuerdo con el procedimiento del paso 7mo., Si se usa el nomograma de Hazen y Williams.

Si se desea una mayor exactitud se puede obtener "V" con la siguiente fórmula:

$$V = \left(\frac{S^{1.714}}{448} \right)^{0.24}$$

Donde:

V = Velocidad del flujo de agua en metros/seg.

Q = gasto de diseño en lt/seg. (Q_{fict})

S = pérdida de carga disponible en lt/seg.

9no. En la octava columna se escribe la cota piezométrica inicial de cada tramo, expresada en metros. Se parte del tramo que corresponde a la Línea de Aducción (N° 1), que tiene una cota piezométrica inicial igual a la cota de fondo del Reservorio, más unos 0.30 m. que se suponen como mínima carga de agua. A partir de este dato se irán determinando las siguientes cotas piezométricas, según se explicará a continuación.

10mo. En la novena columna se escribe la pérdida de carga (h_f) de cada tramo, expresada en metros que se obtiene multiplicando la longitud de cada tramo (L) por su respectiva pérdida de carga disponible (S) que para dar como resultado una cantidad expresada en metros, se divide entre 1000, así:

$$h_f = \frac{S \times L}{1000}$$

11vo. En la décima columna se escribe la cota piezométrica final de cada tramo expresada en metros. Se obtiene restando la pérdida de carga del tramo en cuestión (h_f) de la cota piezométrica inicial del mismo tramo, así:

$$CP_f = CP_i - h_f$$

Porsupuesto que la cota piezométrica final de un tramo determinado, viene a ser la cota piezométrica inicial de los tramos que se encuentran a continuación.

Un caso muy especial es el de los puntos o nudos de seccionamiento en donde se obtienen dos cotas piezométricas finales, según el tramo por el cual se arrije a los mismos, pero esto será tratado cuando hablemos de la verificación de presiones.

12vo. En la undécima columna se escriben las cotas de terreno del tramo que se está estudiando; se encuentra dividida en dos subcolumnas. En la primera subcolumna se escribe la cota inicial del tramo y en la segunda subcolumna se escribe la cota final del tramo; ambas son obtenidas del plano topográfico de la Red de Distribución y son expresadas en metros.

13vo. En la duodécima columna se escriben las presiones de trabajo del tramo en estudio. Se encuentra dividida en dos subcolumnas. En la primera subcolumna se escribe la presión inicial del tramo determinada al restar la cota inicial de terreno del tramo de la cota piezométrica inicial, del tramo en estudio; en la segunda subcolumna se escribe la presión final del tramo estudiado, restando de la cota piezométrica final la respectiva cota inicial de terreno. Ambas presiones deben ser mayores que la mínima (15 m) y menores que la máxima (50 m).

14vo. La décimotercera columna corresponde a las observaciones que merecen hacerse para ciertos tramos. Se usará para escribir cuando se trata de tramos donde se ha de cambiar la tubería existente, por una tubería nueva de mayor capacidad; también cuando se trate de tramos seccionados al final, etc.

15vo. Verificación de presiones : Habida cuenta que en los puntos de seccionamiento se tienen dos cotas piezométricas, y por ende, dos presiones; ya que por más riguroso que sea el método de cálculo, nunca se obtiene un resultado exacto, debemos normar algo al respecto. Es así como deberá tomarse en cuenta que en cada punto de seccionamiento, se cumpla lo siguiente:

$$\frac{\Delta P}{\bar{P}} < 10\%$$

Donde:

$$\Delta P = \text{Presión máxima } (P_{\max}) - \text{Presión mínima } (P_{\min})$$

$$\bar{P} = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2}$$

Para cada una de las Redes de Distribución de Agua Potable de Pichanaki, se ha elaborado una Tabla de Verificación de Presiones de acuerdo con la condición establecida anteriormente.

16avo. Diagrama de Presiones. Tanto para la Red R-80 como para la Red R-1000, se ha dibujado un diagrama de presiones en donde se muestra cada tramo numerado con su respectivo caudal de diseño (Q_{fict}), su longitud (L), su diámetro (ϕ), y las cotas piezométricas inicial y final, las presiones inicial y final para cada tramo. Cuando se trata de puntos de seccionamiento, se grafican dos rayitas para indicarlo en el tramo respectivo. Y cuando se trata de cotas piezométricas y presiones en nudos de seccionamiento, se señalará con flechitas el sentido del flujo del tramo de donde son originadas. En general, cada tramo tendrá señalado con una flecha, el sentido del flujo de agua supuesto.

Los diagramas se adjuntan con los planos correspondientes a las Redes de Distribución de Agua Potable de Pichanaki.

7.3.05

.05 Caudales de Diseño de las Redes de Distribución.

En el Capítulo V de esta Tesis: Estimación del Consumo de

agua y aportes al Desagüe, en el inciso 5.05 referido a los caudales de diseño, se estableció los valores del consumo máximo horario (Q_{mh}) para los 10 años de la 1ra. Etapa ($Q_{mh} 1990 = 58.20 \text{ lt/seg}$) y para los 20 años de la 2da. Etapa ($Q_{mh} 2000 = 87.16 \text{ lt/seg.}$); ahora en este Capítulo nos toca adecuar dichos caudales obtenidos en forma genérica a los requerimientos específicos de las dos Redes de Distribución de Agua Potable que se deben diseñar para Pichanaki. Analizaremos cada Red por separado, ya que como hemos expresado anteriormente, cada una de ellas funcionará en forma independiente.

A. Caudal de Diseño de la Red R-80.

Para poder conocer este caudal debemos conocer qué parte de la población actual va a ser servida por el Reservorio existente de 80 m^3 , en función de la máxima demanda diaria, para luego calcular el caudal de diseño en función del consumo máximo horario de la población determinada.

a)- Cálculo del número de Viviendas servidas por el Reservorio de 80 m^3 .

De acuerdo con lo establecido en las normas de diseño del Ministerio de Salud, quien a través de su Dirección de Ingeniería Sanitaria construyó este Reservorio, el volumen de regulación debe cumplir la siguiente condición:

$$20\% \text{ demanda diaria} < V_R < 30\% \text{ demanda diaria}$$

El autor de esta Tesis ha seleccionado como fruto del estudio de campo, la zona aledaña al puente sobre el río Pichanaki para ser abastecida por el Reservorio de 80 m^3 . Esta zona comprende la Av. Manuel Seoane, desde sus inicios en la esquina con la Avenida Eleicer Gaitan (punto final de la Línea de Aducción) R-80 y punto de ingreso a la Red de Distribución R-80) hasta la esquina con la Avenida de la Juventud, que es el punto hasta donde llega la tubería de $\varnothing 4"$ existente, que ha de servir como matriz de la Red R-80. Esta matriz irá repartiendo gastos hacia las calles y avenidas que la atraviesan, rumbo hacia el

norte de la ciudad, hasta la vecindad del río Pichanaki. La zona también comprende la manzana que forman las calles Ernesto Guevara, Av. de la Juventud, Av. José Manuel Balmaceda y Av. Luis de La Puente.

Se ha seleccionado esta zona porque se utiliza el 100% de la capacidad de tubería instalada , a saber:

- Línea de Aducción: 528 m. tubería asbesto-cemento Ø 4"
- Red de Distribución: 1036 m. tub. asbesto-cemento Ø 4"
- 1072 m. tub. PVC Ø 2"

Y además porque es la zona más cercana al Reservorio existente de 80 m³.

Se ha contabilizado un número de 268 viviendas que ocupan actualmente la zona seleccionada, las cuales con una densidad promedio de 7 habitantes por vivienda , nos da una población de 1876 habitantes.

Vamos a proceder a chequear la condición requerida para el volúmen de regulación del Reservorio R-80.

Sabemos que:

$$\text{Demanda diaria} = \text{Población servida} \times \text{Dotación.}$$

Y como:

$$\text{Población servida} = 1876 \text{ hab. y Dotación} = 200 \text{ lt/hab/día}$$

Entonces:

$$\text{Demanda diaria} = 1876 \text{ hab.} \times 200 \text{ lt/hab/día}$$

$$\text{Demanda diaria} = 375,200 \text{ lt/día} = 275.2 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tenemos:

$$V_R = 80 \text{ m}^3$$

Por lo tanto:

$$\frac{V_R}{\text{Demanda diaria}} \times 100 = \frac{80}{375.2} \times 100 = 21.32 \%$$

Y como:

$$20 \% \leq 21.32 \% < 30 \%$$

Podemos concluir en que se satisface la condición de diseño para el Reservorio R-80.

b)- Cálculo del Caudal máximo Horario.

Como sabemos:

$$Q_p = \frac{\text{Pob.} \times \text{demanda}}{86400} = \frac{1876 \times 200}{86400} = 4.34 \text{ lt/seg.}$$

Y también:

$$Q_{mh} = K_2 Q_p = 2 (4.34) = 8.68 \text{ l.p.s.}$$

Por lo tanto el caudal de diseño para la Red de Distribución R-80 por el método de seccionamiento será: 8.68 l.p.s.

c)- Cálculo del Caudal Unitario. (q_u)

Como sabemos:

$$q_u = \frac{Q_{mh}}{\text{N}^\circ \text{ viviendas}} = \frac{8.68 \text{ l.p.s.}}{268 \text{ viviendas}}$$

Por lo tanto:

$$q_u = 0.032 \text{ l.p.s./vivienda.}$$

B. Caudal de Diseño de la Red R-1000.

Habida cuenta que esta Red deberá considerar la necesidad de diseñar una línea de tuberías de la Red con la capacidad para conducir el gasto de diseño remanente para la 2da. Etapa del Proyecto. Vamos a efectuar minuciosamente los cálculos respectivos :

Sabemos que:

$$\text{Caudal de diseño 2da. Etapa} = Q_{mh} 2000 = 87.16 \text{ l.p.s.}$$

Y también:

$$\text{Caudal de diseño 1ra. Etapa} = Q_{mh} 1990 = 58.20 \text{ l.p.s.}$$

Además:

$$\text{Caudal de Diseño Red R-80} = Q_{mh \text{ R-80}} = 8.68 \text{ l.p.s.}$$

Se ha optado los siguientes criterios:

1ro.

La Línea de Aducción que parte del Reservorio proyectado de 1000 m^3 é ingresa a la Red en la esquina que forma la Av. Eleicer Gaitán con la Av. principal Víctor Raúl Haya de La Torre, será calculada con el siguiente gasto:

$$Q_{\text{aducción}} = Q_{mh \text{ 200}} - Q_{mh \text{ R-80}} = 87.16 - 8.68 = 78.48 \text{ l.p.s.}$$

2do.

La Red de Distribución R-1000, en la zona que ocupa actualmente la población, previendo su crecimiento para una primera etapa de diez años, se diseñará con el siguiente gasto:

$$Q_{R-100 \text{ 1ra. Etapa}} = Q_{mh \text{ 1990}} - Q_{mh \text{ R-80}} = 58.20 - 8.68 = 49.52 \text{ L.p.s.}$$

Como la Red R-80 sirve a 268 viviendas, y el número total de viviendas actualmente habitadas en Pichanaki es de 1200, entonces el número de viviendas servidas será de:

$$1200 - 268 = 932 \text{ viviendas}$$

Por lo tanto, el caudal unitario para el método de seccionamiento aplicado a la Red R-1000, será:

$$Q_u \text{ R-100} = \frac{49.52 \text{ l.p.s.}}{932 \text{ viviendas}} = 0.053 \text{ l.p.s./vivienda}$$

3ro.

La línea de tubería seleccionada para conducir en un futuro el gasto de diseño para la 2da. Etapa del Proyecto, se diseñará tomando en cuenta el siguiente caudal:

$$Q_{2da. \text{ Etapa}} = Q_{mh \text{ 2000}} - Q_{mh \text{ R-80}} - Q_{R-100 \text{ (1ra. Etapa)}}$$

$$Q_{2da. \text{ Etapa}} = Q_{mh \text{ 2000}} - Q_{mh \text{ R-80}} - (Q_{mh \text{ 1990}} - Q_{mh \text{ R-80}})$$

$$Q_{2da.Etapa} = Q_{mh} 2000 - Q_{mh} 1990$$

$$Q_{2da.Etapa} = 87.16 - 58.20$$

$$Q_{2da.Etapa} = 28.96 \text{ l.p.s.}$$

Pese a que no se instalará la matriz de la Red R-1000 para la 2da . Etapa, ha sido considerada en la Tabla de Cálculo de Caudales, Diámetros y Presiones, y en el diagrama de presiones correspondiente.

7.63.05
.06

Conclusiones:

A. Red R-80:

Luego de haber realizado el cálculo de la Red R-80 y de haber dibujado los resultados en los planos correspondientes a la Red de Agua Potable y diagrama de presiones, que forman parte de esta Tesis, se ha obtenido el siguiente metrado para la tubería que será utilizada en esta Red en la 1ra. Etapa del Proyecto.

Tubería Existente: 2636 metros.

- Línea de Aducción : Ø 4" = 528 m.
- Red de Distribución : Ø 4" =1036 m.
- Ø 2" =1072 m..

Tubería Proyectada: 1906 metros.

- Red de Distribución : Ø 3" = 352 m.
- Ø 2" = 1554 m.

Total de tubería a ser usada en la Red R-80 = 4532 m.

- Ø 4" = 528 + 1036 = 1564 m.
- Ø 3" = 352 m.
- Ø 2" = 1072 + 1554 = 2616 m.

Porcentaje de tubería existente utilizada del total existente

$$\% = 100 \left(\frac{528 + 1036 + 1072}{528 + 1036 + 1072} \right) = \left(\frac{2636}{2636} \right) 100 = 100.00 \%$$

Porcentaje de tubería existente utilizada del total a utilizar:

$$\% = 100 \left(\frac{2636}{4532} \right) = 58.16 \%$$

Porcentaje de Accesorios existentes utilizados del total existente:

Será aproximadamente el 70 %.

Porcentaje de Accesorios utilizados del total a utilizar:

Será aproximadamente el 60 %.

Porcentaje de Válvulas existentes utilizadas del total existente:

Será aproximadamente el 100 %.

Porcentaje de Válvulas utilizadas del total a utilizar:

Será aproximadamente el 7 %.

B. Red R-1000.

Luego de haber realizado el cálculo de la Red R-1000 y de haber dibujado los resultados en los planos correspondientes a la Red de Agua Potable y al diagrama de presiones, que forman parte de esta Tesis, se ha obtenido el siguiente metrado para la tubería que será utilizada en esta Red.

Tubería Existente: 6480 m. (son 7340 m. pero serán cambiados 860 m.).

-Red de Distribución: \emptyset 4" = 786 m.
 \emptyset 3" = 1294 m.
 \emptyset 2" = 4400 m. (son 5260 m. pero serán cambiados 860 m.)

Tubería Proyectada: 9009 m.

Línea de Aducción: Ø 16" = 633 m.

Red de Distribución: Ø 8" = 234 m.

Ø 6" = 348 m.

Ø 4" = 1288 m.

Ø 3" = 820 m.

Ø 2" = 5686 m.

Total de tubería a ser usada en la Red R-1000 = 15,489 m.

Ø 16" = 633 m.

Ø 8" = 234 m.

Ø 6" = 348 m.

Ø 4" = 2074 m.

Ø 3" = 2114 m.

Ø 2" = 10086 m.

Porcentaje de tubería existente utilizada del total existente:

$$\% = 100 \left(\frac{6480}{7340} \right) = 88.28 \%$$

Porcentaje de tubería existente utilizada del total a utilizar:

$$\% = 100 \left(\frac{6,480}{15,489} \right) = 41.84 \%$$

Porcentaje de accesorios existentes utilizados del total existente:

Será aproximadamente el 60 %.

Porcentaje de Accesorios existentes utilizados del total a utilizar:

Será aproximadamente el 17 %.

Válvulas existentes: No serán utilizadas.

C. Red R-80 + Red R-1000:

Con la finalidad de poder determinar cuales son los porcentajes totales de utilización de tubería, válvulas y accesorios existentes, vamos a trabajar con los resultados de los incisos A. y B.

-Total de tubería existente: 2636 + 7340 = 9976 m.

-Total de tubería existente utilizada : 2636 + 6480 = 9116 m.

-Porcentaje de tubería existente utilizada del total existente : $\% = \left(\frac{9116}{9976} \right) = 91.38 \%$

-Total de tubería utilizada para el Sistema : 4532 + 15489 = 20,021 m.

-Porcentaje de tubería existente utilizada del total a utilizar : $\% = \left(\frac{9116}{20021} \right) \times 100 = 45.53 \%$

-Porcentaje de Accesorios existentes utilizados del total existente : Será aproximadamente el 62 %.

-Porcentaje de Accesorios existentes utilizados del total a utilizar : Sera aproximadamente el 27 %.

-Porcentaje de Válvulas existentes utilizadas del total existente : Será aproximadamente el 23 %.

-Porcentaje de Válvulas existentes utilizadas del total a utilizar : Será aproximadamente el 2 %.

Conclusiones:

1ro.- Se vá a utilizar el 100% de la tubería existente para proveer de prácticamente el 50% de tubería requerida por el nuevo Sistema, lo cual representa importantes economías para el Proyecto del Agua Potable para Pichanaki.

2do.- Se vá a utilizar casi dos terceras partes de los accesorios existentes para proveer prácticamente la cuarta parte de los accesorios requeridos por el nuevo Sistema; esto también es significativo económicamente.

3ro.- En cambio tan sólo se utilizará casi la cuarta parte de válvulas existentes para cubrir escasamente un 2% del total de válvulas requeridas.

Cuadro General de Tuberías, Válvulas y Accesorios en la Línea de Aducción y Red de Distribución R-1000 del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Pichanaki.

Descripción	Dimensión	Cantidad
<u>Sistema Existente Utilizable:</u>		
Tubería Clase 7.5, C=140	Ø 4"	786 m.
Tubería Clase 7.5, C=140	Ø 3"	1294 m.
Tubería Clase 7.5, C=140	Ø 2"	4400 m.
<u>Accesorios:</u>		
Tees	2" x 2"	5 u.
Cruces	4" x 3"	3 u.
Cruces	3" x 3"	2 u.
Cruces	2" x 2"	3 u.
Reducciones	4" x 3"	1 u.
Reducciones	4" x 2"	1 u.
Reducciones	3" x 2"	2 u.
Tapones.....	2"	1 u.
<u>Sistema Proyectado:</u>		
Tubería Clase 105, C=140	Ø 16"	633 m.
Tubería Clase 105, C=140	Ø 8"	234 m.
Tubería Clase 105, C=140	Ø 6"	348 m.
Tubería Clase 105, C=140	Ø 4"	1288 m.
Tubería Clase 105, C=140	Ø 3"	820 m.
Tubería Clase 105, C=140	Ø 2"	3686 m.
Válvulas de compuerta	Ø 8"	4 u.
Válvulas de compuerta	Ø 6"	3 u.
Válvulas de compuerta	Ø 4"	12 u.
Válvulas de compuerta	Ø 3"	15 u.
Válvulas de compuerta	Ø 2"	61 u.
Válvulas de Purga	Ø 2"	2 u.
<u>Accesorios:</u>		
Tees	8" x 8"	1 u.
tees	8" x 4"	3 u.

Descripción	Dimensión	Cantidad
Tees	8" x 2"	1 u.
Tees	4" x 4"	1 u.
Tees	4" x 2"	1 u.
Tees	3" x 3"	1 u.
Tees	3" x 2"	1 u.
Tees	2" x 2"	16 u.
Reducciones	16" x 8"	1 u.
Reducciones	8" x 6"	1 u.
Reducciones	8" x 4"	1 u.
Reducciones	8" x 2"	1 u.
Reducciones	6" x 4"	1 u.
Reducciones	4" x 3"	7 u.
Reducciones	4" x 2"	1 u.
Reducciones	3" x 2"	8 u.
Cruces	16" x 8"	1 u.
Cruces	8" x 2"	2 u.
Cruces	6" x 4"	2 u.
Cruces	6" x 3"	1 u.
Cruces	6" x 2"	2 u.
Cruces	4" x 4"	1 u.
Cruces	4" x 3"	1 u.
Cruces	4" x 2"	13 u.
Cruces	3" x 3"	1 u.
Cruces	3" x 2"	6 u.
Cruces	2" x 2"	10 u.
Codos	90° x 4"	1 u.
Codos	90° x 2"	3 u.
Tapones	8"	1 u.
Tapones	4"	2 u.
Tapones	3"	3 u.
Tapones	2"	7 u.

Cuadro General de Tuberías, Válvulas y Accesorios en la Línea de Aducción y Red de Distribución R-80 del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Pichanaki.

Descripción	Dimensión	Cantidad
<u>Sistema Existente Utilizable:</u>		
Tubería Clase 7.5, C=140	Ø 4"	1564 m.
Tubería Clase 7.5, C=140	Ø 2"	1072 m.
Válvulas de compuerta	Ø 4"	2 u.
<u>Accesorios:</u>		
Tees	4" x 4"	1 u.
Tees	4" x 2"	1 u.
Tees	2" x 2"	2 u.
Cruces	4" x 4"	2 u.
Cruces	4" x 3"	1 u.
Cruces	4" x 2"	3 u.
Reducciones	3" x 2"	1 u.
Codos	45° x 4"	4 u.
Tapones	Ø 4"	2 u.
<u>Sistema Proyectado:</u>		
Tubería Clase 7.5, C=140	Ø 3"	352 m.
Tubería Clase 7.5, C=140	Ø 2"	1554 m.
Válvulas de compuerta	Ø 4"	4 u.
Válvulas de compuerta	Ø 3"	1 u.
Válvulas de compuerta	Ø 2"	21 u.
Válvulas de Purga	Ø 2"	1 u.
<u>Accesorios:</u>		
Tees	4" x 3"	1 u.
Tees	4" x 2"	4 u.
Tees	3" x 3"	1 u.
Tees	2" x 2"	7 u.
Cruces	3" x 2"	2 u.
Cruces	2" x 2"	4 u.
Reducciones	4" x 2"	1 u.
Reducciones	3" x 2"	2 u.
Codos	90° x 2"	3 u.
Tapones	Ø 4"	2 u.
Tapones	Ø 3"	1 u.
Tapones	Ø 2"	3 u.