

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA LA IMPARTICION PRACTICA DE
LA DOCENCIA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA, EN LAS

AREAS RELACIONADAS CON LA HIDRAULICA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC

DEPOSITO LEGAL

PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

TESIS DE REFERENCIA
NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.



Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

VICTOR HUGO MENDEZ ESTRADA

Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre 1979.

R
01
T(379)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Saúl Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano
Vocal 1o.
Vocal 2o.
Vocal 3o.
Vocal 4o.
Vocal 5o.
Secretario

Doctor Antonio Sandoval S.
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.

Ing. Agr. Rudy Villatoro
P.A. Efraín Medina
Prof. Edgar Franco
Ing. Agr. Carlos Salcedo Z.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano
Examinador
Examinador
Examinador
Secretario Incidental

Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Ing. Agr. MSc. Oscar González
Ing. Agr. MSc. Luis R. Samayoa
Ing. Agr. Ricardo Miyares
Doctor Antonio Sandoval S.





FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	_____
Asunto	_____

Guatemala,
21 de noviembre de 1979.

Señor
Decano de la Fac. de Agronomía
Dr. Antonio Sandoval
Presente.

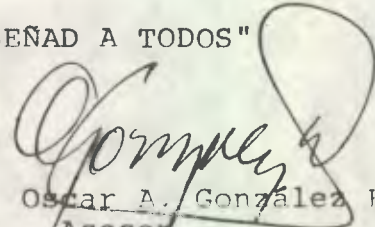
Señor Decano:

De acuerdo al nombramiento efectuado por esa Decanatura he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis titulado: "DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA LA IMPARTICION -- PRÁCTICA DE LA DOCENCIA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA, EN LAS AREAS RELACIONADAS CON LA HIDRAULICA", elaborado por el estudiante VICTOR HUGO MENDEZ ESTRADA.

He de manifestar a usted que dicho trabajo reúne los - requisitos académicos exigidos por la Facultad por lo que - recomiendo sea aprobada como tesis de grado; al mismo tiempo considero que es una valiosa contribución al desarrollo de las actividades académicas que la Facultad de Agronomía se propone realizar dentro de su reestructuración.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Oscar A. González H.
Asesor

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a lo que establece la ley orgánica de -
la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor -
de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis - -
titulado: "DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA LA IMPARTICION -- -
PRACTICA DE LA DOCENCIA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA, EN LAS
AREAS RELACIONADAS CON LA HIDRAULICA."

Presentándolo como requisito previo a optar el título
de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado
en Ciencias Agrícolas, para su aprobación.

Deferentemente,

Víctor Hugo Méndez Estrada

ACTO QUE DEDICO

A DIOS SUPREMO CREADOR, GUIA ESPIRITUAL EN MI CAMINO

A LA MEMORIA DE MIS ABUELITOS

A LA MEMORIA DE MI TIO

RICARDO MENDEZ SANDOVAL

A MIS PADRES

BENEDICTO MENDEZ SANDOVAL
MARIA E. DE MENDEZ

A MI ESPOSA

IRMA B. DE MENDEZ

A MIS HIJOS

VICTOR HUGO Y PAULA MARIA

A MIS HERMANOS

MARIO RENE, BENEDICTO ALFRE-
DO, ROSSE MARY Y MIRNA LETI-
CIA.-

A MIS SOBRINOS

A MIS TIOS Y TIAS

A MIS FAMILIARES

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.-

AGRADECIMIENTO

- A mis padres Benedicto Méndez Sandoval y María E. de Méndez por sus esfuerzos realizados que contribuyeron en mi formación universitaria.
- Al Ingeniero Agrónomo MSc., Oscar González por su asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
- A todas aquella personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

C O N T E N I D O

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO	4
III. REVISION DE LITERATURA	5
IV. DESCRIPCION GENERAL DEL LABORATORIO PROPUESTO.	11
V. PROGRAMA DE EXPERIMENTOS Y PRUEBAS A REALIZAR.	13
VI. ENUMERACION DE LAS INSTALACIONES Y APARATOS NECESARIOS.	17
VII. DESCRIPCION DETALLADA DE LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO.	20
VIII. ORGANIZACION FISICA DEL LABORATORIO.	61
IX. PROGRAMA DE HABILITACION PROGRESIVA DE LAS INSTALACIONES.	63
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	66
XI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.	69

I. INTRODUCCION:

El método experimental y la observación es de vital importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje.

La facultad de Agronomía en los últimos años a estado realizando un proceso de reestructura, en la cual se enfoca las materias del nuevo plan de estudios con un criterio objetivo y de acuerdo a la realidad nacional; ésta también conlleva a mejorar adecuadamente los procedimientos del proceso de enseñanza-aprendizaje así como su contenido.

Actualmente se tiene el problema que la mayoría de cursos se imparten en forma teórica, no pudiéndose completar la parte práctica porque no se cuenta con los medios materiales para hacerlo.

El presente trabajo enfoca los distintos cursos relacionados con hidráulica, en los que actualmente todos los fenómenos se explican casi exclusivamente en forma oral, llevando una gran desventaja el alumno por no poder realizar una observación o investigación que le daría un criterio más amplio en estas materias.

En el nuevo plan de estudios propuesto en el proceso de reestructura se imparten cursos como: Hidráulica, Hidrología, principios y métodos de riego, técnicas de estanques, desarrollo de recursos hidráulicos, máquinas hidráulicas, diseño de sistemas de riego, diseño de sistema de drenaje, acuacultura; de acuerdo con

los cursos mencionados es evidente la importancia que se le está dando a esta área y por ende para la formación del futuro profesional de Agronomía.

Por lo anteriormente expuesto es de suma importancia que en el futuro se cuente con un laboratorio adecuado para la impartición de las prácticas, necesarias para la mejor comprensión de la parte teórica de los cursos relacionados con hidráulica.

Como se dijo anteriormente se buscan formas de enseñanza más adecuada a la realidad nacional, existiendo la tendencia de lograr en el menor tiempo una asimilación máxima de conocimientos teórico-prácticos ello dado la demanda creciente del personal altamente calificado en el ramo agrícola; esto será posible en la medida en que se logre una combinación adecuada de la teoría y de la práctica.

El aprovechamiento será mayor cuanto más objetivos sean los métodos de transmisión de conocimientos que se utilicen, ya que la eficiencia en el aprendizaje es función de la teoría y de la práctica y de la interacción entre ambas, cuya interacción juega un papel importante en la fijación de los conocimientos.

Es claro que esto implica la necesidad de equipo indispensable para la realización de las prácticas, que además es costoso, pero los esfuerzos que se hagan por conseguirlo se verán compensados con una transmisión y asimilación más eficiente de los conocimientos.

Es de hacer notar que en el edificio de laboratorios de la Facultad de Agronomía se contempla un área en el nivel 0 que servirá para la construcción del laboratorio de hidráulica, es decir, ya que se cuenta con espacio físico; que permitirá su habilitación en forma progresiva, así mismo se hace necesario contar con el personal profesional especializado en esta área para que se encargue de el manejo y operación eficiente del nuevo laboratorio.

Es evidente que existiendo las condiciones antes mencionadas, el laboratorio de hidráulica será una realidad - para nuestra Facultad y las futuras generaciones que pasen por esta casa de estudios tendrán la oportunidad de lograr una mejor preparación en este campo.

Este trabajo de tesis, en resumen plantea el desarrollo del laboratorio de hidráulica, las instalaciones y equipo necesario, así como las etapas de su implementación.

O B J E T I V O S:

- Diseñar un laboratorio para la impartición práctica de la docencia en la Facultad de Agronomía en las - areas relacionadas con la hidráulica.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA:

1. Historia de la utilización de los recursos hidráulicos en el mundo.

Al revisar el desarrollo de las actividades relacionadas con el uso del agua a nivel mundial, - se resalta el hecho de que las experiencias del hombre en este campo, datan del año 5,000 A.C. en Egipto, Persia y China. En el caso de Egipto, las inundaciones anuales del Nilo, actuaban como un sistema de riego natural, lo cual era muy beneficioso a la agricultura, llegándose luego a programar a nivel - nacional, estructuras de control de las inundacio - nes, y más tarde de riego.

En Persia (año 2200 A.C.) los rios Tigris y Eufrates, formaron la base del sistema de canales - de riego más largos de la historia operados por el hombre.

Con los conocimientos de las propiedades fí - sicas del agua, adquiridos en base a la observación, el hombre inició la construcción de obras físicas, tales como: cavar pozos, construcción de canales, - operación de ruedas hidráulicas y rudimentarios sis - temas de bombeo, también se construyeron acueductos.

En la moderna mecánica de fluidos, a excepción de las teorías de arquímedes, (250 A.C.) son muy escasas las teorías antiguas que aparecen en la moderna mecánica de fluidos. Fue hasta la época de Leonardo Da Vinci (1452-1519) que con el proyecto y construcción del primer canal de esclusas de Milán, introdujo una nueva era en la ingeniería - Hidráulica.

Luego, la acumulación de los conocimientos sobre la hidráulica fué aumentando, contribuyendo en forma relevante a la ciencia: Galileo, Torricelli, Newton, Pitot, Los Bernoulli y D'Alembert; quién afirmó en el año de 1774 - "La teoría de los fluídos debe necesariamente basarse en los experimentos".

Hacia fines del siglo pasado, aparecieron nuevas industrias y una agricultura más tecnificada, que demandaban conocimientos sobre el flujo de los fluidos diferentes del agua. Este hecho y algunos avances significativos en el conocimiento, tendieron a impedir el avance del empirismo en la hidráulica. Estos avances fueron:

- a. Las investigaciones teórico prácticas de Reynolds.
- b. El desarrollo del análisis dimensional de Raleigh
- c. El uso de los modelos por Froude, Farge y Engels en la solución de los problemas de los fluidos.
- d. El rápido progreso de la aeronáutica teórica y práctica de los trabajos de Lanchester, Lilienthal, Kutta Joukowski, Betz y Prandtl.

Estos avances dieron lugar al nacimiento de la moderna mecánica de fluidos y entre los principales contribuyentes tenemos a: Prandtl, Blasius, Karman, Stanton, Kikuradse, Bacmenteff, Koch, Buckingham, Gibson, Rehbock, Durand, Mises, Taylor y Dryden.

2. Los recursos Hidráulicos en Guatemala:

El agua de que dispone el país, uno de los recursos naturales más importantes, proviene únicamente de la precipitación pluvial.

Utilizando las isoyetas de precipitación media anual del atlas climatológico, se estima que anualmente (en promedio) Guatemala recibe 268,322 millones de metros cúbicos, de los cuales, aproximadamente 201,014 millones de metros cúbicos son acarreados por los ríos anualmente hacia el mar. Por esa circunstancia, puede decirse que en Guatemala el agua es abundante y poco utilizada.

La información básica existente, indica que Guatemala se divide hidrográficamente en dos grandes vertientes que contienen 35 cuencas hidrográficas principales, esta información se puede resumir así:

Vertiente	Area en Km. ²	No. cuencas	Drenaje en millones de mts. ³
Del pacífico	23,990	18	41,663
Del Atlántico			159,351
a) Golfo de México	50,805	10	
b) Mar de las anti-llas.	57,005	7	
TOTALES	131,800	35	201,014

Conviene resaltar que los numerosos rios de la vertiente del pacífico son de pequeña longitud, por tal motivo sus caudales son inestables, en contraposición con los del atlántico, que por ser más largos, de mayor caudal, tienden a ser más estables.

Dadas las condiciones económicas que prevalecen en el país las demandas a las cuales debe dárseles mayor prioridad a nivel nacional son: Consumo doméstico, electrificación, riego, navegación, pesca y recreación; estas prioridades pueden ser modificadas de acuerdo a las necesidades a nivel nacional.

En cualquier caso, las proporciones del problema se pueden visualizar, si se considera que en el año 2,000 la población en Guatemala será aproximadamente de 12 millones de habitantes, por lo tanto el incremento en el uso del agua será mayor (dotación de agua potable y otros) también el desarrollo económico del país requiere de energia eléctrica a bajo costo

A.- Aspecto Institucional:

En 1957 fue creado el departamento de Recursos Hidráulicos, el cual se conoce hoy en día como división de recursos hidráulicos.

Desde su formación ha habido fortalecimiento y debilitamiento de su cuerpo técnico, de manera que en la actualidad no puede decirse que sea mejor o tenga mayor experiencia que cuando dicha institución fue creada.

Además de la División de Recursos Hidráulicos, existen otras instituciones que están relacionadas con el recurso agua, y como un paso hacia la coordinación necesaria, lo constituye la creación del comité nacional coordinador de Hidrología y meteorología (Integrado por el Instituto Nacional de Electrificación INDE, Instituto Geográfico Nacional IGN, y el Observatorio Nacional que por ahora coordinan los programas para obtener datos hidrográficos, meteorológicos y oceanográficos que llevan a cabo diferentes organismos del estado.

Además de este comité e instituciones mencionadas, existen las siguientes organizaciones:

- a.- El comité nacional del decenio hidrológico Internacional.
- b.- La Municipalidad de Guatemala y las del interior de la república responsables del suministro de agua potable.
- c.- La Facultad de Ingeniería Civil y Regional de Ingeniería Sanitaria, responsable de preparar elemento humano y promover la investigación y estudio del recurso agua.
- d.- El INTA, que tiene autoridad y responsabilidad para evaluar y regular el aprovechamiento del recurso agua, en zonas de desarrollo agrario.
- e.- La División Forestal, responsable de reforestar aquellas áreas en donde exista nacimientos de agua.

- f.- La dirección de Minería e Hidrocarburos, que restringe y sanciona la contaminación y desperdicio del agua y trata lo relacionado a servidumbres y acueductos.
- g.- La dirección de límites y aguas internacionales, que depende del Ministerio de relaciones exteriores, y nació a raíz de los problemas suscitados con el gobierno Mexicano por el uso de las aguas del río Usumacinta.

B. Legislación:

En nuestro medio practicamente no exista una ley de aguas que norme el desarrollo y aprovechamiento de este importante recurso lo que se encuentra entre la extensa gama de leyes, código y reglamentos, y decretos que constituyen nuestro ordenamiento legal, son inoperantes. Sin embargo, desde principios de 1960 se han estado haciendo intentos para llegar a decretar una ley. En 1972 se aprobaron un reglamentos que normaron la operación de los distritos de riego en areas bajo la responsabilidad del estado y que son como sigue:

- a.- Un reglamento de riego (Acuerdo Gubernativo de los ministerios de Agricultura, Finanzas Públicas y Gobernación No. 4-72 del mes de julio de 1972.
- b.- Un reglamento de tarifas (Acuerdo gubernativo de los Ministerios de Agricultura y Finanzas Públicas No. 13-72 de julio de 1972)
- c.- Un Reglamento de servidumbre para conducción de agua (Decreto Legislativo 49-72 del mes de Agosto de 1972).

IV) DESCRIPCION GENERAL DEL LABORATORIO PROPUESTO:

El laboratorio se orienta específicamente al estudio de la mecánica de fluidos, por lo que se trata de realizar una organización y detalle del laboratorio tomando en cuenta el área disponible para tal fin, localizada en el nivel 0 del edificio de laboratorios de la Facultad de Agronomía.

Tomando en cuenta que el laboratorio conlleva fines educativos se considera el aspecto didáctico para seleccionar sus características; según lo anterior el laboratorio permitirá que se realicen dos clases de análisis: Análisis Cualitativo que es recomendable para cursos más elementales relacionados con la Hidráulica, ya que en este análisis la visualización del movimiento es la meta principal.

2. Análisis cuantitativo que se recomienda para estudiantes que lleven cursos avanzados relacionados con la hidráulica y que tengan conocimientos sobre tres principios que son fundamentales en la mecánica de fluidos: Continuidad, Momentum y Energía.

La finalidad del análisis cuantitativo deberá ser la comprobación de tales principios.

Además de los ensayos con fines educativos o instructivos el laboratorio de hidráulica debe de tener cierta flexibilidad para realizar ensayos de maquinaria y dispositivos hidráulicos para su uso real, rea -

lizando ensayos principalmente de calibración, medida de rugosidad de cañería, ensayos de contadores venturi, calibración de tubos Pitot, ajustes de molinetes de aforo, ensayos de bombas centrífugas y bombas alternativas de pequeña potencia, valoración de pérdidas de carga en válvulas y accesorios de cañerías.

Para un laboratorio de mecánica de fluidos es recomendable que por lo menos tres fluidos diferentes sean utilizados, los que se usan con más regularidad son: Agua, Aceite y Aire. En este laboratorio se realizarán ensayos únicamente con agua y aceite por ser para fines de enseñanza.

El funcionamiento del laboratorio de hidráulica descrito superficialmente será el siguiente: Las instalaciones en su totalidad serán abastecidas por un tanque de almacenamiento subterráneo al cual regresará toda el agua después de ser utilizada, se tendrán algunas instalaciones que requieran de una carga constante de agua lo cual será suministrada por un tanque de nivel constante.

V) PROGRAMA DE EXPERIMENTOS Y PRUEBAS A REALIZAR

1. Leyes fundamentales de la hidrostática
 - 1.1 Determinación de pesos unitarios de varios fluidos.
 - 1.2 Determinación de valores de viscosidad para varios fluidos.
 - 1.3 Estudio y cuantificación del fenómeno de tensión superficial en varios fluidos.
 - 1.4 Estudio y cuantificación de la capilaridad.
 - 1.5 Determinación del valor de la presión de vapores para agua.
 - 1.6 Determinación de la presión hidrostática.
Presión absoluta y relativa.
 - 1.7 Uso y funcionamiento de barómetros.
 - 1.8 Uso y funcionamiento de manómetros.
 - 1.9 Demostración del principio de Pascal.
 - 1.10 Uso de tubos en "U" para determinación de densidades varias.
 - 1.11 Demostración del principio de Arquímedes con agua.
 - 1.12 Fuerza Hidrostática sobre compuertas.
 - 1.13 Estabilidad de muros y embalses
2. Estudio cualitativo del escurrimiento.
 - 2.1 Experiencia de Reynolds.
 - 2.2 Estudio del flujo de Poiseuille.



2.3 Estudio del efecto de obstáculos diversos en el curso de la corriente.

3. Uso de medidores de velocidad y caudal.

Aforos

3.1 Molinetes

3.2 Vertederos

3.3 Flotadores

3.4 Tubos Venturi

3.5 Orificios

3.6 Pitometros

3.7 Medida volumétrica de caudales

4. Medidas de cotas en la superficies líquidas

4.1 Tubos piezométricos

4.2 Medidores de punta y de gancho

5. Escurrecimiento del agua en conductos abiertos.

5.1 Estudio del escurrecimiento en canales en condiciones normales.

5.2 Estudio del escurrecimiento en canales; casos especiales.

5.3 Obstáculos en escurrecimiento en canales

5.4 Salto Hidráulico.

5.5 Flujo bajo compuerta en canal

5.6 Perfiles de la superficie de agua en canales

5.7 Estudio del escurrecimiento sobre vertederos.

6. Escurrecimiento del agua en tuberías

6.1 Pérdida de carga por fricción

6.2 Pérdida de carga por cambio de dirección y accesorios en las tuberías.

6.3 Estudio del gradiente de energía y del gradiente hidráulico en tubos.

6.4 Flujo a través de tuberías diferentes conectadas en serie o paralelo.

7. Estudio del escurrimiento en orificios.

7.1 Determinación del coeficiente de velocidad

7.2 Determinación del coeficiente de contracción

8. Estudio del golpe de ariete.

8.1 El golpe de ariete en tuberías

8.2 Cámaras de equilibrio

8.3 Ariete Hidráulico. (Elevador de agua)

8.4 Instalaciones de Ariete hidráulico

9. Estudio de bombas elevadoras de agua.

9.1 Bombas de émbolo. Conocimiento.

9.2 Estudio de bombas de émbolo-eficiencia.

9.3 Conocimiento de las bombas de diafragma

9.4 Estudio de la rotación de agua en un vaso

9.5 Estudio de las bombas centrífugas

9.6 Estudio de la eficiencia de las bombas centrífugas

9.7 Estudio del cambio de condiciones en el trabajo de bombas

9.8 Estudio de la altura de succión

9.9 Fenómenos ilustrativos de cavitación.

10. Estudio de motores hidráulicos.

10.1 Trabajo de la rueda peltón

10.2 Cambio en las condiciones de trabajo de la rueda peltón

10.3 Estudio del funcionamiento de la rueda elemental de reacción.

- 10.4 Estudio de la turbina Francis-
- 10.5 Cambio de condiciones de la turbina Francis.
- 10.6 Estudio de la turbina Kaplán
- 10.7 Cambio de condiciones de la turbina Kaplán
- 10.8 Estudio de la altura de succión
- 10.9 Estudio de la eficiencia de motores hidráulicos
- 10.10 Trabajo en vacío de las turbinas
- 11. Calibración de instrumentos hidráulicos
 - 11.1 Determinación de rugosidad en cañerías varias
 - 11.2 Calibración de molinetes de aforo
 - 11.3 Calibración de tubos venturi
 - 11.4 Calibración de orificios
 - 11.5 Calibración de Pitometros
- 12. Estudio de la conducta del agua respecto a las partículas sólidas.
 - 12.1 Determinación de gasto y pérdidas de carga a través de filtros de arena.

VI) ENUMERACION DE LAS INSTALACIONES Y APARATOS NECESARIOS
INSTALACIONES BASICAS COMUNES.

<u>UNIDAD</u>	<u>EXPERIMENTOS</u>
1. Tanque de almacenamiento de agua.	Todos
2. Bomba hacia 3	
3. Tanque de nivel constante	Todos excepto 5.0, 6.0, 9.0, 10.1, - 10.2, 11.1, 11.2, 11.5, 11.7
4. Vertedero Triangular Potatil	Todos
5. Canales de recolección y retorno.	Todos

INSTALACIONES DE ENSAYO

6. Mesa-Mostrador con probetas, cubas, pipetas, balanzas pequeñas, termómetros, viscosímetros, balanza de torsión, tubos de cristal graduados, batería de tubos capilares, cronómetros, barómetros, tubos en "U", Bombas y prensa de pascal	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.7, 1.9, 1.10,
7. Tanque prismático con pared de vidrio.	1.11.
8. Grupo de Tubos verticales (5m)	1.6
9. Un aparato para experiencias de Reynolds.	2.1

10. Tubería de bronce con bomba de aceite	2.2
11. Mesa de Hele-Shaw	2.3
12. Canal de pendiente variable con paredes transparente.	5.0
13. Baterías de tuberías de diferentes diámetros conectados en paralelo.	6.0
14. Tanque hermético con orificios taladrados, para alojar orificios standar.	7.0
15. Baterías de tuberías de acero	8.1
16. Cámara de equilibrio	8.2
17. Ariete hidráulico	8.3, 8.4
18. Tanque de suministro para ariete hidráulico	8.3, 8.4
19. Tanque de recepción para ariete hidráulico	8.3, 8.4
20. Banco para bombas de émbolo	9.1, 9.2 9.3, 9.8
21. Banco para bomba centrífugas	9.5, 9.6 9.7, 9.8
22. Tanque hermético para recibir caudal de bombas de ensayo	9.0, menos 9.4
23. Vaso giratorio y montaje centrífugo	9.4
24. Compresor de aire para N°22	9.0, menos 9.4
25. Rueda Peltón	10.1, 10.2 10.9
26. Bomba de alimentación para la rueda pelton	10.1, 10.2 10.9
27. Rueda elemental de reacción (Molinete hidráulico)	10.3
28. Turbina Francis	10.4, 10.5 10.9

- | | |
|---|---|
| 29. Turbina de Hélice Kaplán | 10.6, 10.7,
10.8, 10.9,
10.10 - |
| 30. Canal horizontal para calibración | 11.2, 11.5 |
| 31. Tanque colector para medida gravimétrica
de caudal de N°12 a N°14. | |
| 32. Tanque para alojar filtros de arena | 12.1 |
| 33. Controles maestros de información de los
circuitos. | Todos |
| 34. Un Estroboscopio portátil | 9.9, 10.1,
10.2, 10.3,-
10.4, 10.5,
10.6, 10.7,
10.10 - |

VII) DESCRIPCION DETALLADA DE LAS INSTALACIONES DEL
LABORATORIO.

La descripción detallada de las instalaciones se hace tomando inicialmente aquellas que no dependen del tanque de nivel constante ni de el tanque de almacenamiento, es decir que estas no influyen en el diseño de estos tanques.

Se explicará para cada una de las instalaciones su utilización y aplicaciones prácticas, su relación con otras partes del conjunto, describiendo además características sobresalientes de diseño y aspectos relacionados con el montaje; se recomendará sus características comerciales adecuadas facilitándose de esta forma su adquisición.

3. VASO GIRATORIO Y MONTAJE CENTRIFUGO:

Utilización y Aplicaciones:

El trabajo de una bomba centrífuga se fundamenta en la conversión de la energía suministrada al agua por rotación al llevar el agua a un cuerpo que gira, transformándola en carga estática o de columna de agua; el propósito de este cambio de energía es de elevar el agua de un punto a otro de cota mayor.

El vaso giratorio y el montaje centrífugo propuesto, ilustrarán al estudiante el principio de funcionamiento de las bombas centrífugas, el cual se le ----

debe dar al estudiante antes de entrar al estudio profundo de las bombas centrífugas.

En el vaso giratorio puede observarse la forma que la superficie del agua adquiere al ser confinada y sometida a rotación. En el montaje centrífugo, se observa el fenómeno en forma más cercana a lo que ocurre dentro de las bombas, permitiendo a la vez entender el principio del cambio de altura de la superficie del agua aunque esta no sea continua, de esta forma se incrementa la carga estática.

También se puede hacer una evaluación cuantitativa del fenómeno, por medio de un estoboscopio que permite ver la columna del líquido al ascender por los tubos.

Montaje:

El vaso giratorio consistirá de un recipiente cilíndrico de metal el cual en su parte de abajo lleva un engranaje o polea que será accionada por un motor de preferencia eléctrico, que le dará un movimiento longitudinal; el recipiente en las paredes debe de llevar ventanas verticales a toda la altura o bien cuatro tubos piezométricos, esto nos permitirá la observación del ascenso del agua ya sea por medio de las paredes o bien por medio de los tubos piezométricos, usando para mejor observación agua colorada.

Los engranajes o las poleas deben de ser cambiantes, o bien existir un juego de poleas entre el motor y el vaso,

esto para permitir un cambio de velocidad de rotación del recipiente a voluntad de la persona que realiza el experimento.

En relación al montaje centrífugo estará compuesto por un recipiente vertical cilíndrico, en cuyo extremo inferior estarán colocados dos tubos horizontales opuestos - a partir del centro y con sus extremos cerrados; en la parte superior de la tubería se colocarán varios tubos piezométricos de cristal y en forma vertical, debiendo tener - estos extremo superior abierto.

El mecanismo girará en cojinetes sobre un eje vertical, dándole movimiento el motor eléctrico que usará el vaso giratorio teniendo también distintas poleas para hacer variar la velocidad de rotación; al ir aumentando la velocidad el líquido subirá en los tubos piezométricos, es recomendable el uso de líquido coloreado de preferencia - fluorescente que puede ser monocloribencene, además debemos de tomar en cuenta que los tubos no sean capilares y deben de estar graduados.

Ver Fig. No. 1

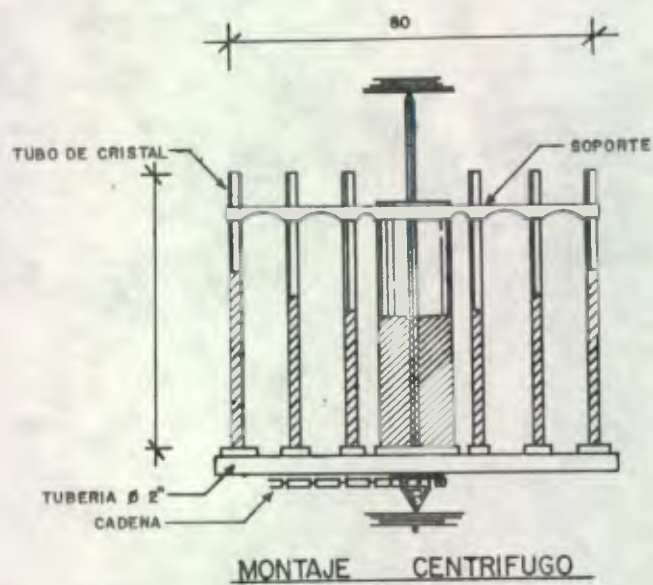
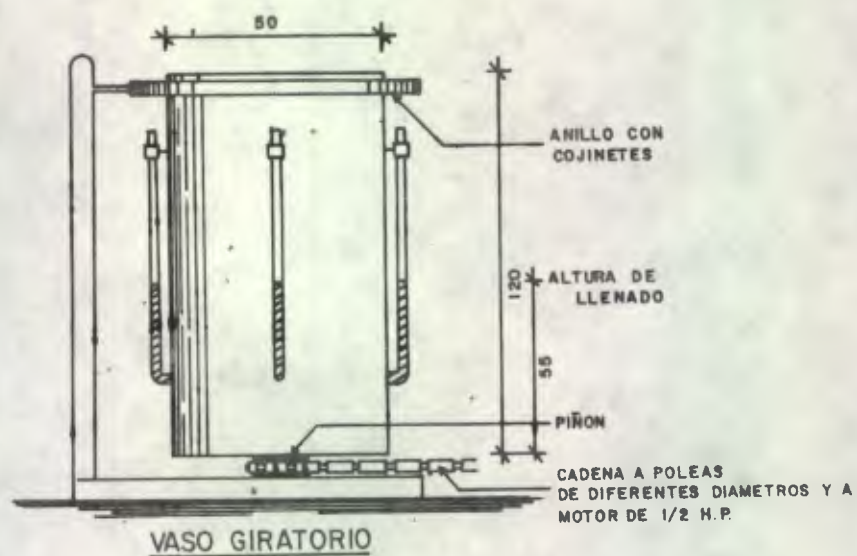


FIGURA I

12. CANAL DE PENDIENTE VARIABLE

Utilización y aplicaciones:

El canal nos permitirá una observación en forma sistemática y un análisis cuantitativo de los fenómenos de escurrimiento que ocurren en conductos abiertos, que incluye: Observaciones sobre el escurrimiento normal, escurrimiento crítico, conducta del agua en el canal debido a obstáculos como: Pilas, compuertas, vertederos, resalto hidráulico como disipador de energía y convertidor de velocidad en carga de presión; flujo del agua debajo de una compuerta; estudio del escurrimiento sobre vertederos; perfiles de la superficie del agua en todos los casos mencionados; utilización y ventajas de medidores de caudal, velocidad y cotas en canales; observación de remolinos de Karman y otros.

Montaje:

Las características necesarias del canal para llenar los requisitos para el programa de experiencias son: El canal deberá de tener una longitud que no sea menor de 10 metros, para que los efectos secundarios no sean de importancia en la región en estudio, estos efectos secundarios son: Desarrollo del remanso, turbulencia, espuma etc.

El canal deberá presentar facilidad de cambio de pendiente, desde valores de 2% negativos hasta 6% o más; debe de tener paredes transparentes laterales para observar el o los fenómenos, recomendable que sea transparente a ambos lados para dar mayor comodidad a las personas que observan.

La admisión al canal debe de ser libre de turbulencia para lo cual es necesario disponer de una pantalla disipadora de energía, que estará colocada entre la admisión y el cuerpo del canal; la admisión debe de permitir un caudal variable con carga constante para lo cual es necesario una válvula en la tubería de alimentación (tipo aguja) y un tanque con desborde.

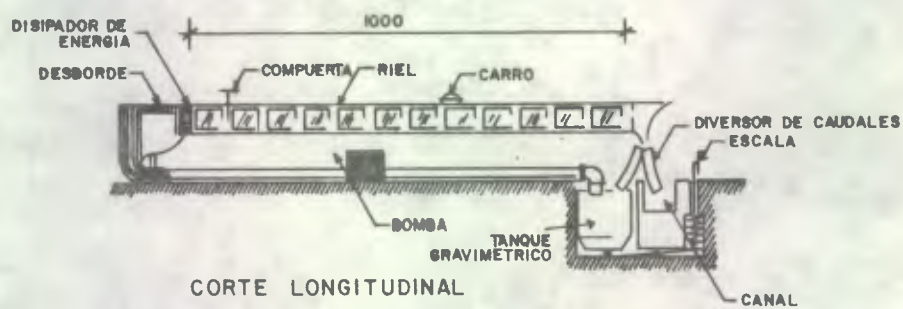
Se deberá tener una bomba para trabajar en circuito cerrado en las experiencias en que no se requieran aforos; una compuerta vertical con su borde inferior biselado al principio del canal que será movido por cremalleras laterales, tubos piezométricos en la parte media del canal, con boca en el piso. Dos rieles paralelos en la parte superior de las paredes para mover un carro porta instrumentos, el cual llevará medidores de punta, eléctricos o no, pitómetros etc. Se debe de colocar un vertedero triangular que se puede desplazar a todo lo largo del canal.

Cuando en el canal se realicen pruebas en las cuales no es necesario determinar el caudal en forma exacta y para cuando se hagan estudios cualitativos, se podrá usar el sistema de recirculación de agua por medio de una bomba.

Cuando sea necesario aforar cuidadosamente el caudal, como en pruebas de vertederos se deberá hacerlo gravimétricamente por medio de un tanque, estará localizado cerca de la entrada del canal.

Para la derivación del agua al tanque de aforo del cual se recircularía el agua o no, según sea necesario, - o bien hacia el desagüe que conduce al tanque de almacenamiento sería necesario instalar un divisor de caudales.

Para el tanque de aforo se recomienda el volúmen de 150 mts. cúbicos este volúmen nos permitiría medir caudales hasta de 100 lts/seg. utilizándolo como máximo en un tiempo de 2.5 minutos. (Fig. No. 2)



CANAL DE PENDIENTE VARIABLE

FIGURA 2

30. CANAL HORIZONTAL PARA CALIBRACION:

Utilización y aplicaciones:

Este canal como su nombre lo indica nos servirá para realizar la calibración de medidores de velocidad como: Molinetes, Pitometros etc. Se puede utilizar - además para probar la estanqueidad de algunos objetos y la eficiencia de procedimientos de impermeabiliza - ción.

Se pueden estudiar los efectos cualitativos producidos en la estela de un cuerpo en movimiento dentro de un fluido (ej. remolino de Karmann).

Montaje:

El canal tendrá las siguientes dimensiones: Longitud 7 mts. altura útil 0.40 mts. y 0.40 mts. de ancho, sus paredes serán metálicas.

Su abastecimiento será por medio de un grifo con - agua del tanque de nivel constante, su desagüe lo hará - al tanque de almacenamiento por medio de una válvula.

En la parte superior llevará dos rieles paralelos en don - de correrá un carro movido por un motor en el cual se - instalan los aparatos a calibrar.

4. VERTEDERO TRIANGULAR PORTATIL:

Utilización: El vertedero nos servirá basicamente para medir los caudales procedentes de los aparatos que tenga - mos en el laboratorio, así como también nos permitirá -

el estudio de sus características y su funcionamiento.

Montaje: La colocación del vertedero se hará en diferentes puntos de los diferentes canales de retorno, se medirán los caudales tomándolos como comprobación de otras medidas o bien como única medida; se recomienda que el vertedero se instale próximo a cada instalación o aparato.

El vertedero triangular nos permite la determinación rápida y fácil de caudales pequeños, esta hecho de una placa metálica que tiene quitada una parte en forma triangular, sus bordes deben de ser delgados para mayor exactitud.

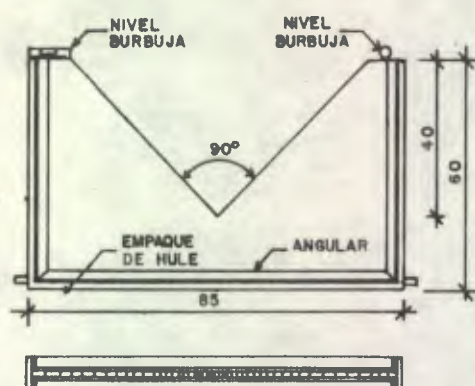
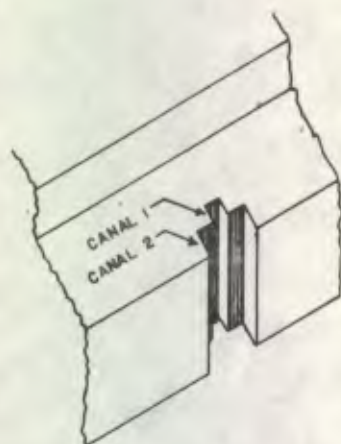
Para su colocación se dispondrá de canales verticales y cerraduras especiales para alojarlos.

Las dimensiones serán las siguientes:

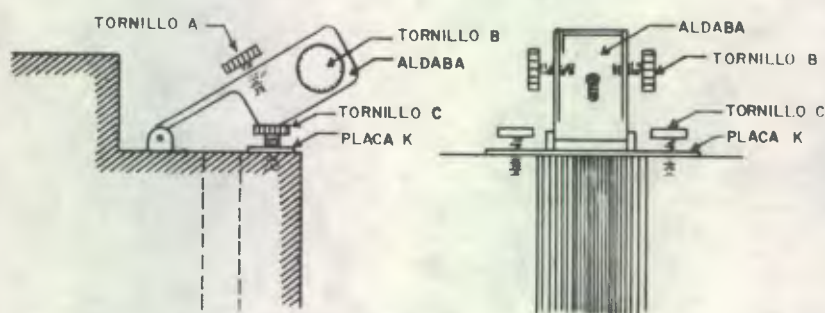
0.85 mts. de ancho por 0.60 mts. de alto, con un corte de 0.40 mts. y un ángulo de la parte triangular quitada de 90 grados, esto se muestra en la figura No. 3.

Con las dimensiones antes mencionadas el caudal máximo a aforar será de 100 lts./seg. que es el dado por una turbina, y el mínimo 0.13 lts/seg. que es el desperdiciado por el ariete hidráulico; caudales más pequeños no se recomienda medirlo con el vertedero triangular.

El vertedero triangular se deberá de aforar cuidadosamente para la obtención de su coeficiente de gasto. (Fig. No.

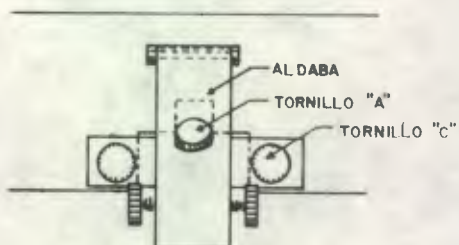


VERTEDERO TRIANGULAR
PORTATIL



OPERACION

- 1.- COLOCAR VERTEDERO EN MUESCA.
- 2.- ATORNILLAR PLACA K EN SU LUGAR.
- 3.- BAJAR ALDABA.
- 4.- ATORNILLAR "A" EN AGUJERO DE "K".
- 5.- NIVELAR EXTREMO DE VERTEDERO
MOVIENDO "A".
- 6.- COLOCAR VERTICAL VERTEDERO CON "B".



ALDABA PARA VERTEDERO

FIGURA 3

7. TANQUE PRISMATICO CON PARED DE VIDRIO

Utilización y aplicaciones

El tanque se usará para comprobar el principio de arquímedes así como para estudiar la estabilidad de los cuerpos flotantes.

Se harán estudios sobre: Sumersión y el hundi - miento de los cuerpos al variar la intensidad del empuje, para lo cual se utilizará un flote al que se le pue - de alterar su peso específico.

El flote será un recipiente cuadrado, para que sus dimensiones sean facilmente determinadas por los alumnos.

El recipiente en el fondo tendrá un lastre de plo - mo para mantener un eje vertical en los experimentos; - en la parte superior tendrá un agujero con tapón ator - nillable y exteriormente estará marcada la altura de - centímetro en centímetro. Para hacer variar el peso es - pecífico bastará agregar agua u otra substancia en can - tidades adecuadas.

Se podrán tomar datos numéricos para cómputo de - los resultados, así como para determinar causas y con - secuencias del experimento. Se podrá determinar las - densidades desconocidas utilizando este principio, para lo cual es necesario disponer de una balanza de peso - sumerjible.

Montaje:

El tanque tendrá las siguientes dimensiones: 1.00 mts. de largo, 0.70 mts. de ancho y 0.50 mts. de alto, teniendo un termómetro para determinar variaciones de temperatura ya que estas modifican la densidad de los líquidos, deberá tener además un tubo de desagüe para limpiar el tanque y hacer variar la altura del agua. (Fig. No. 4)

19. INSTALACIONES PARA ARIETE HIDRAULICO

Utilización y aplicaciones:

El montaje del ariete hidráulico nos ilustrará sus características, funcionamiento y las condiciones de instalación.

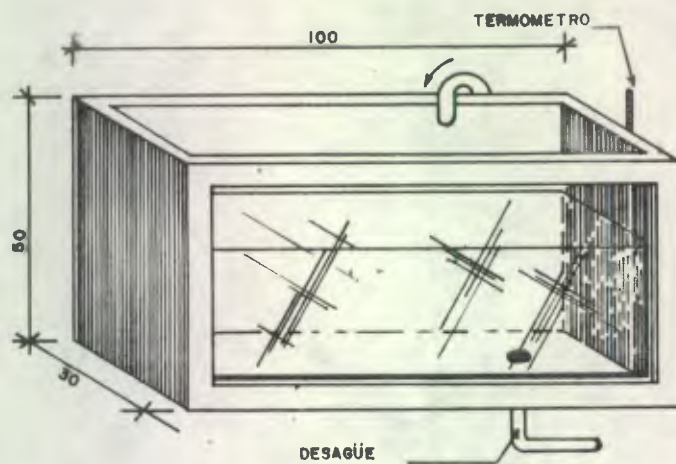
El ariete hidráulico es una máquina elevadora de líquidos, en nuestro país tiene ventajas sobre las otras máquinas elevadoras de líquido como bombas convencionales, porque cuando se dispone de agua abundante y una pequeña caída, y se carezca tanto de energía eléctrica o suministro de combustible puede usarse esta máquina, que no usa combustible ni energía eléctrica, es muy cómodo y de poco mantenimiento.

Montaje: El ariete tomará el agua de un tanque un poco más alto que el (tanque A) y su tubería de descarga que llegará a una altura considerable (tanque B).

Cerca del ariete se colocará un tanque de recolección del agua que el ariete no sube, para que posteriormente

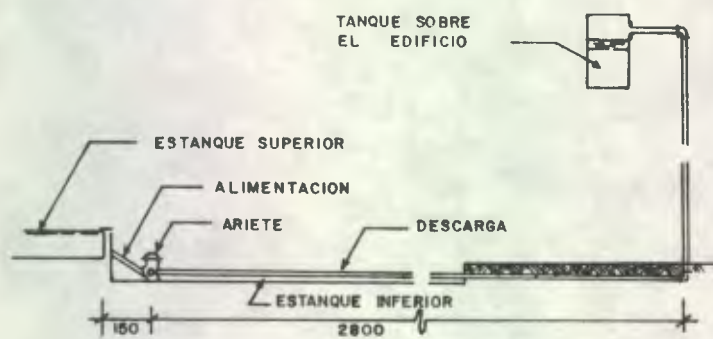
sea llevada al tanque de almacenamiento, por medio de un canal de retorno, el que se podrá aforar por medio de un vertedero portatil para determinar el caudal desperdiciado.

El tanque A será abastecido por el tanque de nivel constante; y el tanque B drenará hacia el tanque de almacenamiento, pasando por un tanque volumétrico de aforo - que desaguará por un canal de recolección y aqui se podrá medir el caudal elevado. (Fig. No. 5)



TANQUE PRISMÁTICO

FIGURA 4



ÁRIETE HIDRÁULICO

FIGURA 5

32. TANQUE PARA ALOJAR FILTROS DE ARENA:

Utilización y aplicaciones:

Nos servirá para el estudio del paso del agua a través de medios filtrantes de distintas características, con lo cual se podrán determinar las pérdidas de carga ocurridas en el agua así como el caudal que escurre.

Nos permite establecer diferencias cualitativas de acuerdo a la textura que compone el medio que se estudia.

Montaje: Se proponen las diferentes granulometrías de los medios:

- | | | |
|----|-----------------|---------|
| a) | Tamaño efectivo | 5.0 mm. |
| b) | " " | 2.0 mm. |
| c) | " " | 1.0 mm. |
| d) | " " | 0.6 mm. |

Probando estas determinaremos la granulometría más adecuada para que se de el fenómeno de filtración con todas sus características; el coeficiente uniformidad del medio debe de ser de 0.9.

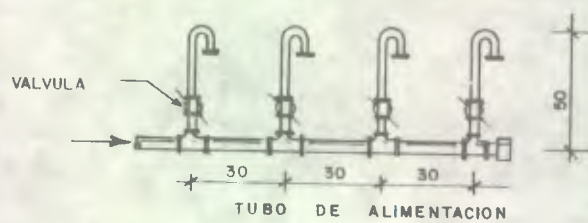
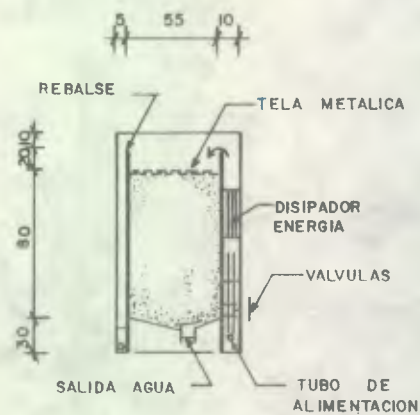
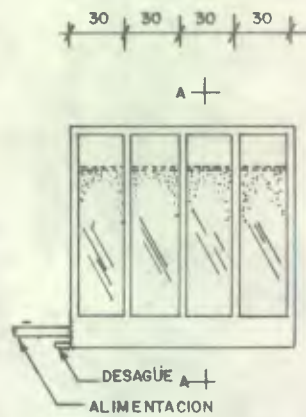
El tanque constará de cuatro compartimientos de 0.30 mts. de ancho los cuales se alimentarán con carga constante y sin turbulencia, teniendo para ello un dissipador de energía en la entrada del agua y un desborde para el exceso.

En cada uno de los compartimientos se usará uno de los tipos de medios filtrantes propuestos, y para poder observarlos, los compartimientos tendrán una pared de vidrio.

La alimentación se realizará por medio de una tubería agujereada y el número de agujeros y su tamaño dependerá del caudal que pase por el medio filtrante.

El agua que pasa a través de los filtros llegará a cuatro compartimientos distintos, en donde tendremos un medidor de caudales volumétricos, el agua que desborde será evacuada a través de un canal de retorno. Con cierta modificación de este tanque se podrá determinar la conductividad hidráulica de un suelo que es de mucha importancia principalmente riegos y drenajes agrícolas. (Fig. No. 6).





TANQUE PARA FILTROS

FIGURA 6

5. CANALES DE RECOLECCION Y RETORNO

Utilización: Los canales servirán para recolectar el agua que se haya usado en todos los aparatos para así llevarla de nuevo al tanque de almacenamiento; esto es debido a que las instalaciones de laboratorio trabajaran en circuito cerrado.

Es recomendable que la pendiente de estos canales sea la menor posible, para que no profundicen demasiado y obliguen a profundizar el tanque de almacenamiento. Su ancho deberá ser pequeño y se debe establecer un recorrido del agua antes de llegar al tanque que no exceda a los 30 segundos, para lo cual se determinará la longitud resultante al acomodarse los aparatos, al local del laboratorio, tomando en cuenta la velocidad a que escurre el agua en ellos.

Para caudales de 100 lts/seg. se puede usar la sección siguiente:

$b = 0.80$ mts.	$h = 0.50$ mts.	$V = 1.02$ mts/seg.
$s = 0.005$	$Q = 100$ Lts.	

lo anterior es tomando en cuenta que las paredes del canal serán revestidas de concreto.

33. CONTROLES MAESTROS DE INFORMACION DE TODOS LOS CIRCUITOS.

Utilización: Podremos realizar por medio de ellos, controles del nivel del tanque de almacenamiento así como del tanque de nivel constante; se controlará que las máquinas no queden funcionando en el laboratorio; se podrá

gobernar desde un solo punto todos los motores eléctricos del laboratorio, en conclusión se vigilará el funcionamiento de todas las instalaciones. Además se controlará si se están desarrollando experimentos simultáneos que exijan caudales mayores de aquellos que se puedan suministrar.

34. ESTROBOSCOPIO PORTATIL:

Utilización: Su uso es fundamental para observar el funcionamiento de las partes giratorias de bombas y motores hidráulicos, así como para observar el ascenso de la altura de agua en los piezómetros en la rueda elemental de reacción.

6. NESA MOSTRADOR:

Como su función específica es para enseñanza, la forma más funcional pedagógicamente será la circular por lo que se sugiere ésta; de esta forma el profesor se colocará al centro y los alumnos alrededor.

Se continuará la descripción detallada de las instalaciones, con aquellas que dependerán del tanque de nivel constante y del tanque de almacenamiento para su uso, para poder justificar las características de ellos.

25. RUEDA PELTON.

26. BOMBA DE ALIMENTACION PARA LA RUEDA PELTON.

28. TURBINA FRANCIS.

29. TURBINA HELICE KAPLAN.

Utilización y Aplicaciones:

Estos dispositivos nos permitirán hacer un estudio - de los motores hidráulicos, este estudio puede ser elemental o avanzado.

Se estudiará el funcionamiento de cada uno de los tipos de motor, la conducta que presenta al cambiar las condiciones más ventajosas, la altura de succión requerida para las turbinas, características de los tres tipos de motores, sus velocidades, caudales y diámetros específicos.

Se podrá estudiar la utilidad de los motores como generadores de energía eléctrica, adaptando a estos un alternador, deberá acoplarse a ellos un potenciómetro del tipo de freno de pony, para estudiar la potencia que pueden generar estos motores.

Para los fines pedagógicos que se persiguen es necesario controlar manualmente los motores, por lo que se recomienda disponer dos de ellos con gobierno manual.

Montaje:

Tanto la turbina Francis como la Hélice Kaplan se alimentarán por medio de una tubería común procedente del tanque de nivel constante (3) e instalándose en el orden antes mencionado.

La rueda pelton no se podrá alimentar por medio del tanque de nivel constante, ya que esta requiere de una carga de presión muy alta que no se alcanza con el tanque, por lo que debe de usar una bomba propia.

El freno de pony puede utilizarse para los tres motores, esto se logrará utilizando un juego conveniente de poleas.

Para controlar el caudal suministrado a cada motor debe disponerse en cada tubería de contadores venturi; deberá dotarse además a los motores de manómetros en el tubo de alimentación, y de tacómetros en el tubo de succión, los motores tienen ventana de observación siendo una de sus más importantes características dada su función.

Los tres motores desaguarán hacia el tanque de almacenamiento (1) haciendo los arreglos necesarios en el desfogue de las turbinas para que se provoque la succión.

Se recomendará de los tres tipos de motores los modelos comerciales que se consideren más adecuados para la enseñanza;

Pelton: Características apropiadas serían semejantes a las siguientes:

Potencia	6 HP	Caudal	15 lts./seg.
Carga	30 Mts.	Velocidad	750 RPM.

La bomba de alimentación adecuada sería:

Tipo centrífuga de un solo impulsor

Caudal	250 GPM	que equivale a	16 Lts./seg.
Velocidad	3500 RPM	Potencia	10 HP.

El tamaño aproximado de la bomba es de 2" según sus características; de acuerdo a los datos anteriores se escogerá el motor eléctrico adecuado para accionar la bomba.

Turbina Francis: Características recomendables:

Potencia	4 HP	Caudal	90 Lts./seg.
Carga	4 Mts.	Velocidad	750 RPM.

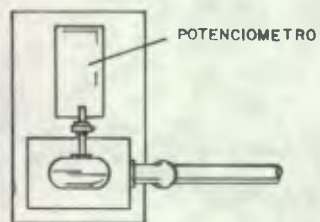
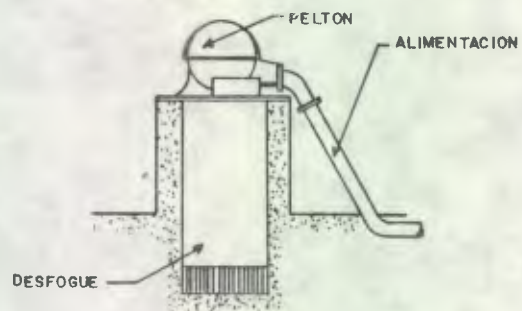
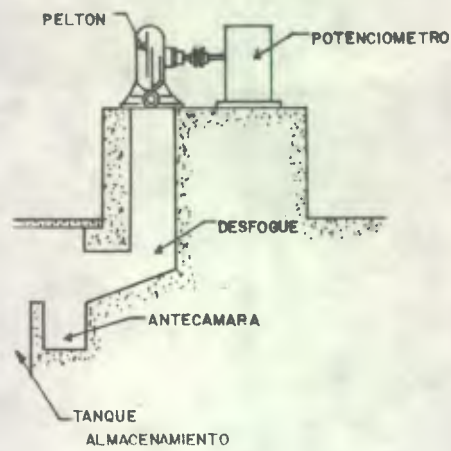
Turbina Kaplan: Características próximas a:

Potencia	4 HP	Caudal	100 Lts./seg.
Carga	4 Mts.	Velocidad	1000 RPM.

Para determinar dimensiones y espacio ocupado por los motores en el laboratorio, se tomará en cuenta las descripciones de las características del equipo semejante a los recomendados; además, en visita al laboratorio de hidráulica de la Facultad de Ingeniería se observó la colocación y el espacio ocupado por los motores.

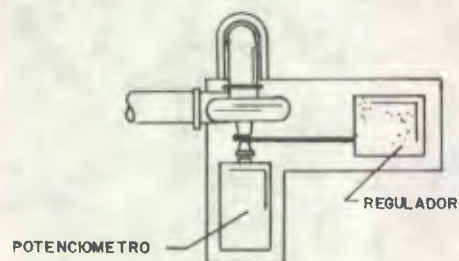
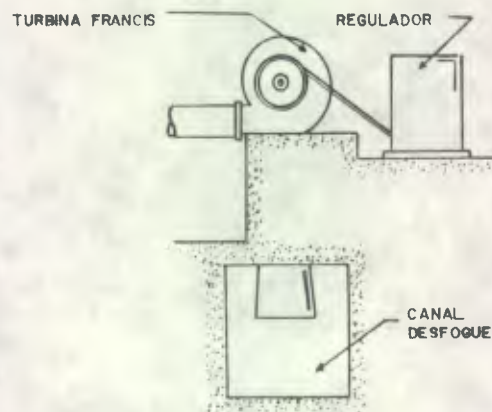
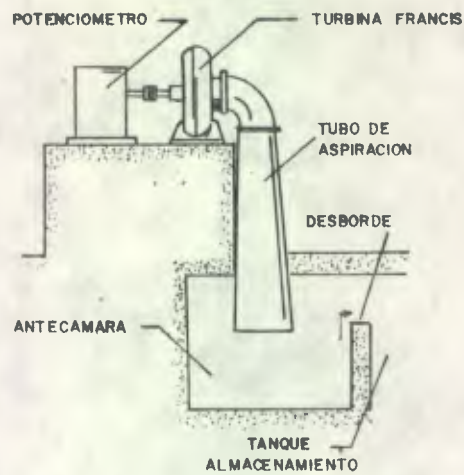
Los caudales y cargas utilizados por los motores, - serán datos a tomar en cuenta en el rediseño del tanque de almacenamiento y del tanque de nivel constante.

Recomendaciones: No deberán operarse simultáneamente los dos motores que depende del tanque de nivel constante, porque eso exigiría un caudal muy grande. Figuras 7, - 8, 9.-



RUEDA PELTON

FIGURA 7



TURBINA FRANCIS

FIGURA 8

27. RUEDA ELEMENTAL DE REACCION.

Utilización y Aplicaciones:

Este dispositivo no es más que un molinete hidráulico, nos ilustra en forma sencilla el principio teórico - así como la aplicación práctica del funcionamiento de las ruedas de reacción y las turbinas.

Se recomiendan dimensiones y características geométricas sencillas para poder evaluar con facilidad los paralelógramos de velocidad; haciendo variar el suministro de caudal, se podrán alterar condiciones de velocidad y de funcionamiento.

Montaje:

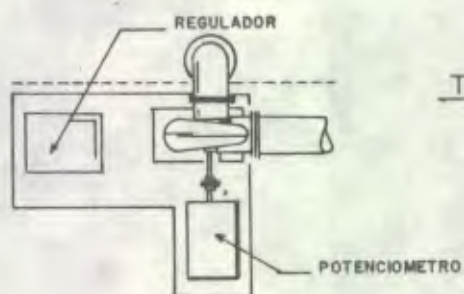
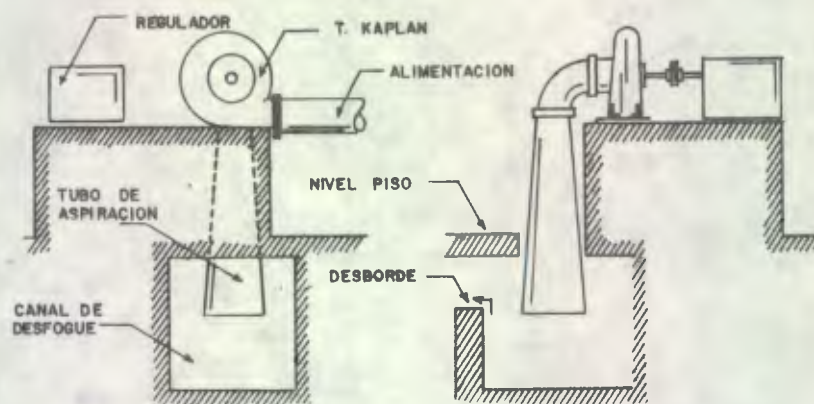
Consiste en un molinete de 6 brazos que se alimentan por medio de un tubo vertical, la cual es regulada por - medio de una válvula; la rueda debe de construirse de un material liviano para reducir la masa de inercia del conjunto, pero además debe de ser resistente; el material podría ser aluminio.

El conjunto girará en forma horizontal sobre su eje vertical, al suministrársele el agua, la cual drenará a - una canaleta circular que se encargará de reunir el caudal a un tanque volumétrico de aforo, para determinar el total de la masa de agua ocupada por la rueda en un tiempo determinado.

Su alimentación se hará por medio de una tubería proveniente del tanque de nivel constante, dándosele una carga de presión disponible más o menos de 5 mts. esperándose

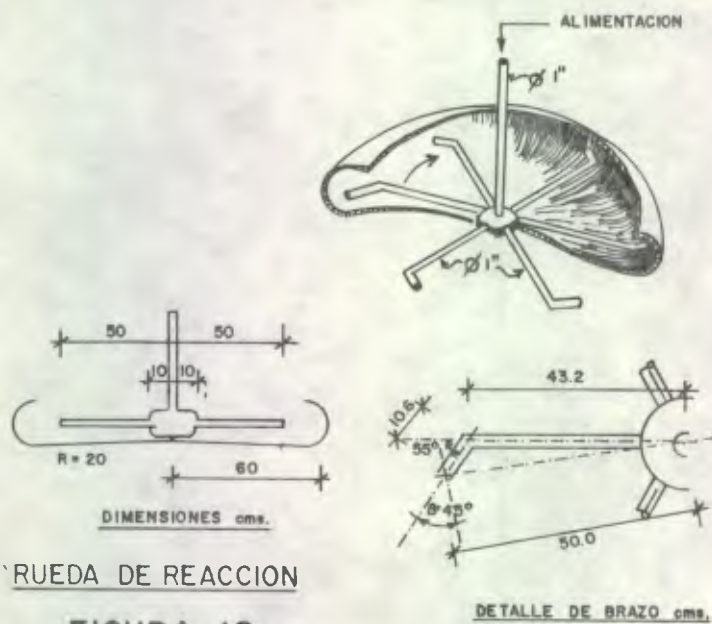
que escurran 10 Lts./seg de caudal; el desague de la rueda se hará hacia el tanque de almacenamiento (1).

Deberá adaptársele además un tacómetro y un manómetro; el primero para determinar la velocidad angular adquirida por la rueda, y el segundo para medir la carga estática con que trabajará la rueda al girar, proporcionándonos datos útiles para evaluación cuantitativas. Figura 10.



TURBINA KAPLAN

FIGURA 9



20. BANCO DE BOMBA DE EMBOLO.
21. BANCO DE BOMBA CENTRIFUGA.
22. TANQUE DE DESCARGA DE BOMBAS ENSAYADAS.

Utilización y Aplicaciones:

Estas instalaciones tendrán dos fines: Uno pedagógico en donde el estudiante podrá observar el funcionamiento y características de cada una de las bombas; y el otro práctico; que nos servirá para ensayar o probar bombas.

Podrán estudiarse y conocerse las bombas alternativas en los siguientes aspectos: mediante el análisis del gasto instantáneo, cavitación, altura de aspiración, eficiencia y montaje. Para las bombas centrífugas se podrá conocer: la función de los alabes directrices, la armadura en forma de voluta, caudal entregado, válvulas, cebado, etc.

Tanto para las alternativas como para las centrífugas se podrán hacer estudios, variando la carga contra la que trabajan ya que el tanque receptor de caudales puede ser sometido a distintas presiones para crear carga por vencer.

Se podrán estudiar bombas a prueba siempre que no excedan de una potencia de 25 HP, pudiéndose determinar las curvas de comportamiento de las bombas que sea necesario, cambiándose las bombas permanentes por otras a ensayar.

Montaje:

Las instalaciones estarán divididas de la siguiente forma:

Un tubo de aspiración que suministrará agua a las bombas, el cual dispondrá de una sección intercambiable -

por otra de la misma longitud, pero de mayor o menor rugosidad para crear artificialmente una disminución o aumento en la altura de succión, debiendo calibrarse cada uno de ellos anteriormente, este tubo llegará al tanque de almacenamiento (1) de donde extraerá el agua para surtir a las bombas; se tendrá un montaje para la bomba centrífuga y otro para la bomba reciprocante, unido a la tubería de alimentación usando válvulas y reductores de acuerdo a la bomba de que se trate.

Las bombas serán accionadas por medio de un motor eléctrico de velocidad regulable; se utilizará una tubería de descarga para ambas bombas, con bifurcación y un medidor venturi en cada rama para determinar el caudal con que se trabaje, esta descargará en un tanque hermético conectado con un compresor de aire, para producir una carga artificial variable contra la que trabajarán las bombas, el tanque tendrá una válvula de desagüe, que funcionará a presión y que será ajustada para los diferentes valores que ésta pueda adoptar, de aquí el agua pasará al tanque de almacenamiento por medio de un canal.

Además se colocarán los dispositivos necesarios de medidas de control como: medidor de torsión, tacómetro, medidores de presión en el tanque, tubería de alimentación y desagüe.

Las bombas no deberán trabajar simultáneamente con otros dispositivos alimentados por el tanque de nivel constante que requiera de grandes caudales, se deberá esperar

que el agua regrese al tanque de almacenamiento así se evitarán fluctuaciones muy grandes del nivel en el tanque de almacenamiento.- Figura 11.

9. APARATO PARA LA EXPERIENCIA DE REYNOLDS.

Utilización y aplicaciones:

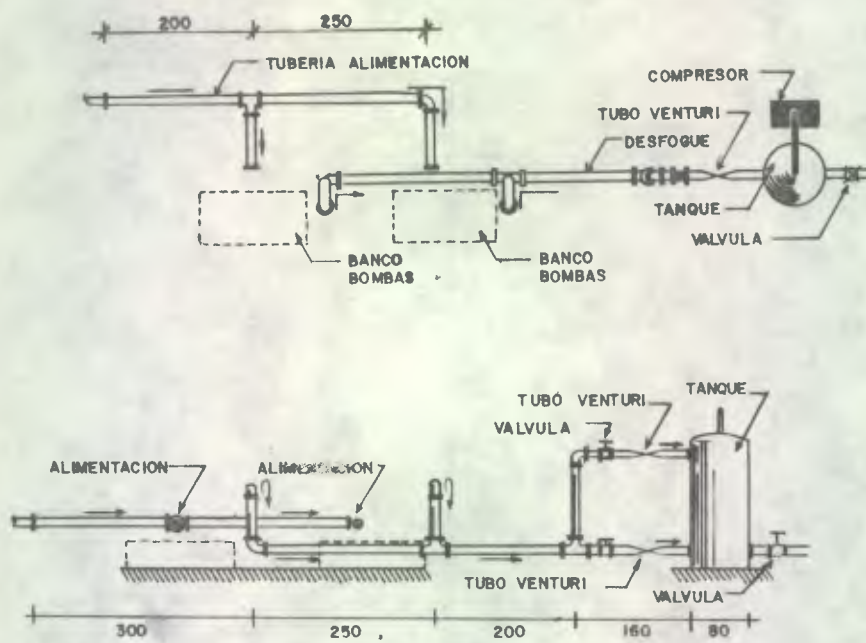
Nos permitirá estudiar las condiciones límites para que en una tubería haya escurrimiento estacionario o turbulente, determinando de esta forma la experiencia de Reynolds, la que se puede expresar en términos del número del mismo nombre.

Este experimento nos permitirá conocer el número de Reynolds su significado y su evaluación que nos va a ser útil en cursos más avanzados.

Montaje:

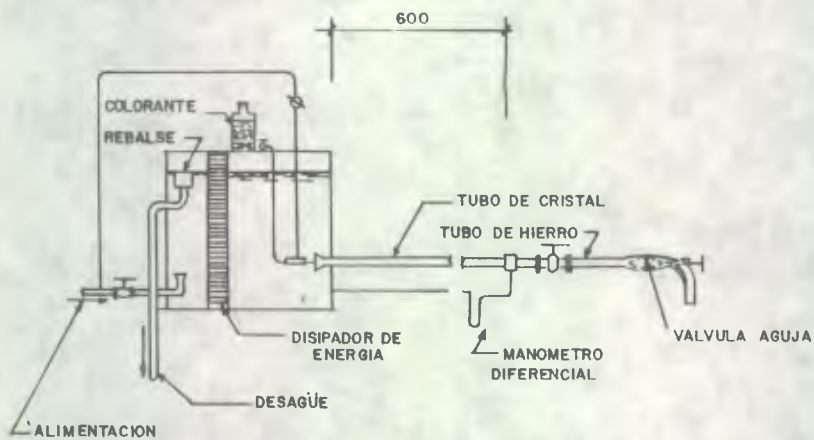
El aparato consta de un tanque en el que se mantiene el nivel constante del agua, una tubería a través de la cual escurre agua proveniente del tanque, en la cual se tiene una válvula de aguja para hacer variar el caudal -- evacuado y un dispositivo para introducir en el curso del agua un colorante. Conforme se va abriendo la válvula el caudal va aumentando llegando un momento en que el flujo estacionario se convierte en flujo turbulento; Tanto el tanque como la tubería deberán ser transparentes para poder observar adecuadamente.

El aparato será alimentado por el tanque de nivel -- constante y drenará al tanque de almacenamiento. Figura 12.



BANCO DE BOMBAS

FIGURA II



APARATO DE REYNOLDS

FIGURA 12

10. TUBERIA DE BRONCE CON BOMBA DE ACEITE.

Utilización y Aplicaciones:

Servirá para estudiar el flujo estacionario en tuberías; permitirá evaluar el efecto de perturbaciones en el escurrimiento para valores del número de Reynolds constante, que provocarían cambios a flujo turbulento; permitirá evaluar pérdidas de carga que ocurren cuando hay escurrimiento laminar, independientemente de los grados de rugosidad de las tuberías.

Montaje:

Consiste en una tubería de 2 pulgadas de diámetro, de bronce y colocada en forma horizontal, que será alimentada por una bomba de aceite tipo rotativo de 1 HP, el aceite recirculará en el sistema por medio de una canaleta de retorno. Se recomienda el uso de aceite porque este es más viscoso, siendo su viscosidad cinemática mucho más elevada que la del agua, por esta razón las medidas de las pérdidas de carga exigen menos caudal, menos longitud de tubería y menos precisión. Figura 13.

11. MESA DE HELLE SHAW.

Utilización y aplicaciones:

Su uso es similar al aparato de Reynolds, es decir que estudia el escurrimiento cualitativamente, siendo sus alcances mayores, porque nos permite observar el efecto de obstáculos en el curso de la corriente, tal como fuentes, sumideros, pilas, etc. siguiendo el curso que toman los filetes líquidos en esos casos.

5.2.4 Se realizó la encuesta entre 85 Guías Agrícolas egresados de los seis Centros. Los guías se seleccionaron al azar entre varias comunidades de todas las regiones de DIGESA. La suma de guías egresados en el año 1978 en todos los Centros fue de 785 lo que constituyó el total de la población.

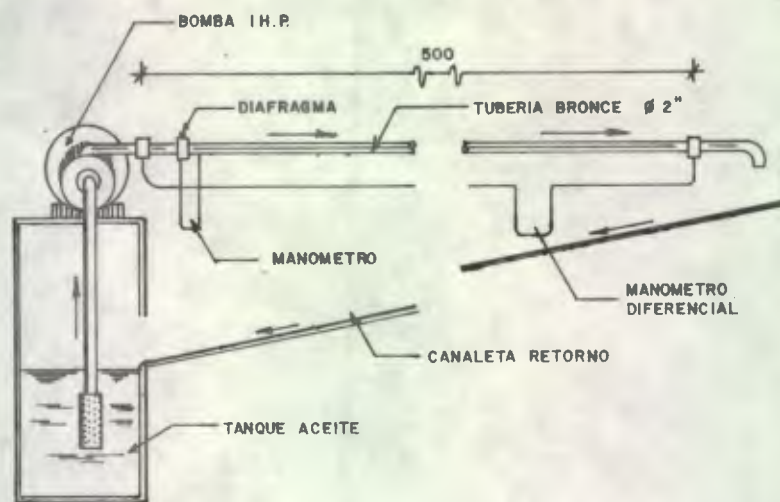
5.2.5 Se llevó a cabo encuesta en muestreo al azar, entre agricultores que han recibido orientación y apoyo por parte de los Guías Agrícolas; en cada una de las seis regiones de DIGESA.

Con base en la información recabada en la investigación, se analizó todo el material para emitir las conclusiones y recomendaciones respectivas.

Montaje:

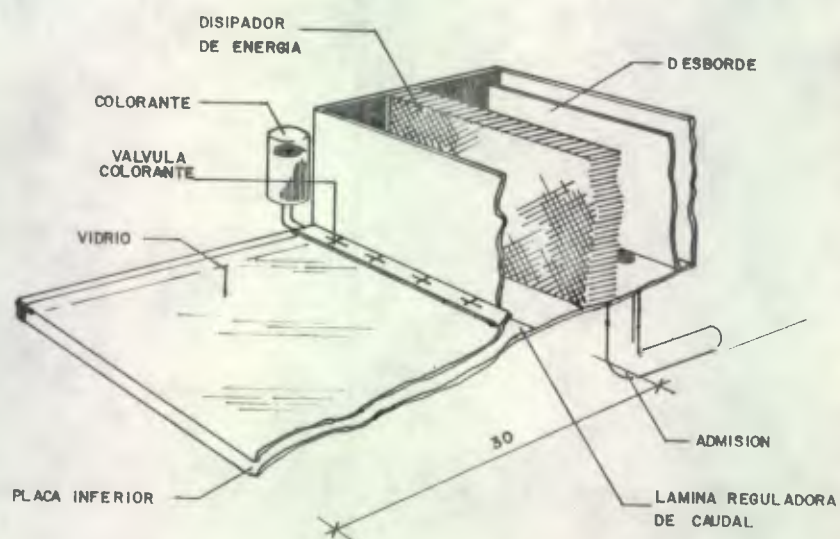
Consiste en dos placas rectangulares separadas a una distancia de 0.70 Cm. entre las cuales se hace circular agua, la placa superior deberá ser de vidrio para observar el fenómeno.

Dos de los extremos estarán cerrados y por el otro se suministrará el líquido, de manera que su escurrimiento sea estacionario, se dispondrá de boquillas para introducir colorante en forma de hilos; la velocidad de entrada se gradúa por medio de una válvula de admisión, estudiándose de esta forma el fenómeno de Reynolds. La alimentación se hará por medio de una tubería proveniente del tanque de nivel constante, pasando por un aquietador desaguando en el tanque de almacenamiento. Figura 14



TUBERIA PARA ACEITE

FIGURA 13



MESA DE HELLE SHAW

FIGURA 14

13. BATERIA DE TUBERIAS DE DIFERENTES DIAMETROS CONECTADAS EN PARALELO PARA ENSAYOS DE PERDIDA DE CARGA.

Utilización y Aplicaciones:

Con esta batería de tubería se podrá determinar las pérdidas de carga en las tuberías, ocasionadas por: Fricción, cambios de sección, cambios de Dirección o Codos y por Válvulas. Permitirá el estudio de la corrosión de los tubos y el estudio de las tuberías que trabajan en el paralelo.

Se contará con un tramo removible en cada uno de los caños, para poder sustituir cañería de otro material o bien que presente otras características, se podrá estudiar el funcionamiento de distintos medidores como: Diafragmas, tubos venturi, manómetros, piezómetros, que se colocarán en forma permanente en la instalación.

Montaje:

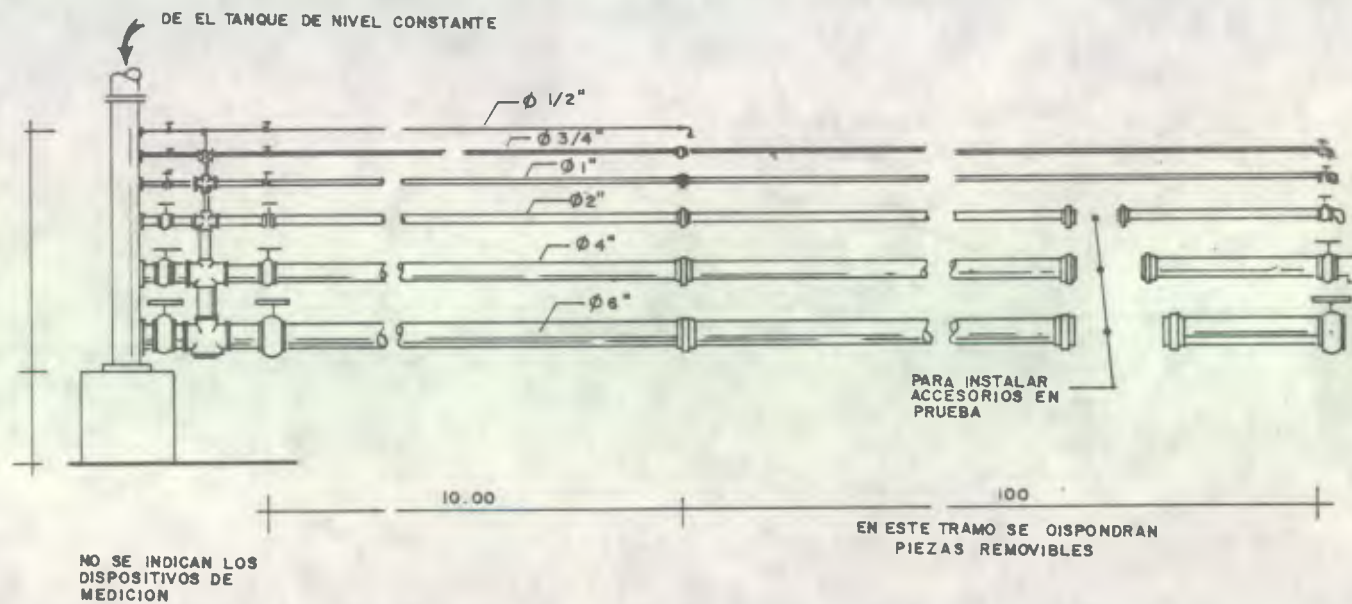
Se instalarán 6 tramos rectos y en forma horizontal de tubería, los diámetros serán los siguientes: 1/2", 3/4", 1", 2", 4", 6", siendo la mitad de cada uno de ellos removibles para poder sustituirlos por otras tuberías, en esta parte podrán colocarse medidores, codos, válvulas, para su estudio, y determinar los efectos que estos causen en las tuberías.

La longitud de los tramos será de 20 metros, con excepción de la tubería de 1/2" que tendrá 10 metros.

Se dispondrá además de tramos de interconexión de las tuberías para hacer trabajar estas en paralelo; ésta interconexión estará cerca de la admisión.

El abastecimiento provendrá del tanque de nivel constante, pero el ensayo de tubería grande deberá realizarse cuando no trabajen los motores hidráulicos alimentados por este ya que no alcanzaría el agua.

El desague se hará al tanque de almacenamiento por medio de un canal de retorno en donde se podrá medir el caudal. Figura 15



BATERIA PARA ESTUDIO DE TUBERIAS

FIGURA 15

15. BATERIA DE TUBERIA DE ACERO PARA ESTUDIO DE GOLPE DE ARIETE.
16. CAMARA DE EQUILIBRIO.

Utilización y Aplicaciones:

Se podrá conocer el fenómeno golpe de ariete, que se ocasiona al abrir o cerrar una válvula en conductos a presión.

La instalación nos permite hacer un estudio tanto cualitativo como cuantitativo de la presión generada al abrir o cerrar una válvula.

Siendo el fenómeno sumamente rápido, es necesario contar con dispositivos que nos recojan la información, para poder consultarla posteriormente al experimento.

Se recomienda instalar en la tubería un accesorio para eliminar el efecto del golpe de ariete, este accesorio es la chimenea de equilibrio que le da al sistema seguridad y economía, será colocada a la mitad de la longitud de la tubería y podrá ser aislada por medio de una válvula.

El experimento se hace en dos pasos:

Primero: se provocará el fenómeno (golpe de ariete) anotándose la presión a todo lo largo de la tubería.

Segundo: se conectará la chimenea de equilibrio por medio de la válvula, se provocará el fenómeno de nuevo tomándose la presión en todos los puntos; para luego comparar los datos obtenidos, con los obtenidos en el primer paso, de esta forma se pueden deducir las ventajas que presenta el uso de la chimenea de equilibrio.

Se podrán relacionar los registros, con datos de longitud, velocidad, carga, etc. para abordar el fenómeno en forma teórica.

Montaje:

La alimentación se hará por medio de una cámara adyacente del tanque de nivel constante, porque en el cuerpo principal de ésta el fenómeno provocaría muchas fluctuaciones, afectando la altura de la superficie del agua.

La cámara será parte del tanque de nivel constante, - colocándose entre ambas un dissipador de energía para eliminar las ondulaciones que ocurran.

La tubería a usarse será de 1 1/2" de diámetro, la longitud será de 200 metros y se dispondrá en forma de serpentina vertical.

Para provocar el fenómeno en el extremo de la tubería se colocará una válvula de cierre rápido, accionada por medio de un dispositivo regulable para el tiempo de operación, el tiempo de cierre completo será de un segundo.

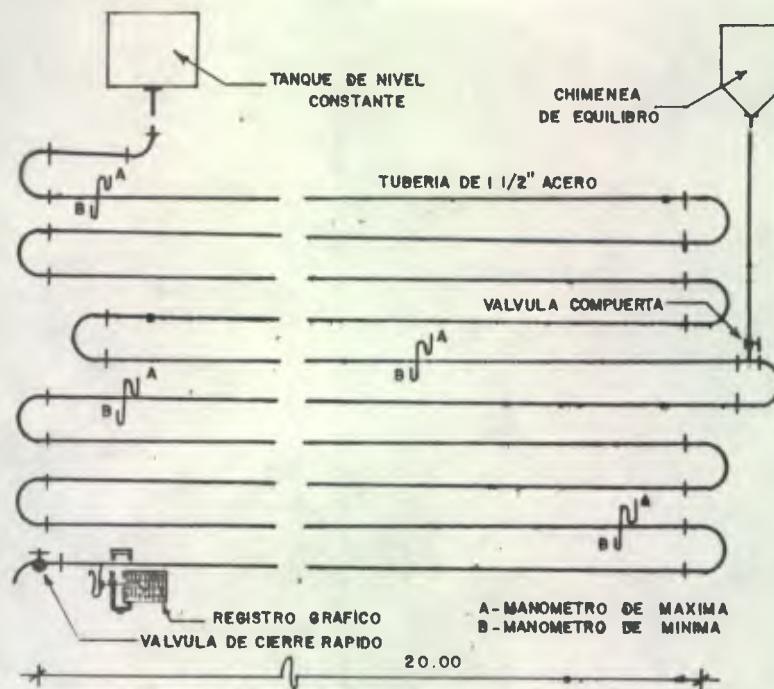
Para medir tanto las máximas presiones como el máximo vacío alcanzado por la tubería, deberán de colocarse por lo menos en cuatro puntos de la longitud de la tubería, manómetros de máxima (presiones) y vacuómetros de mínima (vacío), de esta forma se podrán obtener los datos de presión en el golpe de ariete positivo y el golpe de ariete negativo.

Para poder conocer la intensidad máxima de las presiones y los vacíos durante la experiencia, así como la reversión de las ondas producidas se deberá instalar un dispositivo de registro gráfico de la variación de presión (figura 17);

su localización será preferentemente en la salida.

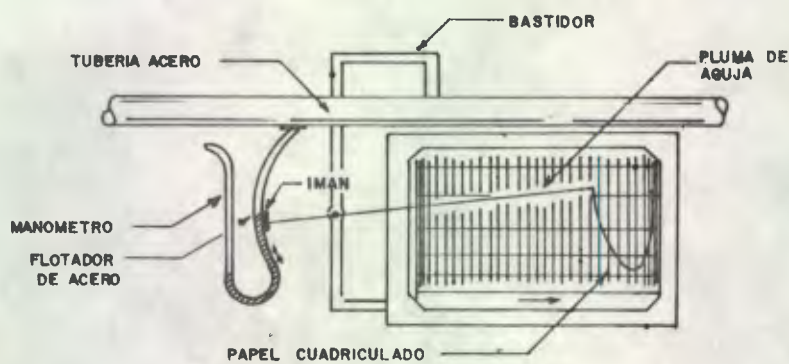
Se deberá instalar además una chimenea vertical del equilibrio, que podrá conectarse o aislarse mediante una válvula a voluntad del operador, su localización será a mitad de la tubería.

Como el fenómeno (golpe de ariete) es muy dinámico se recomienda que la tubería se sujete firmemente para evitar que ésta se arranque de su lugar. Figura 16



TUBERIA PARA GOLPE DE ARIETE

FIGURA 16



REGISTRO GRAFICO

FIGURA 17

14. TANQUE HERMETICO PARA ESTUDIO DE ORIFICIOS.

Utilización y Aplicaciones:

Con este tanque se podrán estudiar el escurrimiento del agua a través de orificios, diafragmas, tubos adosados, observar la forma del chorro y su conducta, comprobar los coeficientes de velocidad y contracción ya conocidos, determinar coeficientes que se ignoren, calibrar orificios tubos y diafragmas.

Montaje:

El tanque será cilíndrico con una altura de un metro y un diámetro de 60 centímetros, construido de metal.

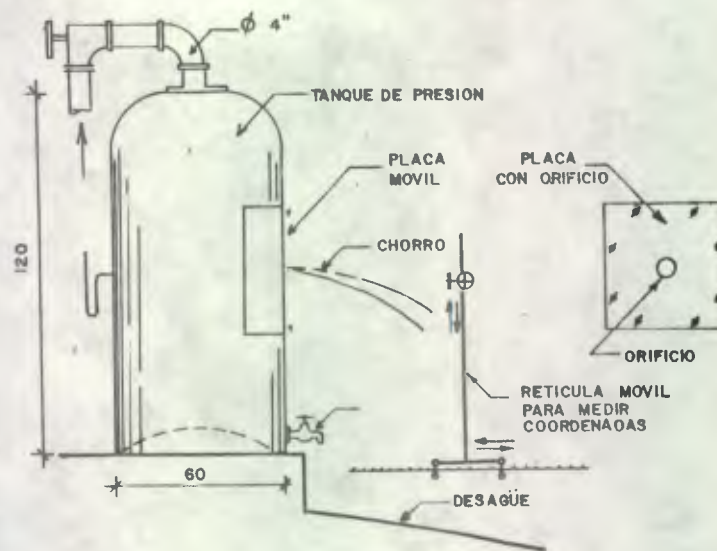
Su alimentación provendrá del tanque de nivel constante por la parte de arriba y controlada por medio de una válvula de cierre, su desagüe lo hará por medio de un grifo pasado el experimento.

Para hacer los estudios se contará con una plancha removible, que estará atornillada al tanque, llevando un empaque impermeable; esta plancha podrá ser sustituida por otra que tendrá los orificios, tubos, diafragmas, que se necesite estudiar, el agua que escurra del experimento como los excesos drenados por el grifo drenarán por una canaleta hacia el tanque de aforo gravimétrico.

La canaleta tendrá una forma apropiada para evitar que los chorros choquen; dispondrá de una mira reticulada con desplazamiento vertical y horizontal sobre cremalleras graduadas, para las medidas de coordenadas del chorro para calcular coeficiente de velocidad.

Será necesario colocar un manómetro a la **altura** del centro del chorro para medir la carga efectiva sobre él, y un calibrador para medida de la vena contraída del chorro.

Figura 18



TANQUE PARA ORIFICIOS

FIGURA 18

1. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.

Utilización y Aplicaciones:

Servirá para el almacenamiento de agua que será utilizada por todas las instalaciones del laboratorio, que funcionará en forma de circuito cerrado, tomando agua del tanque y regresando nuevamente a él.

El tanque de almacenamiento surtirá cuatro demandas diferentes:

Primero: La bomba que elevará el agua al tanque de nivel constante;

Segundo: La bomba que llevará el agua a el canal de pendiente variable;

Tercero: La bomba que alimentará la rueda pelton; y

Cuarto: La suministración a los bancos de ensayo de bombas.

Para el tanque de nivel constante el suministro máximo necesario es de 100 lts./seg. Siempre que no se realicen a la vez experimentos que requieran mayor caudal; el caudal considerado es el correspondiente a una de las dos turbinas montadas.

El caudal requerido por el canal de pendiente variable es más o menos de 100 lts./seg. es decir semejante al anterior, la rueda pelton requiere un caudal de 15 lts./seg. y para el banco de ensayos de bombas se puede esperar un caudal máximo de 50 lts./seg. que es el elevado por las bombas usadas corrientemente.

Como el laboratorio funciona en circuito cerrado, de todas las instalaciones regresan canales de desagüe hacia el tanque de almacenamiento, de donde será bombeada el agua nuevamente al tanque de nivel constante.

En el local que ocupará el laboratorio de Hidráulica existe un tanque que fue diseñado para tal fin, pero como no se conocían las características del equipo a utilizar, éste fué diseñado arbitrariamente, por lo que se propone que este tanque sea modificado, para que esté acorde a las demás instalaciones.

El tanque está localizado abajo del local del laboratorio, es decir subterráneo, sus paredes son de concreto impermeabilizado, teniendo una plataforma que lo cubre sobre la cual podrían montarse algunos aparatos, para su limpieza periódica cuenta con una compuerta por la cual se puede entrar a él, extrayéndosele el agua por medio de una bomba, su drenaje por gravedad sería casi imposible, porque el local se encuentra en el zócano del edificio.

Las dimensiones con que cuenta son:

Largo 5.10 metros

Ancho 2.75 "

Profundidad 1.05 Metros.

Dándonos un volúmen aproximado de 15 metros cúbicos, llenándolo completamente.

Este volúmen no sería suficiente para alimentar el equipo recomendado por lo que se propone un rediseño y modificación de este tanque.

Rediseño:

Según estudios realizados se recomienda que por cada 100 lts./seg. de demanda, se requieren 10,000 lts. de líquido o sea un volumen de 10 mts. cúbicos.

Por lo antes expuesto es necesario determinar qué operaciones podrían realizarse simultáneamente, para determinar el volumen requerido del tanque de almacenamiento y realizar las modificaciones de la mejor forma.

Para el rediseño del tanque hay que tomar en cuenta, - cuanto bajará la cota del espejo del agua, determinándose - qué caudal extraerán las instalaciones que se tomen como determinantes, así como el tiempo que tome el agua en regresar al tanque luego de pasar por los aparatos, este volumen circulará fuera del tanque, aumentando la altura de succión.

Para el cálculo del volumen adecuado del tanque se tomarán en cuenta los siguientes datos: Operándose simultáneamente una turbina y el tanque de pendiente variable o bien una turbina, el banco de bombas -y el resto de instalaciones menores; en el caso más drástico el caudal máximo a suministrar sería de 200 lts./seg. para este caudal el volumen del tanque sería: 100 lts./seg.-----10 mts. cúbicos

200 " " ----- X

Volumen = 20 metros cúbicos.

Si se tolera un desenso máximo de la cota del espejo - del agua de 30 Cm. y se diseñan los canales de retorno de - manera que el tiempo de circulación fuera del tanque, de - una profundidad no menor de 2 mts. tendremos que el caudal

extraído durante el tiempo de circulación será:

$$30 \times 200 = 6000 \text{ Lts.}$$

Transformado esto a volumen nos da 6 metros cúbicos.

Para determinar la superficie que permite una variación máxima de 0.30 metros tenemos:

$$S = V/h \text{ Entonces } S = \frac{6 \text{ mts. Cúbicos}}{0.30 \text{ Mts.}} = 20 \text{ mts. cuadrados}$$

Determinado la altura tenemos:

$$h = V/S = \frac{20 \text{ mts. cúbicos}}{20 \text{ mts. Cuadrados}} = 1$$

Como los canales de desagüe no llegan sobre la superficie del tanque será necesario dar a éste dos metros de altura, por lo que las dimensiones quedan como sigue:

$$\text{Largo} = 5 \text{ mts.}$$

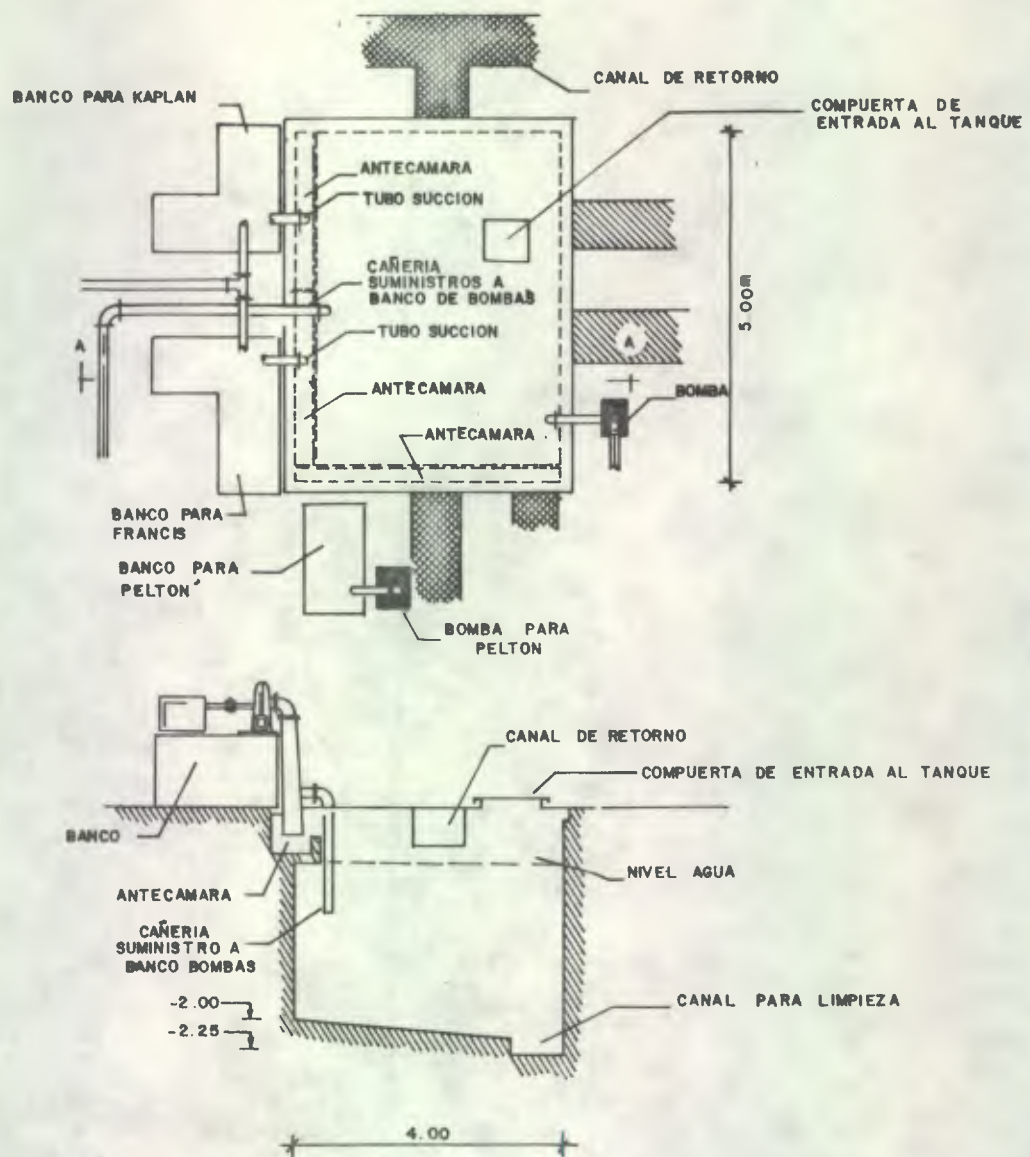
$$\text{Ancho} = 4 \text{ mts.}$$

$$\text{Prof.} = 2 \text{ mts.}$$

El tanque quedará donde se encuentra actualmente modificándose su ancho y su profundidad, aumentando estas en 1.25 mts. y 0.95 mts. respectivamente quedando su largo igual.

La rueda pelton y las turbinas se colocarán directamente sobre el borde del tanque de almacenamiento y como éstas requieren de un mismo valor de altura de succión, es necesario dejar en el tanque una antesala de nivel constante para que desarrollen adecuadamente el trabajo las turbinas.

Figura 19



TANQUE DE ALMACENAMIENTO

FIGURA 19

2. BOMBA DE ALIMENTACION DEL TANQUE DE NIVEL CONSTANTE.

Utilización:

Servirá exclusivamente para la alimentación del tanque de nivel constante.

Determinación del tipo de bomba a usar:

Para esto se requiere de los datos siguientes:

Caudal a elevar, altura de elevación del agua, altura de succión.

El caudal a elevar estará determinado por la demanda de los aparatos, que alimentará el tanque de nivel constante y de cuales trabajen a la vez.

El caudal de diseño será de 150 lts./seg. que será el demandado al trabajar la turbina o bien la tubería de mayor diámetro para estudio de escurrimientos que requieren de 100 lts./seg. cada una, junto con el resto de instalaciones menores que requiere de 50 lts./seg.

La altura de elevación del agua será de 6 metros sobre el piso del laboratorio; la altura de succión y pérdida de carga se considera de 1.5 metros.

De acuerdo a las condiciones antes mencionadas se recomienda una bomba de las siguientes características:

Tipo: centrífuga de un solo impulsor

Potencia: 50Hp.

Velocidad: 1750 RPM

Diámetro de salida: 6"

3. TANQUE DE NIVEL CONSTANTE.

Utilización:

Servirá para abastecer todas las instalaciones que requieran de una alimentación de carga constante para su funcionamiento, esta carga será de 6 metros.

Existe un tanque en la parte de afuera del edificio, - cuyas dimensiones son:

Largo 6.75 metros

Ancho 3.00 "

prof. 1.75 "

Dándonos un volumen de 35 metros cúbicos; pero su altura máxima sobre el nivel del suelo es de 3.75 metros no dándonos la carga necesaria.

Se propone la construcción de un tanque nuevo sobre el ya construido que alcance una altura sobre el nivel del piso del laboratorio de 6 metros.

Para el diseño se deberá tomar en cuenta:

Dimensiones, volumen, longitud de desborde, y dispositivos especiales.

Igual que para el tanque de almacenamiento por cada litro por segundo de demanda se disponga de 100 lts. almacenados.

Uno sólo de los aparatos que trabajan alimentados por el tanque de nivel constante requiere de 100 lts./seg. este es uno de los motores hidráulicos, pero consideremos que a la vez pueden operarse otras instalaciones menores que requieren 50 lts./seg. por lo tanto el caudal máximo que se tomará en cuenta para el diseño será de 150 lts./seg.

El volumen requerido es:

$$V = 150 \times 100 = 15000 \text{ lts} = 15 \text{ mts. cúbicos.}$$

Longitud de desborde:

Es de mucha importancia porque de ella depende la - variación de la altura de agua sobre el vertedero, y por - ende la fluctuación de la cota del espejo de agua disponible en el tanque; se pretende que esta variación sea mínima para garantizar una altura de carga fija dentro de los límites razonables.

Para determinar la longitud del vertedero se usará como caudal de diseño 150 lts./seg. y una altura máxima admisible de 0.03 metros.

La longitud se determina de la siguiente forma:

$$Q = 3.33 L H^{3/2} \text{ donde despejando } L \text{ nos queda}$$

$$L = \frac{Q}{3.33 H^{3/2}}$$

Las variables se transforman al sistema inglés.

$$150 \text{ lts./seg.} = 5.295 \text{ pcs.}$$

$$3 \text{ Cm.} = 0.098 \text{ pies.}$$

Sustituyendo.

$$L = \frac{5.295}{3.33 (0.098)^{3/2}} = 51.83 \text{ pies} = 15.80 \text{ metros.}$$

En el diseño que se propone esta longitud a sido cubierta en exceso.

Dispositivos especiales:

Será necesario disponer de los disipadores de energía;

uno se localizará entre la admisión al tanque y el cuerpo principal donde el agua reposa, y el otro entre la cámara de reposo y la salida del agua hacia las instalaciones, - éste reducirá la turbulencia provocada cuando se inicia la demanda.

Se deberá instalar un registro eléctrico de nivel en el tanque de manera que haya control en el tablero general de gobierno.

Las dimensiones del tanque adecuadas serán las siguientes:

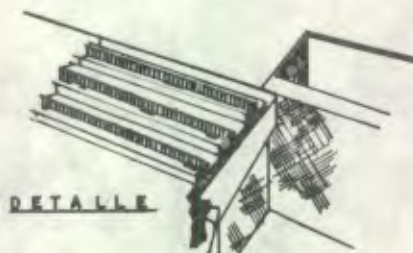
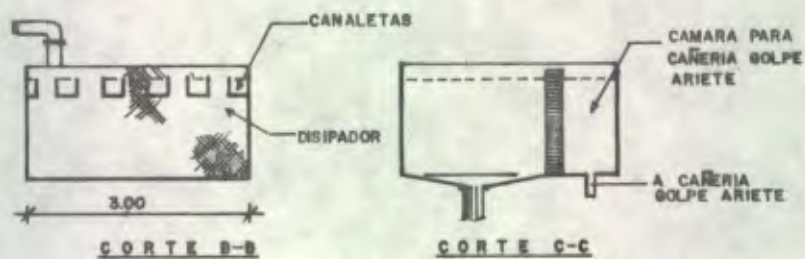
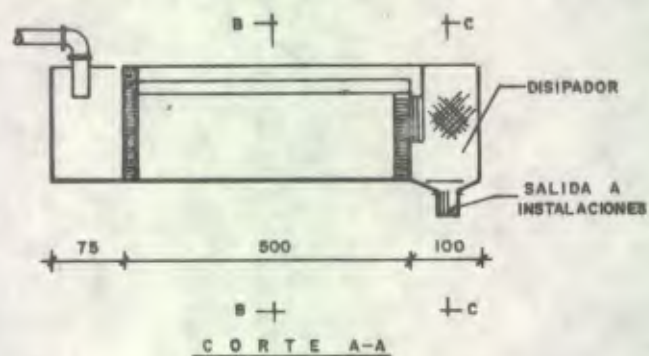
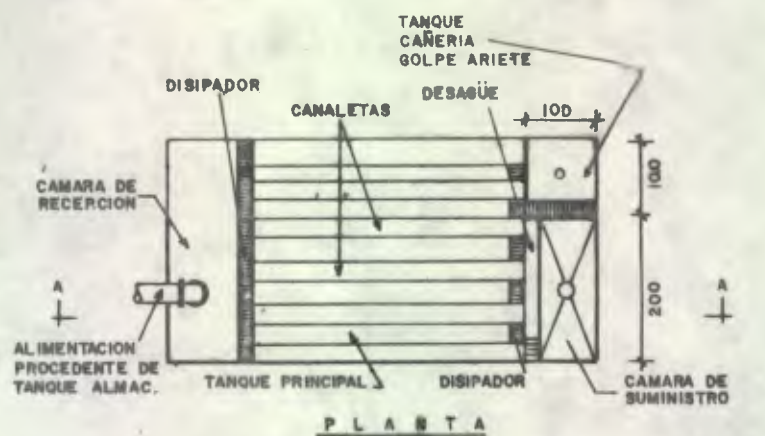
Largo 6.75 metros

Ancho 3.00 "

Alto 1.00 "

La colocación del tanque se hará en bases sobre el tanque existente de una altura de 1.25 metros para lograr la carga deseada.

Figura 20.



TANQUE DE NIVEL CONSTANTE

FIGURA 20

VIII) ORGANIZACION FISICA DEL LABORATORIO:

La organización física del laboratorio se hará de acuerdo a el área disponible, 265 mts² ubicada en el nivel 0 del edificio de laboratorios, a la colocación tanto del tanque de almacenamiento como del tanque de nivel constante, tomando en cuenta el orden en que deberán disponerse las instalaciones por razones pedagógicas y técnicas así como la interdependencia que existe entre ellas.

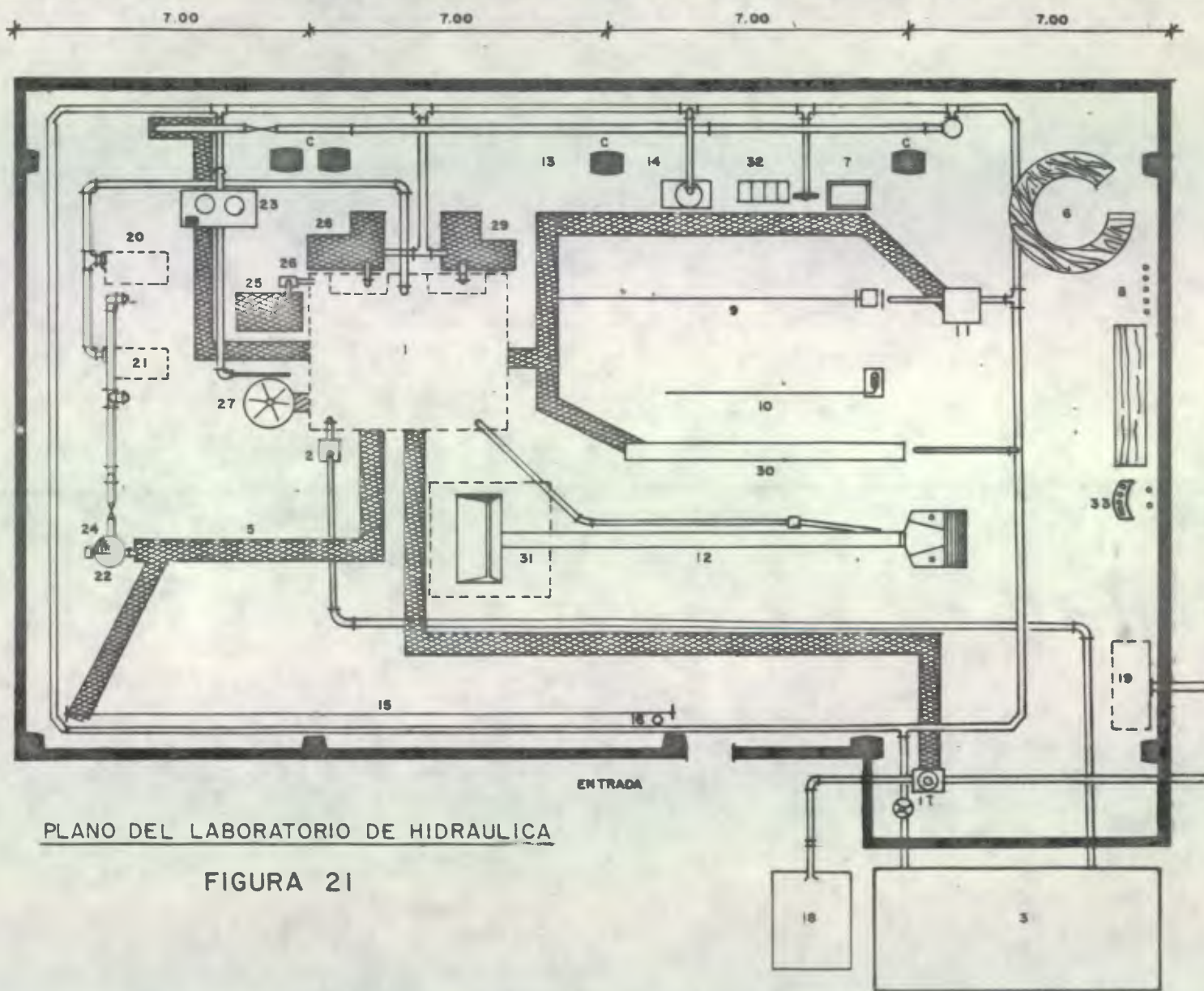
Por lo antes expuesto es necesario considerar:

Primero: La naturaleza del fenómeno estudiado y su afinidad con otros; esto implica que deberán agruparse formando varias unidades, entre estas unidades se tendrán: Los motores hidráulicos, la batería de tubos para pruebas de escurrimiento y estudio de golpe de ariete y así sucesivamente. Segundo se deberá considerar el grado de complicación del experimento y del principio involucrado; es decir que dentro de cada unidad se ordenarán los aparatos de una forma que permita una secuencia pedagógica y experimental, para ir gradualmente profundizando en el estudio de los fenómenos hidráulicos.

Tercero: Suministro de agua y desague: Se considera la colocación de los tanques ya contruídos, (almacenamiento y nivel constante) tomándose muy en cuenta que la disposición sea funcional y económica, de manera que los tramos de tubería y de canal no sean excesivamente largos

o tortuosos; este punto se puede ver que es ajeno completamente a la secuencia pedagógica, pero es de mucha importancia porque nos condiciona la situación material de la instalación.

La distribución se muestra en la figura número 21 usándose la nomenclatura que se describe en el capítulo VI.



PLANO DEL LABORATORIO DE HIDRAULICA

FIGURA 21

IX) PROGRAMA DE HABILITACION PROGRESIVA DE LAS INSTALACIONES:

Se incluye este capítulo porque la Universidad de San Carlos de Guatemala y específicamente la Facultad de Agronomía, atravieza actualmente por una crisis financiera, que en ningún momento permitirá una habilitación total de un laboratorio de la naturaleza del propuesto.

Por lo antes mencionado será necesario establecer un orden lógico para la incorporación de cada una de las instalaciones.

Para la habilitación progresiva de las instalaciones debemos de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) El laboratorio debe dejarse dispuesto para recibir todas las instalaciones.
- b) Hay que incluir en el inicio de la habilitación al menos una instalación para el estudio de cada uno de los temas programados.
- c) Se habilitará al inicio preferentemente las instalaciones para estudios elementales, porque de esta forma se le dan al estudiante conocimientos básicos para que posteriormente éste pueda abordar problemas más complejos sin ningún problema.
- d) La inversión se recomienda que sea más alta al inicio, que en los siguientes períodos, procurando mantener una inversión constante por lo menos cada año.

El orden de desarrollo propuesto será el siguiente:

- 1) Rediseño de los tanques de almacenamiento y de nivel constante.
- 2) Bomba hacia el tanque de nivel constante.
- 3) Canales de recolección y retorno.
- 4) Vertedero triangular portatil
- 5) Tuberías maestras y de suministro.

Para realizar los estudios elementales es necesario desarrollar el laboratorio en una primera fase con los siguientes aparatos:

- 1) Mesa mostrador.
- 2) Tanque prismático con pared de vidrio
- 3) Tanque colector para medida gravimétrica de caudales
- 4) Canal de pendiente variable.
- 5) Un aparato para experiencias de Reynolds.
- 6) Grupo de tubos verticales.
- 7) Tubería de bronce con bomba de aceite.
- 8) Batería de tubería de diferentes diámetros conectados en paralelo.
- 9) Tanque hermético con orificios taladrados para alojar orificios standar.

La segunda fase se desarrollan con las instalaciones en el orden siguiente:

- 1) Batería de Tubería de Acero
- 2) Vaso giratorio.

- 3) Rueda elemental de reacción
- 4) Estroboscopio portátil
- 5) Banco para Bombas de émbolo y Centrífugas.
- 6) Ariete hidráulico y accesorios.
- 7) Turbina Francis.
- 8) Rueda Pelton
- 9) Mesa de Helle Shae
- 10) Turbina Helice Kaplan.
- 11) Canal horizontal para calibración
- 12) Controles maestros de información.

X) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Laboratorio que se propone se realizarán estudios sobre:

a) Leyes fundamentales de la hidrostática.

b) Estudio cualitativo del escurrimiento.

Estos principios serán estudiados principalmente en los cursos de Física e hidráulica.

c) Usos de medidores de velocidad.

d) Calibración de instrumentos hidráulicos.

e) Medidas de cotas en las superficies líquidas.

f) Escurrimiento de agua en conducto abiertos

g) Escurrimiento del agua en tuberías

h) Estudio del agua respecto a las partículas sólidas.

Que se estudiarán en los cursos de: Hidrología, Principios y métodos de riego, Diseño de sistemas de riego, diseño de sistemas de drenaje.

i) Estudio del golpe de ariete.

j) Estudio de bombas elevadoras de agua.

k) Estudio de motores hidráulicos.

Que se estudiarán en los cursos de máquinas hidráulicas.

El laboratorio trabajará en circuito cerrado, por lo que no se utilizarán excesos de agua evitándose desperdicios y grandes demandas.

Se elevará el nivel de enseñanza de los cursos relacionados con la hidráulica.

Todas las instalaciones se distribuirán adecuadamente en el local existente, utilizandose tanto el tanque de almacenamiento como el de nivel constante con -

ciertas modificaciones.

Algunos aparatos propuestos se podrán construir en el taller de la Facultad o con colaboración del taller de mecánica de la Facultad de Ingeniería.

Recomendaciones:

Se recomienda que se utilicen a la vez únicamente los aparatos que se tomaron en cuenta para el rediseño de ambos tanques, si no se considera esto se tendrá falta de agua en un momento dado.

Se recomienda que para la alimentación del tanque de nivel constante se instalen dos bombas iguales, porque esta trabajará casi constantemente y si ocurre algún desperfecto, el laboratorio no funcionaría, y con otra bomba podrían alternarse.

Se deberá hacer una programación adecuada de las pruebas a realizar, llevando un orden de menor a mayor complicación del experimento a realizar, es decir ir de lo elemental a lo avanzado.

La habilitación progresiva deberá realizarse de acuerdo a lo que se propone en el capítulo IX para iniciar adecuadamente los experimentos.

Luego de hacer un estudio minucioso del laboratorio propuesto, se recomienda hacer un presupuesto detallado, para programar en mejor forma su ejecución.

XI) BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

1. AGUILERA BACA, F. Laboratorio para la Escuela de de Ingeniería de la Universidad de Chihuahua. Tesis (Ingeniero Civil) México, Chihuahua, Universidad de Chihuahua, Escuela de Ingeniería, - 1967. pp. 49-53.-
2. GONZALEZ PODSZUECK, J. I. Manual de laboratorio de - Hidráulica. Tesis (Ingeniero Civil) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1975. pp. 1-6.-
3. LANA SERRATE, I. Motores hidráulicos. 3ed. Barcelona, España, Editorial Lobos, 1959. 458 p.
4. LINSLEY RAY, K. Hidrology for engineers. New York, - McGraw-Hill, 1958. 340 p.
5. MARROQUIN BUCARO, HECTOR. Guía para el laboratorio de mecánica de fluidos. Tesis (Ingeniero Civil) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1969, 110 p.
6. MASAYA MAROTTA, H.R. Proyecto de laboratorio de hidráulica para la Facultad de Ingeniería. Tesis (Ingeniero Civil) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1964. 134 p.
7. OROZCO, FRANCISCO. Recomendaciones para el laboratorio de hidráulica de la Universidad de San Carlos. Monterrey, México, Instituto Politécnico, 1961. - pp. 5-11.
8. SEMINARIO LATINO AMERICANO DE IRRIGACION, 3º, México - 1964. La ingeniería experimental en México. Por: Jehová Guerrero y Torres. México, Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1964. T.I, pp 1-7.
9. STREETER, VICTOR L. Mecánica de los fluidos. Trad. y Rev. por: José Seijas Domínguez. 2ed. New York, McGraw-Hill, 1963, 486 p.-

Removido por
Tania
Sr. Nival
Biblioteca
20/11/79

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

LIBRERIA CENTRAL
JOSÉ GUILLERMO
"IMPRIMASE"
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO

