

FECHA DE ADQUISICION	23 MAR. 1970
NUM. DE INVENTARIO	_____
PROCEDENCIA	DONACION
NUM. DE CATALOGACION	_____
PRECIO	_____

Aprovechamiento de las Aguas
Derivadas de un Manantial en el Ejido
"Los Fierros, Nuevo León".

UNIVERSIDAD DE COAHUILA



ESC. SUP. DE AGRICULTURA
"ANTONIO NARRO"
DEPTO. DE BIBLIOTECA

Por

RAMON DARIO ARANDA RUVALCABA

Tesis

que somete a la consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRONOMO

Aprobada:

Presidente del Jurado

Sr. Dr. Lorenzo Martínez Medina

00273

Director de la Escuela

Sr. Ing. Adán Rivera Leal

UNIVERSIDAD DE COAHUILA

ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA "ANTONIO NARRO"

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Marzo de 1970

BIOGRAFIA

El autor, nació en la ciudad de Oputo, Sonora, el 31 de agosto de 1941, siendo sus padres los señores José Paz Aranda y Julia Ruvalcaba de Aranda.

Terminó su instrucción primaria en la Escuela "18 de Marzo" en la población de Valle Hermoso, Tamps., en el año de 1954, la instrucción de segunda enseñanza la recibió ingresando en el año de 1955 a la Escuela "Ing. Eduardo Chavez" de Valle Hermoso, Tamps., terminándola en el año de 1959, en el año de 1959 al año de 1962 hizo los cursos de preparatoria nocturna en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, en la preparatoria "Nº 3".

En 1962 ingreso a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", de la Universidad de Coahuila, habiendo terminado la enseñanza correspondiente con el certificado de pasante de Ingeniero Agrónomo en 1967.

AGRADECIMIENTO

El autor hace presente su agradecimiento al Dr. Lorenzo Martínez Medina, por las facilidades que le otorgó para la realización de este trabajo, tanto apoyo moral como económico.

Al Ing. José de la Garza por la orientación sobre el trazado y proyecto del trabajo a realizar.

Al Dr. Roberto Rodríguez Dávila, por sus orientaciones.

Al Ing. Raúl Rivera por sus aportaciones teóricas a la solución de dicho trabajo.

Y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con todo cariño y respeto:

A mis padres

A mi esposa

A mi hermana Angelina Aranda

A mis Maestros

A mi madre intelectual a la que debo la realización de mis esfuerzos e ideales.

INDICE

	Pág.
BIOGRAFIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
INTRODUCCION	I
REVISION DE LITERATURA	3
Líneas de Conducción	3
Capacidad de la Fuente de Agua y de la Línea de Conducción	3
Materiales para Construir Líneas de Conducción	4
Pérdidas en las Tuberías	5
Tubos y Combinaciones de Tubos	7
Consideraciones Generales sobre Tuberías	10
Tubería Plástica	13
PROCEDIMIENTOS	16
CONSTRUCCION DE PLANOS	28
FOTOS	29

INTRODUCCION

El agua para el consumo humano y animal es innegablemente uno de los factores primordiales para el desarrollo de la vida en todo el mundo. El aprovechamiento de ella ha sido una de las preocupaciones de todos los pueblos, sobre todo en aquellas regiones donde las condiciones pluviométricas son escasas para cubrir satisfactoriamente las primordiales necesidades.

Desde hace años nuestros gobernantes se han preocupado por la creación de sistemas de irrigación, servicios sociales, pero aún no ha sido posible cubrir del todo dichas necesidades. Sino que gracias a la Forestal F.C.L., empresa descentralizada que ha llevado a cabo esta obra así como servicios de baños, lavaderos, ayuda en lo que respecta a educación a la escuela primaria "Miguel Hidalgo C." ubicada en dicho ejido.

El poblado anteriormente se abastecía de agua de un pozo artezano o noria que tenía aproximadamente unos 35 metros de profundidad y esto representaba un problema tanto para extraer dicho líquido, como para la salud de la población ya que al caer animales no se podían dar cuenta sino que lo hacían cuando este ya había entrado en putrefacción; además representaba un peligro para los niños y animales domésticos.

Ahora gracias a esta empresa, se ha llevado a cabo tal obra y ya cuenta con agua, se han eliminado toda clase de peligros, esta es tomada de los rompedresiones o de las lleves que se encuentran en el depósito del ejido con una capacidad de almacenamiento de 11,250 litros.

Cuenta con llaves y un depósito de agua para que tomen los animales, así siempre se conserva fresca y limpia, etc. Todo ello con el fin de lograr un mejor aprovechamiento del agua en beneficio de la propia humanidad.

Esta región alcanza una precipitación pluvial de 35 mm. al año y las aguas que cogen los arroyos son aguas brucas, las cuales hasta hoy no ha sido posible aprovecharlas con alguna cortina o presa ya que carece de recursos económicos este ejido, otra desventaja es la presentación topográfica que posee, la cual es desfavorable para poner algún cultivo en una área considerable con fin de explotación.

Considerando lo anteriormente expuesto, el autor del presente trabajo se ha interesado en este problema que desde hace tiempo se ha agudizado en la mayoría de los ejidos y para ello se desarrollará un breve estudio en el menor tiempo posible sobre el gasto que presentan los arroyos en sus avenidas, con el fin de buscar la manera en que este preciado líquido sea explotado en el medio agrícola.

Todo ello con la tendencia a lograr un mejor estado económico a beneficio de sus pobladores. Haciendo curvas de nivel, sacando derivaderos de los arroyos y sembrando árboles frutales en dichas curvas.

Por hoy ha sido posible utilizar los excedentes de agua que provienen del depósito sembrando una pequeña superficie de hortalizas y legumbres de las cuales se obtienen algún provecho para satisfacer el consumo de la pequeña población.

REVISION DE LITERATURA

Líneas de Conducción.

Para transportar el agua desde la fuente de abastecimiento hasta los depósitos de regularización del sistema de distribución, se construyen lo que se llama líneas de conducción, en las cuales, desde el punto de vista técnico, se establecen dos tipos: (a) líneas de conducción por gravedad y (b) líneas de conducción por bombeo. De las primeras hay las dos clases siguientes:

1. Líneas de conducción de presión cero, cerradas o abiertas (canales), a las que se acostumbra llamar acueductos, principalmente cuando se construyen de mampostería.

2. Líneas de conducción a presión, constituidas principalmente por un sistema de tuberías, aún cuando pueden incluir túneles y sifones.

Las líneas de conducción por bombeo se construyen generalmente por un sistema de tubería a presión, aunque en algunos casos se establece un sistema combinado de tuberías y canales abiertos o cerrados. Esto depende esencialmente de las condiciones topográficas y geológicas del lugar (Lal Flores, 1965).

Capacidad de la Fuente de Agua y de la Línea de Conducción

La fuente de abastecimiento debe proporcionar toda el agua requerida por la población, siempre que la fuente tenga capacidad para la demanda máxima horaria, pues con frecuencia sucede que sólo tiene capacidad para un promedio de varias horas del --

día de máximo consumo, o para la demanda media en el día de consumo máximo. También puede suceder, y esto es muy común, que la fuente solamente tenga capacidad para la demanda media anual.

En los casos de demanda media en el día de máximo consumo y de demanda media anual, la capacidad de la línea de conducción deberá ser por lo menos igual a la demanda media en el día de máximo consumo, requiriéndose en el caso de la demanda media anual un almacenamiento que regule las variaciones de la cantidad de agua disponible en la fuente de abastecimiento.

En los diferentes casos citados puede requerirse un estudio sobre inversión, costos de operación y de mantenimiento del sistema y aspectos peculiares de la localidad. Los factores principales que intervienen en el estudio pueden ser los siguientes:

- a) Calidad del agua
- b) Distancia del manantial al depósito regulador
- c) Características topográficas y geológicas de la zona
- d) Costo del sistema de bombeo
- e) Costo de la línea de conducción y obra de toma
- f) Costos de operación y mantenimiento

Materiales para Construir Líneas de Conducción

En el caso de canales para conducción de agua se pueden construir éstos con varios materiales como tierra, concreto, ladrillo, mampostería, recubrimiento asfáltico, barro, asbesto cemento, fierro, acero, etc., y en el caso de tuberías, teniendo en cuenta las presiones y diámetros pueden ser de lo siguiente:

Material	Límite de presiones de trabajo	Diámetros comunes
	kg/cm ²	cm
Concreto reforzado	3	60 a 150
Asbesto cemento	10 y más	5 a 100
Fierro fundido	10 " "	7.5 a 45
Acero	30 " "	1 a 500
Madera	1.5	100 a 300
Concreto prefabricado	12	25 a 150
Plástico	10	1 a 10

Pérdidas en las Tuberías

Cuando circula un líquido por un tubo sufre pérdidas en su energía, debiéndose estas pérdidas a las siguientes causas:

Pérdida mayor	Fricción
Pérdidas secundarias	Entrada
	Salida
	Súbito ensanchamiento del tubo
	Súbita contracción del tubo
	Obstrucciones en el tubo (válvulas, etc.)
	Cambio de dirección en la circulación

Generalmente la pérdida más importante es la debida a la fricción, aunque en ciertos casos algunos de los otros factores pueden ser de importancia y en otros incluso pueden no existir (Trueba Coronel, 1947). En cada caso particular los de mayor valor se denominan "pérdidas principales" o mayores; los de valores pequeños (que a veces pueden despreciarse), llámense "pérdidas secundarias".

Pérdida de carga por fricción. Es una pérdida de carga continua (hf_1) que asumimos ocurre en una proporción uniforme, a lo largo de un tubo derecho de diámetro y rugosidad constante. Cuando la tubería es de gran longitud, esta pérdida es la principal

y llega a ser tan grande que a veces pueden despreciarse los demás factores, por ser comparativamente muy pequeños. Dice King (3) que "si la longitud de un tubo en cualquier problema es de 500 diámetros, el error resultante, sin considerar pérdidas de carga menores, ordinariamente no excederá del 5 por ciento; y si la longitud es de 1,000 diámetros o más, el efecto de las pérdidas de carga menores pueden usualmente considerarse nulas".

La pérdida de carga por fricción (Addison, 1) que Trueba - Coronel (5) llama de frotamiento, se representa por hf , siendo un término homogéneo con los otros términos de la ecuación; es decir, está valuado en metros o pies, según el sistema de unidades que se use. La pérdida de carga por fricción depende de los factores siguientes:

- a) El material de que esté construido el tubo (fierro, poliducto HDP, concreto, etc.)
- b) El estado de la tubería. Si es vieja y hay incrustaciones, la fricción es mayor que en los tubos nuevos
- c) Longitud de la tubería
- d) Diámetro de la tubería
- e) Velocidad de circulación del agua en la tubería

De acuerdo con lo anterior, las leyes que rigen a la pérdida de carga por fricción son: primera, la pérdida es proporcional a la longitud (L) de la tubería; segunda, es inversamente proporcional al diámetro (D) del tubo; tercera, es directamente proporcional a la carga de velocidad ($\frac{v^2}{2g}$).

Estas son las conocidas como leyes de Chezy y se englobaron en una fórmula fundamental en el cálculo de tuberías. De -

y llega a ser tan grande que a veces pueden despreciarse los de más factores, por ser comparativamente muy pequeños. Dice King (3) que "si la longitud de un tubo en cualquier problema es de 500 diámetros, el error resultante, sin considerar pérdidas de carga menores, ordinariamente no excederá del 5 por ciento; y si la longitud es de 1,000 diámetros o más, el efecto de las pérdidas de carga menores pueden usualmente considerarse nulas".

La pérdida de carga por fricción (Addison, 1) que Trueba - Coronel (5) llama de frotamiento, se representa por hf , siendo un término homogéneo con los otros términos de la ecuación; es decir, está valuado en metros o pies, según el sistema de unidades que se use. La pérdida de carga por fricción depende de los factores siguientes:

- a) El material de que esté construido el tubo (fierro, poliducto HDP, concreto, etc.)
- b) El estado de la tubería. Si es vieja y hay incrustaciones, la fricción es mayor que en los tubos nuevos
- c) Longitud de la tubería
- d) Diámetro de la tubería
- e) Velocidad de circulación del agua en la tubería

De acuerdo con lo anterior, las leyes que rigen a la pérdida de carga por fricción son: primera, la pérdida es proporcional a la longitud (L) de la tubería; segunda, es inversamente proporcional al diámetro (D) del tubo; tercera, es directamente proporcional a la carga de velocidad ($\frac{v^2}{2g}$).

Estas son las conocidas como leyes de Chezy y se englobaron en una fórmula fundamental en el cálculo de tuberías. De

acuerdo con estas leyes, y considerando además que la pérdida -- por fricción depende también del material y del estado de la tubería, se usa un coeficiente "f" que depende de estas dos condiciones. La siguiente fórmula es la de Chezy, modificada por -- Darcy:

$$hf = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

Esta es una fórmula empírica, es decir, el resultado de la experiencia, y por eso no puede demostrarse.

Tubos y Combinaciones de Tubos

Elección entre conducción cerrada y conducción abierta. Al proyectar una instalación que permita llevar el agua de un punto a otro, se comienza por escoger la clase de conducción, es decir, cerrada o abierta. Lo más frecuente es que no haya necesidad de hacer una elección premeditada y laboriosa; el ingeniero no tiene que perder mucho tiempo para decidir entre canal o tubo cuando tiene un criterio bien formado. Pero en casos que requieren una comparación seria de ambos tipos de sistemas de conducción, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

a) Tomando las precauciones necesarias puede llevarse una tubería a través del terreno sin preocuparse demasiado de las pendientes, adaptándola a las sinuosidades naturales del suelo. En cambio, los canales abiertos siempre deben estar en pendiente descendente. El lecho y el nivel del agua deben ser más o menos paralelos en todo su recorrido; cuando el canal no puede adaptarse a la configuración del suelo en algunos pasos, hay --

que construir un acueducto elevado para salvar las depresiones, o un túnel o trinchera para atravesar obstáculos o elevaciones.

b) En el caso de ser constante e inalterable la sección transversal de una conducción cerrada en un punto dado, el único modo de variar la velocidad de la corriente consistirá en modificar la pendiente virtual por estrangulación. Al disiparse en la válvula de salida el exceso de energía, se puede reducir la pendiente virtual de H/l a h/l y regular de este modo el gasto a voluntad. En un canal el gasto puede variar modificando el tirante hidráulico; por ejemplo, haciéndola pasar de d_2 a d_1 .

g) Por razones de resistencia y de más fácil construcción los tubos son por lo común de sección circular. En los canales hay que escoger entre gran variedad de formas de sección transversal.

d) La limitación de velocidad en los tubos depende muy escasamente del peligro de erosión de sus paredes interiores, al contrario de lo que sucede en los canales. En cambio, en la tubería a presión siempre existe la amenaza de daños por el golpe de ariete, lo cual no ocurre en los canales.

El golpe de ariete es un factor muy importante para determinar qué clase de tubería se debe usar (1). Al cerrarse una válvula en un tubo por donde fluye el agua a determinada velocidad, al quedar aquella en reposo en la válvula su velocidad se convierte en presión, la cual comprime al agua y expande las paredes del tubo. Esto es lo que en la práctica se llama golpe de ariete.

Este proceso continúa a lo largo de la línea, hasta llegar a su extremo, produciéndose una onda de presión cuya velocidad es importante para la determinación del valor de la sobrepresión.

La velocidad máxima de esta onda es igual a la velocidad de transmisión del sonido en el líquido que llena el tubo. Conocidas las propiedades elásticas de las paredes del mismo y el grado de compresibilidad del agua, puede establecerse una fórmula para el cálculo de la sobrepresión en diferentes tubos y re-

des, como sigue:

$$h = \frac{145 v}{\sqrt{1 + \frac{K \cdot D}{E \cdot e}}}$$

en la que:

- h = sobrepresión máxima producida por el cierre de la válvula, en metros de columna
 v = velocidad del agua en el tubo, en metros por segundo
 K = módulo de elasticidad del agua (20.67 kg/cm²)
 E = módulo de elasticidad de las paredes del tubo (para el poliducto HDP a 25° C es el de 1,335 kg/cm²)
 D = diámetro interior del tubo, en centímetros
 e = espesor de las paredes del tubo, en centímetros

Cuando la elección definitiva está sometida a consideraciones de tipo económico, se sabe que mientras mayor sea el volumen del agua más indicada es la construcción de canales que el de tubería. En acueducto que se extienda en varios kilómetros presenta grandes ventajas un sistema mixto; esto es, tramos de tubería alternados con tramos de canal, según sean las características del terreno de que se trate.

Consideraciones Generales sobre Tuberías

1. Resistencia mecánica. Es la primera cualidad que se exige a un tubo; que no se reviente, ni se rompa, ni se agriete. El espesor de sus paredes ha de ser, por lo tanto, suficiente para poder resistir:

a) Las tensiones perpendiculares a las paredes, que son las que más se tienen en cuenta y con más facilidad se calculan.

b) La tensión perpendicular producida por una presión externa excesiva, o cuando se forma una presión negativa dentro del tubo.

c) La tensión longitudinal resultante de la resistencia al rozamiento del líquido con la superficie interna del tubo. Es paradójico que, aún cuando casi todas las fórmulas relativas a las corrientes hidráulicas se fundan en un estudio de esta fuerza longitudinal, esta misma fuerza, en sí, no se calcula nunca directamente al proyectar una instalación de tubería.

d) Empuje estático y empuje dinámico en los codos y curvas de los tubos

e) Las tensiones, a veces indeterminadas, causadas por:
(1) el peso del propio tubo cuando el terreno en que se apoya es demasiado pendiente; (2) dilataciones y concentraciones térmicas; (3) poco cuidado en el transporte hasta el terreno, y (4) aplastamientos y deformaciones producidas por el tránsito pesado sobre un tubo enterrado bajo el piso de una calle o carretera, o por movimiento de tierra, etc.

2. Resistencia a la corrosión. Si el material de que está constituida la tubería (paredes) se desgasta por efecto de corrosión química o de acciones electrolíticas, o se pica en algunos sitios por cavitación, el resultado será tanto más desastroso cuanto menor sea el espesor del tubo. Para disminuir o eliminar la corrosión exterior, se protegen los tubos de fierro o de acero con una capa de asfalto de varias clases, cemento o zinc. Si el tubo va colocado sobre terreno salobre, tal protección es casi tan importante por fuera como por dentro del tubo.

3. Resistencia hidráulica. La resistencia que opone un -

tubo a la corriente líquida se expresa en función de la pérdida de carga. Con mucha frecuencia se fija de antemano el valor de la pérdida de carga por fricción, como cuando pasa el agua por su propio peso desde un depósito a una torre de distribución, salvando una distancia vertical (H). En todo caso, debe procurarse que la pendiente total de carga sea la menor posible para lo cual hay que proyectar la conducción de modo que la pérdida por fricción, para el gasto calculado, sea exactamente igual a H . Si se tratase de un depósito de nivel muy alto, se podrían producir velocidades muy elevadas en la tubería; en este caso sería necesario anular el exceso de energía estrangulando a la corriente mediante una válvula.

Por otra parte, cuando hay que elevar el agua por medio de bomba a un depósito por un tubo ascendente, la pérdida por fricción es una cuestión de criterio que puede fijarse arbitrariamente, de acuerdo con las exigencias económicas. La carga de fricción h_f , que depende de la longitud de la tubería y de las condiciones generales antes expuestas, puede alcanzar del 2 al 50 por ciento o más de la carga estática. Análogamente, en las instalaciones hidroeléctricas de mucha carga, es necesario establecer una relación razonable entre el costo excesivo de la tubería y la pérdida de energía causada por la fricción en el interior de los tubos. En tuberías de poca longitud la carga de fricción no excede, a veces, del 1 por ciento de la carga estática, y así en tuberías de varios kilómetros de longitud, ra

ramente excede del 10 por ciento.

De lo expuesto se deduce que hay que estudiar bastante, de acuerdo con lo que se trate, antes de resolver las cuestiones siguientes: diámetro de los tubos, clase de tubería y espesor de paredes que más convengan para cierto grado ó cantidad de líquido, con una pérdida de fricción determinada. Generalmente los fabricantes de las diversas clases de tubería especifican la resistencia de trabajo de sus tuberías (En nuestro caso esta resistencia es de 10 kg/cm²).

Tubería Plástica

Actualmente está teniendo numerosas aplicaciones la tubería hecha de materiales plásticos, por las muchas ventajas que ofrece en la práctica. En el comercio existen diferentes clases o marcas, siendo una de ellas la llamada "Polyducto HDP" (Asbestos de México, S. A.). Esta clase de tubos se usa para conducción de líquidos, principalmente agua a presión, y sobre todo en líneas subterráneas para redes municipales o industriales, o bien para sistemas de riego.

El "polyducto HDP" es un tubo flexible obtenido por extrusión de polietileno de alta densidad plástico virgen, y presenta las siguientes ventajas, según sus fabricantes y según lo observado en la práctica:

- a) Resistencia a la corrosión
- b) Instalación sencilla y económica

ramente excede del 10 por ciento.

De lo expuesto se deduce que hay que estudiar bastante, de acuerdo con lo que se trate, antes de resolver las cuestiones siguientes: diámetro de los tubos, clase de tubería y espesor de paredes que más convengan para cierto grado ó cantidad de líquido, con una pérdida de fricción determinada. Generalmente los fabricantes de las diversas clases de tubería especifican la resistencia de trabajo de sus tuberías (En nuestro caso esta resistencia es de 10 kg/cm²).

Tubería Plástica

Actualmente está teniendo numerosas aplicaciones la tubería hecha de materiales plásticos, por las muchas ventajas que ofrece en la práctica. En el comercio existen diferentes clases o marcas, siendo una de ellas la llamada "Polyducto HDP" (Asbestos de México, S. A.). Esta clase de tubos se usa para conducción de líquidos, principalmente agua a presión, y sobre todo en líneas subterráneas para redes municipales o industriales, o bien para sistemas de riego.

El "polyducto HDP" es un tubo flexible obtenido por extrusión de polietileno de alta densidad plástico virgen, y presenta las siguientes ventajas, según sus fabricantes y según lo observado en la práctica:

- a) Resistencia a la corrosión
- b) Instalación sencilla y económica

Fierro galvanizado	\$ 6.15
Polyducto "HDP"	" 2.27
	<hr/>
Ahorro en la tubería por metro de "Polyducto HDP" ...	\$ 3.88

PROCEDIMIENTOS

El aforo se hizo con el fin de conocer la cantidad de agua disponible y establecer así una tubería de diámetro adecuado al gasto que produjera dicho manantial.

Para llevar a cabo el trabajo, uno de los métodos fue calcular el gasto valiéndome de una tina, una manguera de polietileno de 20 m aproximadamente y un reloj, así obtuvimos que en el tiempo de 30 segundos nos daba un gasto de 3,250 cc, de ahí se dedujo lo que producía por segundo eran 108 cc igual a 0.108 lt/seg o sea igual a 0.000108 m/seg, esto se toma en cuenta con el fin de tirar una tubería que sirva para conducir el gasto. Al calcular se vió que una tubería de 3/8 de pulgada era lo adecuado para la capacidad del manantial, pero lamentablemente ya no se fabrica a ese diámetro, y se vió en la necesidad de recurrir al de 1/2 pulgada. Además el diámetro anterior presentaba el problema que era muy pequeño y cualquier basura o arena que entrara en suspensión podría entrar a la tubería y con el tiempo sedimentarse y obstruir el paso del líquido ya que el manantial está situado en la parte más baja del arroyo con una considerable profundidad y tomando en cuenta que en avenidas ha logrado bajar rocas de gran tamaño, lo mismo arena, arcilla y restos vegetales que se encuentran disueltos en el agua de corriente; respecto a estos factores se ha tomado en consideración este problema.

También tenemos que la cantidad de agua es la suficiente -

para abastecer las necesidades de consumo y como se ha mencionado anteriormente los excedentes han sido empleados en la siembra de pequeña área que ha sido cubierta con hortalizas y legumbres.

Los aforos de donde procede el agua como se vió es de -----
0.000108 m/seg, entonces en la parte de abajo donde está situada la pila de almacenamiento se reguló que hubiera un gasto aproximado de 0.000100 m/seg para que siempre permaneciera una reserva de 0.000008 m/seg, y así en esta forma se logra obtener la tubería siempre aforada, así como también se evita el problema de -- que llegen a formarse bolsas de aire, que al penetrar éste, interrumpe el flujo.

Para obtener el desnivel que hay desde el manantial al ejido se hizo por medio de una regla graduada o "estadía", tomando lecturas hasta el milímetro; la regla era de 400 cm. Así se llegó a la conclusión que el desnivel fue de 297.507 metros en una longitud de 4,320 metros. Se tomaron lecturas de diferencia de nivel de cada 20 metros y puntos de liga en lugares que no se prestaba para hacer lecturas, las cuales fueron tomadas por medio de un nivel Gurley, una cinta métrica decimal, además se emplearon dos balísas de 2.50 metros, se usaron 216 estacas aproximadamente para marcar las estaciones o puntos de lectura, las estacas que se emplearon fueron hechas por el personal que contribuyó a la realización del trabajo.

Se llevó a cabo la nivelación de la siguiente manera:

Estación	+	Alt. de ap.	Mens	Cotas
Bn 1	0.371	1000.371		1000.000
0+000			1.571	998.800
0+020	0.430	998.631	2.170	998.201
0+040			3.375	995.256
0+060			3.099	995.532
0+080	0.231	994.862	4.000	994.631
0+100			0.400	994.462
0+120			3.151	991.711
0+140	0.257	991.119	4.000	990.862
0+160			2.115	989.004
0+180			3.192	987.927
0+200	0.471	987.590	4.000	987.119
0+220			1.943	985.647
0+230	0.273	985.184	2.679	984.911
0+250	0.027	981.373	3.838	981.346
0+260	0.198	977.571	4.000	977.373
0+265	0.675	975.974	2.272	975.299
0+270	0.679	973.519	3.134	972.840
0+280	0.030	969.549	4.000	969.519
0+300			2.605	966.944
0+320			2.962	966.587
0+340	0.700	966.374	3.875	965.574
0+360			3.012	963.362
0+380	0.143	962.522	3.995	962.379
0+400			3.625	958.897
0+420	0.280	958.802	4.000	958.522
0+440			1.743	957.059
0+460			2.571	956.231
0+480			3.500	955.302
0+500	0.032	954.837	3.997	954.805
0+520			0.920	953.917
0+540			2.000	952.837

Estación	+	Alt. de ap.	Menos	Gotas
0+560			2.500	952.337
0+580	1.301	952.553	3.585	951.252
0+600	0.097	949.170	3.480	948.073
0+620	0.020	945.190	4.000	945.170
0+640	0.447	941.637	4.000	941.190
0+660	0.019	937.656	4.000	937.637
0+680	0.050	933.706	4.000	933.656
0+700	0.210	932.141	1.775	931.931
0+720	0.050	929.691	2.500	929.641
0+740			1.420	928.271
0+750			2.600	927.091
0+780			3.320	926.371
0+800	0.032	925.723	4.000	925.691
0+820			1.402	924.321
0+840			2.930	922.793
0+860	0.435	922.178	3.980	921.743
0+880			1.450	920.728
0+900			2.242	919.936
0+920			3.480	918.698
0+940	0.610	918.788	4.000	918.178
0+960	0.709	915.497	4.000	914.788
0+980			1.512	913.985
1+000			2.427	913.070
1+020			3.450	912.047
1+040	0.450	911.947	4.000	911.497
1+060			1.957	909.990
1+080	0.249	908.196	4.000	907.947
1+100	0.143	904.339	4.000	904.196
1+110	0.020	900.379	3.980	900.359
1+120	0.015	896.584	3.180	896.569
1+140			1.025	895.559
1+160			2.154	894.430

Estación	+	Alt. de ap.	Menos	Cotas
1+180	0.202	892.806	3.980	892.604
1+200			1.010	891.796
1+220			2.000	890.806
1*240			3.000	889.806
1+260	0.415	889.270	3.951	888.855
1+280			1.050	888.220
1+300			2.005	887.265
1+320			2.950	886.320
1+340	0.010	885.280	4.000	885.270
1+360			1.000	884.280
1+380			2.000	883.280
1+400			3.005	882.275
1+420	0.062	881.342	4.000	881.280
1+440			1.150	880.192
1+460			2.400	878.942
1+480	0.435	878.927	3.750	877.592
1+500			1.000	877.027
1+520			2.040	875.987
1+540	0.040	874.067	4.000	874.027
1+560			1.962	872.105
1+580	0.050	870.117	4.000	870.067
1+600			2.193	867.924
1+620			2.760	867.357
1+640	0.051	866.168	4.000	866.117
1+660			1.063	865.105
1+680	0.017	863.926	2.259	863.909
1+700			2.157	861.769
1+720	0.312	860.238	4.000	859.926
1+740			3.650	856.588
1+760	0.413	856.651	4.000	856.238
1+780			1.605	855.046
1+800			2.660	853.991

Estación	+	Alt. de Ap.	Menos	Cotas
1+820	0.765	853.416	4.000	852.651
1+840			1.170	852.246
1+860			3.170	850.246
1+880	0.140	849.556	4.000	849.416
1+900			1.853	847.703
1+920			2.360	847.196
1+940	0.800	846.356	4.000	845.556
1+970			2.220	844.136
1+980			2.560	843.796
2+000			3.400	842.956
2+020	0.800	843.156	4.000	842.356
2+040			2.900	840.256
2+060	0.175	839.331	4.000	839.156
2+080	0.418	835.749	4.000	835.331
2+100	0.302	832.051	4.000	831.749
2+120			2.968	829.083
2+140	0.002	828.153	3.900	828.151
2+160			2.120	826.033
2+180	0.909	824.243	4.000	824.153
2+200			1.092	823.151
2+220			2.000	822.243
2+240			3.000	821.243
2+260	0.223	820.466	4.000	820.243
2+280			1.551	818.915
2+300			3.200	817.266
2+320	0.120	816.586	4.000	816.466
2+340			0.842	815.744
2+360			0.210	816.376
2+380			3.200	813.386
2+400	0.165	812.751	4.000	812.586
2+420			2.525	810.226
2+440	0.009	808.760	4.000	808.751

Estación	+	Alt. de Ap.	Menos	Cotas
2+460			2.052	806.708
2+480	0.415	805.175	4.000	804.760
2+500			1.153	804.022
2+520			3.332	801.843
2+540	0.095	801.270	4.000	801.175
2+560			0.791	800.479
2+580			2.600	798.670
2+600	0.021	797.291	4.000	797.270
2+620			1.025	796.266
2+640			2.000	795.291
2+660	0.120	792.511	3.900	793.391
2+680			1.000	792.511
2+700			2.000	791.511
2+720			3.000	790.511
2+740	0.027	789.538	4.000	789.511
2+760			0.970	788.568
2+780	0.010	785.578	3.970	785.568
2+800			1.678	783.900
2+820			2.800	782.778
2+840	0.012	781.735	3.855	781.723
2+860			1.015	780.720
2+880			1.622	780.113
2+900			2.915	778.820
2+920	0.025	777.760	4.000	777.735
2+940			0.820	776.940
2+960			1.275	776.485
2+980			2.041	775.719
3+000			2.900	774.860
3+020			3.410	774.350
3+040	0.090	773.850	4.000	773.760
3+060			0.860	772.990
3+080			1.591	772.259

Estación	+	Alt. de Ap.	Menos	Cotas
3+100			2.440	771.410
3+120			3.330	770.630
3+140	0.149	769.999	4.000	769.850
3+160	0.162	766.664	3.497	766.502
3+180	0.210	763.154	3.720	762.944
3+200	0.135	760.289	3.000	760.154
3+220	0.095	757.679	2.705	757.584
3+240	0.005	755.324	2.360	755.319
3+260	0.030	752.774	2.580	752.744
3+280			2.008	750.766
3+300	0.340	749.114	4.000	748.774
3+320			2.242	746.872
3+340	0.837	745.971	3.980	745.134
3+360			2.400	743.571
3+380	0.140	742.211	3.900	742.071
3+400			1.330	740.881
3+420			2.720	739.491
3+440	0.418	738.629	4.000	738.211
3+460			1.550	737.079
3+480			2.360	736.269
3+500			2.910	735.719
3+520	0.430	735.059	4.000	734.629
3+540			1.500	733.559
3+560			2.170	732.889
3+580			3.190	731.869
3+600	0.457	731.516	4.000	731.059
3+620			1.345	730.171
3+640			2.175	729.341
3+660	0.401	727.917	4.000	727.516
3+680			2.950	724.967
3+700	0.060	723.992	3.985	723.932
3+720			1.654	722.338

Estación	+	Alt. de Ap.	Menos	Cotas
3+740			1.155	722.837
3+760			2.910	721.082
3+780			3.480	720.512
3+800	0.092	720.134	3.950	720.042
3+820			0.960	719.174
3+840			2.090	718.044
3+860			3.030	717.104
3+880	0.135	716.679	3.590	716.544
3+900			0.920	715.759
3+920			2.491	714.188
3+940	0.256	713.581	3.354	713.325
3+960			1.769	711.812
3+980			2.573	711.008
4+000			3.530	710.051
4+020	0.020	709.721	3.880	709.701
4+040			0.850	708.871
4+060			1.620	708.101
4+080			1.445	708.276
4+100			2.700	707.021
4+120	0.080	705.801	4.000	705.721
4+140			1.400	704.401
4+160			0.950	704.851
4+180			1.080	704.721
4+200			1.970	703.931
4+220	0.652	703.803	2.650	703.151
4+240			0.863	702.940
4+260			0.956	702.847
4+280			0.863	702.940
4+300			0.584	703.219
4+320			1.310	702.493

También se tomó en cuenta el gradiente hidráulico, ya que es un factor de consideración en la pérdida de agua, que se deba a la fricción de los líquidos según la tubería a que hayan sido sometidos, y así se estudió a varias alturas para saber a cuál de ellas podría llegar el líquido determinado y la presión que ofrecía esta misma. Se tuvo así que a los primeros 100 metros de distancia pierde una altura de 5.67 metros.

Para conocer esa pérdida de altura se procedió de la siguiente manera: Se calculó primero la velocidad de circulación para sustituirla después en la fórmula de Chezy. Se calculó la velocidad de la siguiente manera: $V = \frac{Q}{S}$ en donde Q es igual al gasto que equivale a 0.000108 m³/seg; S es igual a la superficie de dicho tubo de donde se tiene -- que $S = 1/4$ de πD^2 siendo $\pi = 3.1416$; y D = al diámetro que es 0.0127 m.

Por lo tanto tenemos $S = 0.000126$ m², de donde tendremos los valores de S y Q para despejar V que es $= \frac{0.000108 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.000126 \text{ m}^2}$ igual a 0.85 m/seg; por lo tanto $V^2/2g = 0.36$.

Así que para despejar u obtener el gradiente hidráulico_ valiéndonos de la fórmula de Chezy (esta fórmula es empírica, es decir, resultado de la experiencia y por lo tanto no puede demostrarse.

$$H_f = F \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g}$$

Así que se tiene un tubo de polietileno nuevo cuyo diámetro es de media pulgada, (0.0127 m) y el coeficiente de fricción_

es de 0.02. Cuando circula un gasto de 0.000108 m³/seg, la tubería tiene una longitud de 100 metros. Así que los datos son:

$$d = 0.0127 \text{ m}$$

$$f = 0.02$$

$$L = 100 \text{ m}$$

$$Q = 0.000108 \text{ m}^3$$

$$\text{Por lo tanto } H_f = 0.02 \times \frac{100}{0.0127} \times 0.036 = 5.670 \text{ m}$$

o sea que se pierde una altura de 5 metros 670 milímetros.

Si como se acaba de ver a los 100 metros pierde una altura de 5.670 m, a los 1000 metros perdería 56.0 metros de altura con 70 cm. Por lo tanto, a los 4320 metros perderíamos una altura de 244.94 (294 metros 94 centímetros).

Así es que nos queda un margen de presión de 56.918 metros, de los cuales hubo necesidad de distribuir las rompepresiones con el fin de que no fuese interrumpido el flujo; ya que si esto hubiese ocurrido nos tendríamos que valer de algún auxiliar mecánico, y esto vendría a representar una erogación económica adicional. Por tanto, se buscó la manera de que el flujo bajara por gravedad, pues para incorporarle altura tendríamos que disponer de algún papalote de viento o alguna bomba eléctrica, lo cual representaría algo imposible, ya que dicho ejido está desprovisto de corriente eléctrica.

Los rompepresiones se pusieron el primero a 250 metros - así que perdemos una altura de 14.17 metros, quedándonos un -

margen de 5.82 metros de presión; el segundo rompedores lo tenemos a una distancia de 1,150 metros o sea 900 metros del anterior, así que entre el primero y el segundo hay un desnivel de 80 metros y en esa distancia perdemos 51.30 metros de altura por el gradiente hidráulico, quedando libres 28.70 metros.

El tercero fue puesto a 2,550 metros del manantial o sea a 1,400 metros de distancia del anterior, perdiendo 82.11 metros de desnivel debido al gradiente hidráulico, pero del segundo al tercero tenemos un desnivel de 100 metros, así que nos quedan libres 17.89 metros de presión.

Del tercero al depósito final que está situado en la población de dicho ejido tenemos una pila de almacenamiento aproximadamente de 10,000 litros.

En el conducto de dicha pila tenemos una especie de T (antes de entrar al depósito de almacenamiento) el cual un ramal lo dirigimos hacia unos depósitos que están situados sobre una construcción que fue destinada para obtener baños de regadera, y lavabos o lavaderos la cual fue dividida a lo largo para situar siete regaderas en el departamento de hombres y siete regaderas en la parte de mujeres; a dicha construcción también se logró adicionarle dos calentadores de leña (boilers) para calentar el agua que se destina para el baño y para el lavado de ropa.

Esta construcción tiene poco más de dos años funcionando y se ha podido observar una notoria limpieza tanto en niños como en adultos.

CONSTRUCCION DE PLANOS

La construcción del plano del levantamiento tuvo como finalidad conocer la cantidad de tubería que fue utilizada en dicho trabajo, y ver la forma que quedó diseñado en el campo, para ver los puntos que pudieran haber quedado a ser propensos a modificaciones.

Para este trabajo se empleó un teodolito marca Gurley de un minuto de aproximación en los círculos horizontal y vertical, dos balisas de 250 centímetros y una estadía centesimal de cuatro metros.

El método seguido fue el de ángulos internos, anotándose los rumbos magnéticos de cada línea para comprobar los valores; la longitud de la línea del polígono se midió con estadal haciendo dos lecturas, una directa y otra inversa; se tomó como aceptable el promedio de ellas.

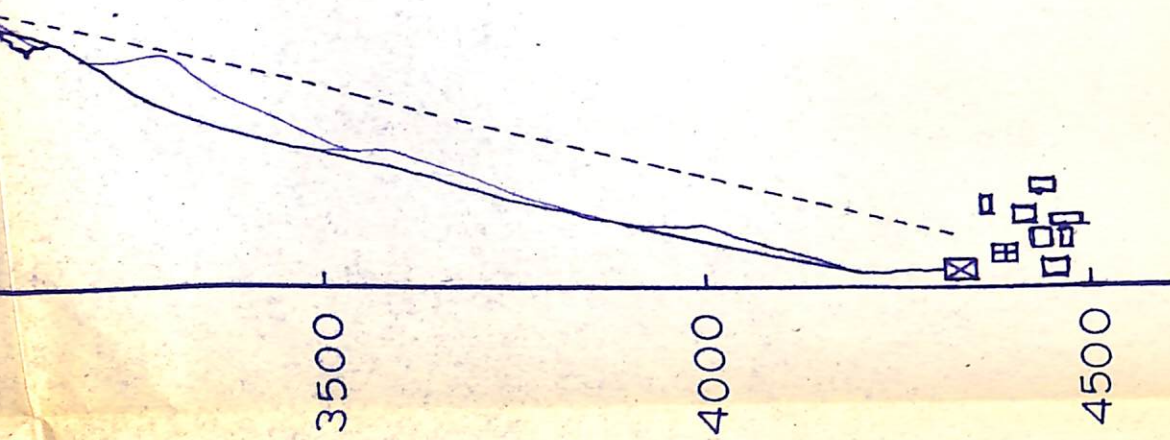
Se levantaron en el campo los datos que se presentan.

Nota: Las gráficas del gradiente hidráulico van acompañadas con el perfil de la nivelación.

Se hizo con el fin de no ocupar tanto volumen y a la vez hacer una cosa representativa en lo mínimo de espacio y así evitar paja o relleno.

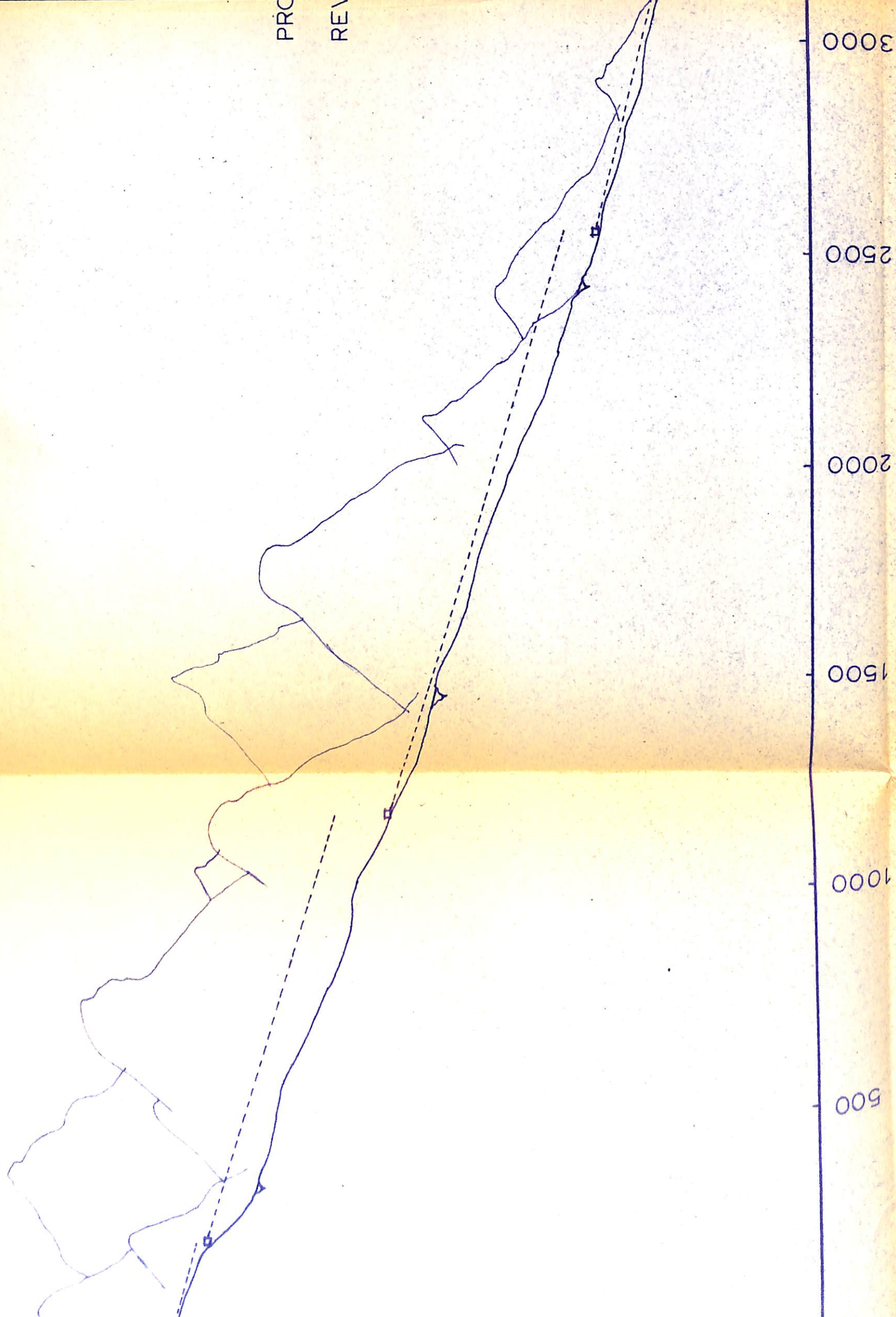
ECTO Y CALCULO. —————
RAMON DARIO ARANDA RUVALCABA

SO APROBADO . —————
ING. JOSE A. DE LA GARZA



L O G I A	
	Poblado
	Baños
	Pendiente
	Gradiente Hidraulico

PLANO DEL PERFIL DEL TRAZO DE LA
TUBERIA Y GRAFICA DEL GRADIANTE HI-
DRAULICO ANEXO.



Escala Horizontal: 1:10,000

S I M B O L O

□ Rompe presion

● Manantial de agua

⊠ Pila de Almacenamiento

∨ Arroyo



Foto. 1.
Rompepresiones forma de
proteger la tubería de
la presión



Foto. 2.
Protección de la tubería
al pasar por un arroyo -
que cruzó en el trayecto.



Foto. 3.

Protección de la tubería por medio de tubo metálico para evitar la afectación de sol, aire, etc.



Foto. 4.

Pila de almacenamiento, capacidad 10 m³ y vista de la siembra de hortalizas que son cultivadas de los excedentes de agua.



Foto. 5.

Aspecto de los baños
y lavaderos.