

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

MEMORIA DE LA SITUACION ACTUAL, METODOS  
UTILIZADOS Y ORIENTACION DE LA MATERIA  
HIDROLOGIA DE CAMPO 1704, CON PROPUESTA  
SOBRE LA IMPLEMENTACION DE UN NUEVO  
PROGRAMA

---

---

---

Prof. Marco Polo Rivero R.

Prof. Marco Polo Rivero R.

MEMORIA DE LA SITUACION ACTUAL, METODOS  
UTILIZADOS Y ORIENTACION DE LA MATERIA  
HIDROLOGIA DE CAMPO 1704, CON PROPUESTA  
SOBRE LA IMPLEMENTACION DE UN NUEVO  
PROGRAMA

Memoria presentada ante la ILUSTRE  
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
para ascender de la categoría de  
INSTRUCTOR a la de ASISTENTE  
en el escalafón universitario

Caracas, 11 de Febrero de 1982

## I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION .....	1
2. DESCRIPCION Y ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL ....	2
2.1.    Objetivos generales de la materia .....	2
2.2.    Antecedentes .....	2
2.3.    Programas de las asignaturas Hidrología de Campo I e Hidrología de Campo II, dictadas entre los años académicos 1964/65 y 1975/76.	3
2.3.1.    Hidrología de Campo I .....	3
2.3.2.    Hidrología de Campo II .....	6
2.4.    Programa de la asignatura Hidrología de campo 1704, en vigencia desde 1975 .....	9
2.4.1.    Alcance .....	9
2.4.2.    Información general .....	9
2.4.3.    Programa Sinóptico .....	9
2.4.4.    Programa .....	10
2.4.5.    Textos Guía .....	12
2.4.6.    Programa calendario .....	12

2.5.	Métodos de enseñanza .....	13
2.5.1.	Métodos utilizados .....	13
2.5.2.	Las clases teóricas .....	16
2.5.3.	Las clases prácticas .....	18
2.5.4.	Evaluación del aprendizaje y rendimiento estudiantil .....	24
3.	PROPUESTA SOBRE LA IMPLEMENTACION DE UN NUEVO PROGRAMA .....	41
3.1.	Justificación .....	41
3.2.	Programa propuesto para la asignatura .. Hidrología de Campo 1704 .....	45
3.2.1.	Alcance .....	45
3.2.2.	Información general .....	46
3.2.3.	Programa calendario .....	47
3.2.4.	Textos Guía .....	51
3.3.	Programación de trabajos prácticos de la asignatura Hidrología de Campo 1704 .....	53

4.	ORGANIZACION DEL LABORATORIO HIDROLOGICO EN EL DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA ...	58
4.1.	Justificación .....	58
4.2.	Uso del Laboratorio .....	59
4.3.	Espacio físico necesario y su distribu- ción .....	59
4.4.	Instrumentación y materiales necesarios..	62
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	67
6.	BIBLIOGRAFIA .....	69
7.	APENDICE I:	
	Guías de Trabajos Prácticos de la materia Hidrología de Campo 1704	
8.	APENDICE II:	
	"Trabajo sobre el diagnóstico, análisis e imple- mentación de un Plan para el mejoramiento de la Zona Administrativa No. 9 del MARNR". Br. Ade- cio Antonio Aguilar y Br. Claudio Caponí. UCV. Caracas, septiembre 1981.	

MEMORIA DE LA SITUACION ACTUAL, METODOS UTILIZADOS Y ORIENTACION DE LA MATERIA HIDROLOGIA DE CAMPO 1704, CON PROPOSTA SOBRE LA IMPLEMENTACION DE UN NUEVO PROGRAMA.

1. INTRODUCCION.

El presente trabajo fué elaborado con el propósito de dar cumplimiento al "Reglamento de Ingreso en el Personal Docente y de Investigación y de Ubicación y Ascenso en el Escalafón Universitario", Capítulo II, Sección Tercera, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 6º de la Resolución N° 94, relativa a la reforma parcial del mencionado Reglamento y constituye la memoria escrita - que presento como parte de los requisitos para ascender a la categoría de Profesor Asistente.

Esta memoria constituye una concepción personal sobre la situación actual, sistema, método y orientación de la materia Hidrología de Campo 1704, ubicada en el octavo semestre de los cursos de estudios correspondientes a las carreras de Hidrometeorólogo e Ingeniero Hidrometeorólogo, en las opciones de Hidrología, Meteorología y Agrometeorología, especialidades pertenecientes a la Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela.

La memoria incluye una propuesta sobre la implementación de un nuevo Programa, que a juicio del suscrito, representa una actualización del existente, vigente desde el año 1975. Adicionalmente, se han elaborado y se incluyen en el Apéndice I, las guías de nueve Trabajos Prácticos a utilizar durante el semestre en el desarrollo de las clases prácticas.

.../

cas . Asimismo, se plantea la necesidad de la creación del Laboratorio Hidrológico en el Departamento de Meteorología e Hidrología y se presenta una descripción sobre su organización, materiales necesarios y funcionamiento para que en mi opinión, pueda cumplir su función como medio de apoyo a las labores docentes y de investigación, en el campo de la Hidrología, que se realicen en el Departamento . Finalmente, se hacen algunas recomendaciones sobre modificaciones en las normas que rigen a la materia y en la orientación de otras asignaturas de la especialidad.

El espíritu que ha animado al autor en la elaboración de esta memoria, ha sido la producción de un material útil, que aporte algo en beneficio de la materia Hidrología de Campo y del Departamento. Si esto se ha logrado, aunque sea en parte, me sentiré plenamente satisfecho.

## 2. DESCRIPCION Y ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.

### 2.1. Objetivos generales de la materia.

La materia Hidrología de Campo, dentro del pensum de Hidrometeorología e Ingeniería Hidrometeorológica, tiene como objetivos generales proporcionar al estudiante los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para realizar, coordinar y supervisar programas de producción de información hidrológica básica a partir de mediciones y reconocimientos de campo.

## 2.2. Antecedentes.

Desde la creación del Departamento de Meteorología e Hidrología, los temas relacionados con la medición de los fenómenos hidrológicos en el campo estuvieron incluidos en las materias Hidrología I e Hidrología II, donde eran estudiados conjuntamente con los conceptos fundamentales de la Hidrología. Los Temas sobre Hidrología Aplicada estaban contenidos en las asignaturas Hidrología III y IV.

A partir del año académico 1964/65, se crearon las materias Hidrología de Campo I e Hidrología de Campo II, dictadas solamente en los semestres 9º y 10º de Ingeniería Hidrometeorológica, opción Hidrología. En estas asignaturas se le dió por primera vez a los aspectos de campo, la importancia que tienen en la formación del profesional en la especialidad.

En el año académico 1975/76 las materias Hidrología de Campo I e Hidrología de Campo II fueron fusionadas en la actualmente vigente Hidrología de Campo, ubicándola en el octavo semestre, de todas las opciones, de las especialidades Hidrometeorología e Ingeniería Hidrometeorológica.

## 2.3. Programas de las asignaturas Hidrología de Campo I e Hidrología de Campo II, dictadas entre los años académicos 1964/65 y 1975/76.

### 2.3.1. Hidrología de Campo I.

## 2.3.1.1. Alcance

La Hidrología de Campo pone en contacto al estudiante con los fenómenos naturales y trata de los métodos para la obtención de los diferentes datos básicos así como también trata de los medios de que nos valemos para esa obtención mediante estudios adecuados, instrumentos, etc.

## 2.3.1.2. Requisitos:

1702 Hidrología Aplicada

## 2.3.1.3. Tiempo de Dedicación:

2 horas teóricas

4 horas prácticas

## 2.3.1.4. Evaluación de Conocimientos

40% Exámenes Parciales

20% Prácticas

40% Examen Final.

## 2.3.1.5. Programa Sinóptico:

Introducción . Registros de Nivel, Estaciones de Aforos. Aforos. Instrumentos, Medidores de Nivel. Limnógrafos. Aforos Sección y Velocidad.

.../

## 2.3.1.6. Programa:

- 1º Introducción al curso
- 2º Los registros de nivel, su importancia y fines.
- 3º Medición de niveles en ríos, lagos y embalses.
- 4º Instrumentos para la medición de niveles
- 5º Estaciones de aforos. Consideraciones generales.
- 6º Selección y ubicación de los tramos de aforos y sitios de estación.
- 7º Levantamientos topográficos, interpretación de los mismos en relación con el tramo de aforos. Secciones transversales. Perfiles.
- 8º Aforos, diferentes clases. Descripción de métodos.
- 9º Realización de los diferentes tipos de aforos
- 10º Aforos por el método de sección y velocidad.
- 11º Aforos de crecientes, Métodos para su medición .
- 12º Instrumentos para la medición de caudales.
- 13º Calibración de instrumentos hidrométricos.
- 14º Instrumentos para la determinación de las profundidades.

150 La mira media compensada.

## 2.3.2. Hidrología de Campo II.

### 2.3.2.1. Alcance:

La Hidrología de Campo pone en contacto al estudiante con los fenómenos naturales para la obtención de los datos básicos para proyectos hidrológicos. Describe las instalaciones tanto desde el punto de vista hidrológico como el estructural y económico. Catastro. Fenómenos ligados a la escorrentía y pérdidas de agua. Esta materia se dará sobre todo -tendiendo a familiarizar al estudiante con el campo.

### 2.3.2.2. Requisitos:

1705 Hidrología de Campo I

### 2.3.2.3. Tiempo de Dedicación:

2 horas teóricas

4 horas prácticas

6 horas de dedicación por parte del alumno.

### 2.3.2.4. Evaluación de Conocimientos:

20% Exámenes Parciales

60% Promedio Prácticas.

## 20% Examen Final

## 2.3.2.5. Programa Sinóptico:

La Estación Hidrométrica. Diseño de estación es hidrométricas. Distribución de velocidades. Estructuras hidráulicas para medición de caudales. Acarreo de sedimentos. Campo y Oficina. La Infiltración. Su determinación. Ensayos. Pérdida de agua por evaporación. Supresión de la evaporación.

## 2.3.2.6. Programa:

- 1º La estación hidrométrica. Diseño de estaciones hidrométricas.
- 2º Mantenimiento e inspección de estaciones hidrométricas.
- 3º Instalaciones limnimétricas.
- 4º Estructuras hidráulicas para medición de caudales.
- 5º Fichas hidrológicas, su importancia.
- 6º Medición de pendiente hidráulica y cálculo de los coeficientes de rugosidad para la aplicación de fórmulas hidráulicas tendientes a determinar los caudales de crecientes, comparación con datos medidos.
- 7º Sedimentos. Consideraciones generales.

.../

- 8<sup>o</sup> Medición de sedimentos, suspensión y fondo, frecuencia de los muestreos. Selección de verticales de muestreo.
- 9<sup>o</sup> Perfil de distribución de velocidades. Curvas de velocidades en la vertical, curva de concentración de sedimentos. Isotaquias.
10. Operatoria de laboratorio en la determinación de sedimentos.
- 11o. Muestreadores.
- 12o. Análisis granulométrico, determinación de densidades y pesos volumétricos.
- 13o. Operatoria de oficina.
- 14o. Batimetría de embalses y lagos, análisis e interpretación de mapas batimétricos.
- 15o. La evaporación . Evaporación en grandes masas de agua, supresión de evaporación, coeficientes evaporimétricos, Isopletras.
- 16o. Investigaciones de infiltración inflitrometros, lisimétros. Uso del hidrograma de crecientes.
- 17<sup>o</sup>. Investigaciones para la determinación de tiempos de concentración y de retardo.

2.4. PROGRAMA DE LA ASIGNATURA HIDROLOGIA DE CAMPO 1704,  
EN VIGENCIA DESDE 1975.

2.4.1. Alcance:

La Hidrología de Campo pone en contacto al estudiante con los fenómenos naturales a fín de obtener los datos básicos para proyectos hidrológicos. Describe las instalaciones para la obtención de éstos tanto desde el punto de vista hidrológico como el constructivo y económico . Da métodos para obtener los datos. Efectúa Catastros. Fenómenos ligados a la escorrentía y pérdidas de agua. Esta materia - se dictará tendiendo a familiarizar al estudiante con el campo.

2.4.2. Información General:

La materia consta de 1 hora teórica y 5 prácticas a la semana. El curso dura 15 semanas. Exige 3 horas de dedicación semanal por parte del alumno, y se le acreditan 3 unidades. La evaluación es así : 20% del promedio de exámenes parciales; 30% del promedio pràcticas y 50% del examen final. Requisito: 1702 Hidrología Aplicada.

2.4.3. Programa Sinóptico:

La estación de aforos, los registros de niveles, instrumentos. Diseño de estaciones de aforo. Instrumentos para medición de compensada. Medición de caudales por métodos indirectos. Sedimentos. Instrumentos. Operatoria de

.../

Laboratorio. Batimetría de embalses. El agua como fuente de enfermedades. Uso del agua en riego. Reducción de pérdidas de agua en em baleses. Fichas Hidrológicas.

2.4.4. Programa:

Tema:

- 1) La estación de Aforos. Selección y ubica ción de los tramos de aforos, los regis - tros de niveles en ríos, lagos y embalses. Instrumental para la medición de niveles.
  - 2) Diseño de la estación de aforos. Instala - ciones Limnimétricas y limnigráficas. Le - vantamientos topográficos de los tramos de medición. Interpretación de secciones tras versales y de perfiles . Instrumentos me - cánicos, manuales, hidrostáticos y acústi cos para determinación de profundidades.
  - 3) Calibración de instrumentos hidrométricos. Interpretación de gráficas. Instrumentos para la determinación de velocidades. Cál - culo y uso de tablas.
  - 4) Descripción de los diferentes tipos de a foros. Aforos por el método de Sección y Velocidad. Aforos químicos. Aforos median te el uso de estructuras hidráulicas. La mira Compensada.
- Primer Exámen Parcial.

- 5) Medición de caudales por métodos indirectos. Medición de pendiente hidráulica. Determinación de Coeficientes de rugosidad. Las marcas de creciente. Inundaciones. Acción erosiva de los ríos.
- 6) Sedimentos. Consideraciones generales. El laboratorio de Sedimentación. Sus funciones. Determinaciones de Concentraciones de Sedimentos en suspensión y de fondo. Frecuencia de muestreos. Selección de puntos y verticales de muestreo. Curva de Concentración de Sedimentos. Isotacas. Muestradores.
- 7) Operatoria de laboratorio en la determinación de Sedimentos. Análisis granulamétrico. Tamizado, análisis de fracción limo-arcilla. Determinación de densidades.
- 8) Batimetría de embalses y lagos. Organización de sondeos. Análisis e interpretación de mapas batimétricos. Generalidades sobre el uso de curvas Area - Capacidad de embalses. El agua como fuente de enfermedades. Agua potable. Uso del agua en poblaciones. Sistemas de acueductos. Plantas de Tratamiento. Eliminación de aguas servidas. Uso del agua para riego. El Consumo de las plantas. Procedimiento para reducir las pérdidas de agua en embalses mediante el uso de sustancias reductoras de la evaporación. Segundo examen parcial.
- 9) La ficha hidrológica. La red hidrológica.

## 2.4.5. Textos Guía:

1º Apuntes del Profesor

2º Stage Measurement at Gaging Stations.U.S.  
Department of Interior U.S.A.3º Measurement of Peak Discharge by the Slope  
Area Method U.S. Department of interior -  
U.S.A.

## 2.4.6. Programa Calendario

TEMA	DESCRIPCION	SEMANA.	TEXTO	PAGINA
1	La estación de Aforos	1	1-2	(2) 1º - 28
2	Diseño de la Estación de Aforos.	2-3	1	-
3	Calibración de Instru- mentos.	4	1	-
4	Descripción de los ti- pos de Aforos	5-6	1	-
	Primer Exámen Parcial	7		
5	Medición de Caudales por métdodos indirectos	8	1-3	(3) 1 a 12
6	Sedimentos	9-10	1	
7	Operatoria de Laborato- rio en la determinación de Sedimentos.	11	1	
8	Batimetría de embalse y lagos	12	1	
9	El agua como fuente de enfermedades. Uso del agua en riego. Procedimiento pa ra reducir pérdidas de a gua en embalses	13	1	
	Segundo Exámen parcial	14		
10	La Ficha Hidrológica. La Red Hidrológica	15	1	

## 2.5. Métodos de enseñanza en Hidrología de Campo .

### 2.5.1. Métodos utilizados.

De acuerdo al Programa vigente de la materia Hidrología de Campo, la enseñanza se imparte a través de una hora semanal de clases teóricas y cinco horas de prácticas a la semana. Sin embargo, debido a las características de los trabajos prácticos que se realizan en el semestre, se ha hecho necesaria una mayor flexibilidad en la distribución de horas teóricas y prácticas, ya que estos trabajos consisten algunos en la aplicación de metodologías y técnicas de cálculo para la obtención de resultados a partir de datos simulados y otros incluyen salidas al campo cuya realización, tal como se explica mas adelante, depende a veces de factores externos que escapan al control del Departamento de Meteorología e Hidrología . En base a ésto se ha optado por utilizar las seis (6) horas disponibles en la semana para alternar las clases teóricas, donde se cubren los diversos tópicos contenidos en el Programa, con la dedicación al planteamiento, explicación y revisión periódica de los trabajos prácticos asignados, dejando las salidas al campo, que a veces necesitan todo un día, para realizarlas los fines de semana, durante el sábado, cuando ésto es posible.

En el proceso de enseñanza actual de la materia, se utilizan algunos de los métodos mencionados por James L. Kuethe (1968) (\*) en su clasificación, presentada a continuación :

MÉTODOS DE ENSEÑANZA SEGUN JAMES L. KUETHE.

A. Tradicionales:

1. Método Expositivo
2. Método de Discusión
3. Método de Proyectos
4. Repetición o Ejercitación

B. Tecnicas Especializadas:

1. Ambientes Simulados
2. Juegos de Enseñanza
3. Instrucción Programada

Los métodos utilizados actualmente en Hidrología de Campo basicamente son el Expositivo y en menor grado la Ejercitación, en las clases teóricas y el Método de Proyectos en las clases prácticas . Ultimamente, en el semestre pasado, se inició exitosamente una actividad que puede catalogarse como incluida en el Mé

---

(\*) Los Procesos de Enseñar y Aprender. James L. Kuethe -  
 Versión castellana. Buenos Aires. 1971. ..../

todo de Ambiente Simulado, como lo es la realización de un Trabajo Final, en el cual los alumnos tuvieron una experiencia semejante a la situación real que vivirán en su vida profesional, al efectuar estudios en equipo relacionados con la planificación de programas operativos y el uso y distribución de recursos financieros, humanos y materiales para su mejor aprovechamiento.

El método de Discusión, cuya efectividad ha sido demostrada a través de la experiencia práctica en el aula, debido a que posee elementos que se sabe son importantes para motivar al estudiante y mantener su interés, ya que implica la participación activa de los alumnos en el proceso de aprendizaje, no ha sido utilido hasta el presente. Sin embargo, en el próximo semestre a dictarse de Hidrología de campo, se han programado unas sesiones de discusión grupal ( ver punto 3.3. de este informe) como parte de cada Trabajo Práctico. La experiencia que se obtenga de estas sesiones de grupo servirá para evaluar la conveniencia de incorporar el método al proceso de enseñanza de la materia.

En relación con los métodos de Juegos de Enseñanza e Instrucción Programada mencionados por James L. Kuethe, se considera que el primero no se adapta al ni

vel de la materia dentro de un curso de formación de ingenieros. La instrucción programada, por el contrario, tiene va rías ventajas, ya que permite a los alum nos recibir una retroalimentación inme diata y además, determinar su propio rit mo de progreso. El inconveniente de su a plicación es que requiere de muchas horas de ciudadano esfuerzo para lograr una buena formulación y organización de los programas, lo cual exige la dedicación de recursos, no siempre disponibles en nues tra Universidad. Es posible que en el fu turo se cuente con un adecuado material de instrucción programada, que comple mente la instrucción impartida por otros métodos.

#### 2.5.2. Las clases Teóricas.

Como se mencionó anteriormente, en las clases teóricas se utiliza básicamente el método Expositivo o Magistral, complemen tado con la utilización de algunas técni cas audiovisuales para ilustrar mejor las exposiciones. Este método proporciona al educador la posibilidad de presentar exac tamente, del modo que considere mas con veniente, el material que ha elegido, pe ro tiene el inconveniente de caracteri zarse por una falta de discusión y parti cipación por parte de los alumnos, a pe ...

sar de que a veces las preguntas que formulen los estudiantes pueden originar un proceso de debate.

En menor grado, se utiliza el método de Ejercitación mediante la resolución de cuestionarios o problemas cortos durante la clase o en la casa, a fin de ilustrar ciertos puntos del Programa. Aunque generalmente estos problemas son resueltos - posteriormente en la pizarra, no se rea-lizan sesiones de discusión en torno a ellos para estimular la motivación de los estu-diantes.

Las técnicas audiovisuales utilizadas son las siguientes:

- a) Láminas transparentes ( filminas) con-juntamente con retroproyector:

Estas láminas han sido preparadas para proyectar esquemas, gráficos, etc, toma-dos de libros y folletos, o elaboradas - especialmente por el Profesor y se utili-zan constantemente durante la exposición .

- b) Diapositivas tomadas en el campo:

Se han fotografiado instrumentos, equi-pos e instalaciones y además, activida-des que se realizan en el campo durante las mediciones o inspecciones. La mayoría han sido tomadas por el suscrito durante

.../

su vida profesional o en salidas al campo con los alumnos de cursos anteriores, a realizar trabajos prácticos.

c) Películas en formato 8 ó Super 8:

Se cuenta con algunas películas tomadas y editadas por el Profesor sobre algunos temas tales como aforos en el río Orinoco, mediciones de vado y canastilla en estaciones hidrométricas, captación de sedimentos fluviales, aforos químicos en ríos turbulentos, mediciones de caudal mediante bote en movimiento, etc. Estas películas son proyectadas durante el semestre, pero existe el inconveniente de que el Departamento no tiene proyector de ese formato, lo cual hace que el profesor tenga que traerlo de su casa con la consiguiente incomodidad que esto implica. Si el proyector del profesor está dañado, hay que buscar vías alternas como la utilización de alguno existente en otras Dependencias de la U.C.V, lo que generalmente hace que los alumnos deban trasladarse a otro edificio lejos del Departamento, con los inconvenientes del caso.

2.5.3. Las Clases Prácticas.

Las Prácticas de la materia Hidrología de campo consisten en la realización de una serie de trabajos prácticos y un trabajo

.../

final, en los cuales los alumnos aplican los conocimientos adquiridos en las clases Teóricas.

El método utilizado, de acuerdo a la clasificación de James L. Kuethe, es el de Proyectos, el cual consiste en que los alumnos trabajan en una tarea asignada con una interacción directa relativamente pequeña con el Profesor, aunque de acuerdo con una serie de instrucciones previas. Estas instrucciones hasta ahora se han presentado en forma escrita, pero limitada al planteamiento del problema y a un breve enunciado de las tareas a realizar. En este informe ( ver Punto 3.3 y Apendice I ) se incluyen las guías de cada uno de los Trabajos Prácticos de la materia, elaboradas especialmente para esta Memoria, las cuales contienen la definición de los objetivos, de la práctica, el material necesario y los procedimientos a seguir para la realización de las actividades programadas. Anteriormente, existían las "Guías de Prácticas .Hidrología de Campo 1704" elaboradas por el Dr. Rafael Convit, pero no han sido utilizadas por el suscrito, aunque si se usaron como referencia al hacer las nuevas guías.

Algunos trabajos prácticos contemplan la utilización de técnicas y metodologías con datos simulados para resolver los problemas planteados, pero otros incluyen sa

.../

lidas al campo para efectuar mediciones o reconocimientos y posteriormente realizar calculos e interpretaciones. Aquí radica el principal problema que dificulta la realización de las clases prácticas. El Departamento no tiene la instrumentación necesaria para hacer mediciones hidrológicas en el campo ya que, aparte de dos correntímetros automáticos nuevos comprados recientemente, sólo existen unos pocos equipos dañados y algunas piezas aisladas. Para poder llevar a cabo las prácticas de campo, el Profesor tiene que utilizar sus relaciones personales con algunos funcionarios de la Dirección de Hidrología del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, para conseguir la autorización y colaboración del personal adscrito a las oficinas regionales. Los empleados de esa Dirección y en especial el personal técnico de observación, la mayoría ex-alumnos del suscrito en los cursos de formación y capacitación del MARNR, se han prestado desinteresadamente a colaborar y han dedicado sábados completos a acompañarnos en las prácticas sin recibir otra cosa más que nuestro agradecimiento, poniendo a la orden los equipos, instrumentos e instalaciones del Ministerio. Esta circunstancia, aunque resulta efectiva ya que los estudiantes tienen oportunidad de visitar las oficinas regionales de la Dirección de Hidrología y hacer contacto con el personal de observa-

ción, lo cual es una experiencia importante, tiene el inconveniente que no se pueden programar las fechas de salida con mucha anterioridad, ya que se depende de la disponibilidad de los funcionarios del Ministerio. En ocasiones, hay que aplazar una fecha ya fijada y en otras, suspender una actividad que ya se ha planificado. Esta situación trae como consecuencia un problema adicional: el autobús de la Universidad que se requiere para el traslado de los alumnos al sitio de la práctica tiene que ser solicitado con mucha anterioridad, lo cual exige una programación previa de las fechas de salida con un margen que permita la tramitación del vehículo y los viáticos correspondientes. Al no poder garantizar la fecha de la salida, se dificulta mucho obtener el transporte.

En algunos semestres se ha podido realizar un buen trabajo de campo, ya que inclusive se han efectuado dos viajes, en avión el primero y en autobús el otro, a un campamento del MARNR a orillas del río Orinoco, donde los estudiantes y Profesores han permanecido varios días realizando trabajos de campo con todos los gastos de alimentación y alojamiento a cargo del Ministerio. En otros semestres, menos afortunados, no ha sido posible efectuar ese viaje. En una oportunidad todo el grupo permaneció durante varias horas en el aeropuerto de Maique

tía, esperando inutilmente un avión de las Fuerzas Aereas que nunca llegó y en otra, despues que se habían realizado todos los trámites en la Universidad para un viaje similar, el MARNR manifestó que no era posible su realización por motivos internos que no pudieron ser superados.

Todo lo anterior pone de manifiesto que mientras el Departamento no tenga recursos propios para realizar los trabajos prácticos de Hidrología de Campo, éstos estarán siempre sujetos a factores externos que no siempre se inclinan a nuestro favor.

Estos recursos consisten en una estación hidrométrica propia, instrumental completo y en buen estado y material de apoyo suficiente. Por supuesto, ésto no implica que no se puedan visitar instalaciones de otros Organismos. Lo que se plantea es la necesidad de lograr una autonomía de acción para efectuar las prácticas que se programen. En el Aparte 4 de este informe, referente a la organización de un Laboratorio Hidrológico en el Departamento, se incluye una lista del instrumental mínimo que se considera necesario para las prácticas de Hidrología de campo.

La ausencia de un Laboratorio también ocasiona problemas para la realización de las prácticas, ya que ha sido necesario utilizar otras Dependencias de la Universidad o improvisar análisis en cualquier rincón del

Departamento. El Laboratorio Hidrológico sería de gran ayuda para la materia, porque en él se llevarían a cabo parte de los trabajos prácticos, a lo cual permitiría a los estudiantes fortalecer los conceptos básicos tratados en las clases teóricas, antes de realizar la salida al campo. Es obvio decir que en el Laboratorio se podrían realizar con toda propiedad la análisis de sedimentos o de concentración de trazadores para aforos químicos, contenidos en el Programa.

Otro aspecto importante a mencionar, relacionado con las salidas al campo, es la posibilidad de aprovechar la oportunidad para que asistan alumnos de otras materias afines que necesiten de esta experiencia para sus fines específicos. De hecho, esto se ha practicado con la materia Aguas Subterráneas que dicta el Profesor Perez Hernández. Se han realizado salidas con alumnos de ambas materias, que en la mayoría de los casos son las mismas personas, ya que las dos pertenecen al mismo semestre de la carrera. La experiencia ha sido positiva, debido a que se ha aprovechado la salida para beneficio de ambos cursos.

Es propicia la ocasión para destacar la espontánea y desinteresada colaboración del Profesor David Perez Hernández, quien en todo momento ha puesto al servicio del suscrito todos sus conocimientos de sedimentolo -

.../

gía, disciplina en la cual es un experto, con amplia trayectoria en el MARNR. Se ha prestado no solamente para encargarse de la instrucción de los alumnos en el campo durante la captación de sedimentos, sino también para dictar charlas y proponer ejercicios sobre el Tema en las clases de Teoría. Para él, nuestro agradecimiento por el beneficio que tal circunstancia ha representado para los alumnos que han cursado la materia en los últimos cinco semestres.

#### 2.5.4. Evaluación del aprendizaje y rendimiento estudiantil.

La evaluación del aprendizaje estudiantil en la materia Hidrología de campo, se efectúa mediante la obtención de una Nota Previa de Teoría, una Nota de Prácticas y un Examen Final .

La nota final de aprobación de la materia se calcula aplicando la siguiente ponderación:

Nota Previa de Teoría: 30%

Nota de Practica : 30%

Examen Final : 40%

Nota Final : 100%

La nota Previa de Teoría es el resultado de promediar las notas de al menos dos exa-

nes parciales y la nota correspondiente al Trabajo Final, que tiene el mismo peso de un exámen Parcial. La materia a evaluar en cada exámen parcial es acumulativa, es decir cubre los temas dictados desde el comienzo del semestre hasta el exámen que se presenta. Esto se hace para preservar la visión de totalidad en el programa.

La nota de Prácticas se obtiene al prome - diar las notas correspondientes a los informes de los Trabajos Prácticos y la de las Prácticas Calificadas que se efectúen en el semestre.

A los ejercicios realizados en la clase o asignados para hacerlos en la casa, no se les dá ninguna puntuación. Solamente se utilizan para ilustrar los conceptos presentados en las clases teóricas.

El instrumento utilizado en los exámenes parciales y en las Prácticas Calificadas es el que corresponde a la definición de "Test", como instrumento de medición de aprendizaje, dada por R.H. Lindeman y S.L. Garfield ( 1970 ) ( \* ), el cual se distingue de otros procedimientos menos formales en los aspectos siguientes:

- A) Los alumnos a quienes se les aplica saben que es un Instrumento de evaluación

---

( \* ) Evaluación Psicológica y Educacional. R.H. Lindeman y S.L. Garfield. Versión castellana. Buenos Aires .1975.

- b) Se planifica y se avisa a los alumnos con anticipación.
- c) Se administra del mismo modo y en condiciones idénticas a todos los alumnos que se están examinando.

El sistema de calificaciones utilizado en los exámenes y prácticas calificadas es el tradicional, o sea aquel que establece una puntuación ubicada en una escala de notas de 1 a 20. No se ha implementado un sistema de calificaciones en base a los objetivos del curso, establecidos previamente.

Con el propósito de observar el rendimiento estudiantil en los últimos cinco semestres de enseñanza de la asignatura, comprendidos entre el segundo semestre de 1977 y el primero de 1981, se realizó un análisis estadístico mediante los histogramas de frecuencia correspondientes a la distribución de las notas alcanzadas por los alumnos cursantes de cada uno de los semestres del período estudiado, agrupados en intervalos de clase de dos puntos de amplitud. Estos histogramas con sus respectivos cálculos se presentan en las páginas siguientes a este Punto.

Para la elaboración de los histogramas se calculó la ocurrencia de las notas en cada clase y se dibujaron barras representativas del porcentaje de alumnos con notas

comprendidas en el intervalo, graficados con respecto a la marca de clase. La frecuencia acumulada se presentó por una línea punteada en el mismo histograma. Además, en la gráfica se incluyó un cuadro con el número de alumnos inscritos, el número de retirados, el número de inasistentes y el número de asistentes. Considerando a este último como 100% de los alumnos cursantes, se calculó el número de aprobados y aplazados en los porcentajes correspondientes con respecto al número de asistentes.

Así mismo, se indicó en el cuadro la Nota Promedio alcanzada por los alumnos cursantes.

Adicionalmente, se construyeron dos gráficos con la variación del porcentaje de aprobados y de la nota Promedio alcanzada, durante el periodo estudiado.

Analizando las gráficas elaboradas se puede observar lo siguiente:

- a) Con exclusión del primer semestre de 1978, considerado poco representativo por haberlo cursado solamente dos alumnos, el porcentaje de aprobados ha ido aumentando progresivamente, de un 62% en 1977 a un 100% en 1981.

- b) Sin considerar al primer semestre de 1978 por las mismas razones anteriores, la Nota Promedio de cada semestre se mantuvo estable en 10 puntos de 1977 a 1978 y a partir de este año, ha aumentado progresivamente hasta 12 puntos, registrado en 1981.
- c) Hay una marcada separación entre la ocurrencia de casos en los intervalos de clase ubicados a la izquierda de la distribución y las frecuencias de alumnos aprobados. Es decir, cuando hay alumnos aplazados ha sido con baja nota.

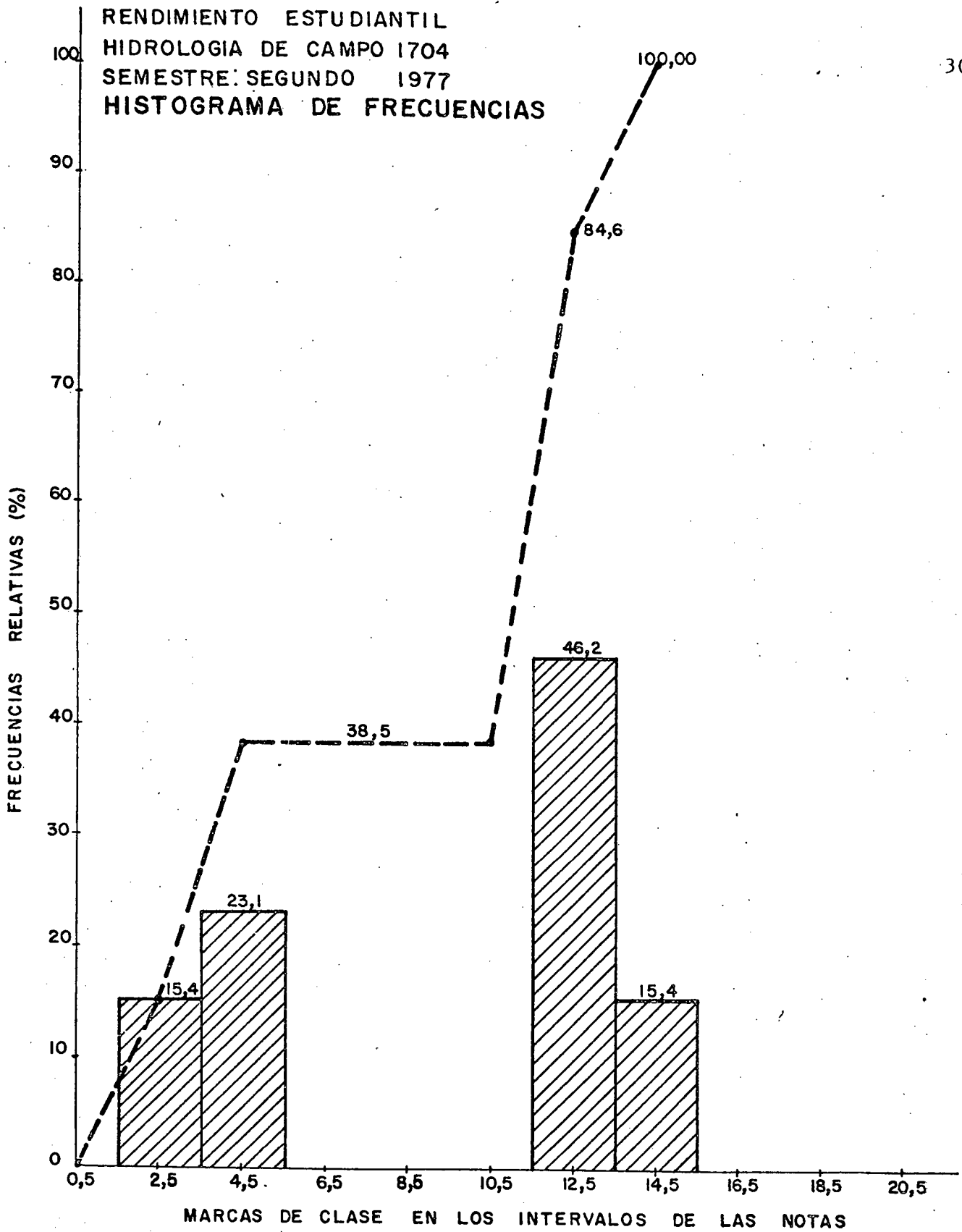
Es posible que las razones por las cuales se observa esa variabilidad en el rendimiento estudiantil de un semestre a otro se encuentre en la estabilización progresiva de los métodos de enseñanza utilizados, o a la tendencia de los últimos semestres a incrementar el peso de los trabajos prácticos. En todo caso, estas apreciaciones son subjetivas, ya que la evaluación que se realiza es poco demostrativa del verdadero rendimiento estudiantil. Al incorporar mejores técnicas en el proceso enseñanza-aprendizaje, tales como la evaluación por objetivos y las experiencias de grupo, se podrá obtener una visión más ajustada de este rendimiento.

ANALISIS ESTADISTICO DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
 HIDROLOGIA DE CAMPO 1704  
 SEMESTRE: SEGUNDO 1.977

TABLA DE CALCULOS

LIMITES ENTRE NOTAS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIAS RELATIVAS (%)	FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS(%)
0 - 1			0,00
2 - 3	2	15,38	15,38
4 - 5	3	23,08	38,46
6 - 7			38,46
8 - 9			38,46
10 - 11			38,46
12 - 13	6	46,16	84,62
14 - 15	2	15,38	100,00
16 - 17			100,00
18 - 19			100,00
20			100,00
TOTALES	13	100,00	100,00

RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
 HIDROLOGIA DE CAMPO 1704  
 SEMESTRE SEGUNDO 1977  
 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



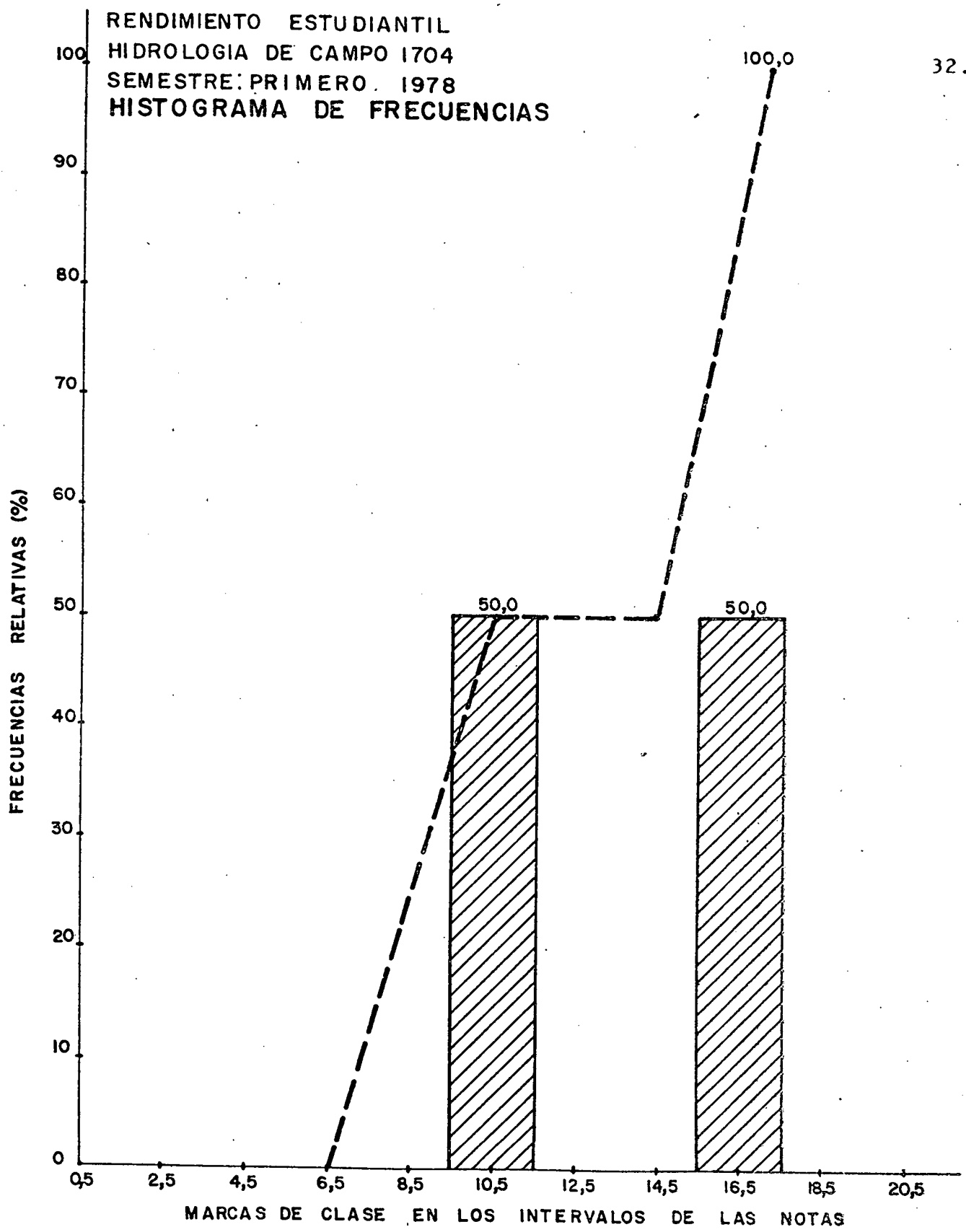
Nº DE INSCRITOS	RETIRADOS	INASISTENTES	ASISTENTES		APROBADOS		APLAZADOS		NOTA PROMEDIO
			Nº	%	Nº	%	Nº	%	
18	—	5	13	100	8	61,5	5	38,5	10

ANALISIS ESTADISTICO DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
 HIDROLOGIA DE CAMPO 1704  
 SEMESTRE PRIMERO 1.978

TABLA DE CALCULOS

LIMITES ENTRE NOTAS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIAS RELATIVAS (%)	FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS(%)
0 - 1			0,00
2 - 3			0,00
4 - 5			0,00
6 - 7			0,00
8 - 9			0,00
10 - 11	1	50,00	50,00
12 - 13			50,00
14 - 15			50,00
16 - 17	1	50,00	100,00
18 - 19			100,00
20			100,00
TOTALES	2	100,00	100,00

**RENDIMIENTO ESTUDIANTIL**  
**HIDROLOGIA DE CAMPO 1704**  
**SEMESTRE PRIMERO. 1978**  
**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**



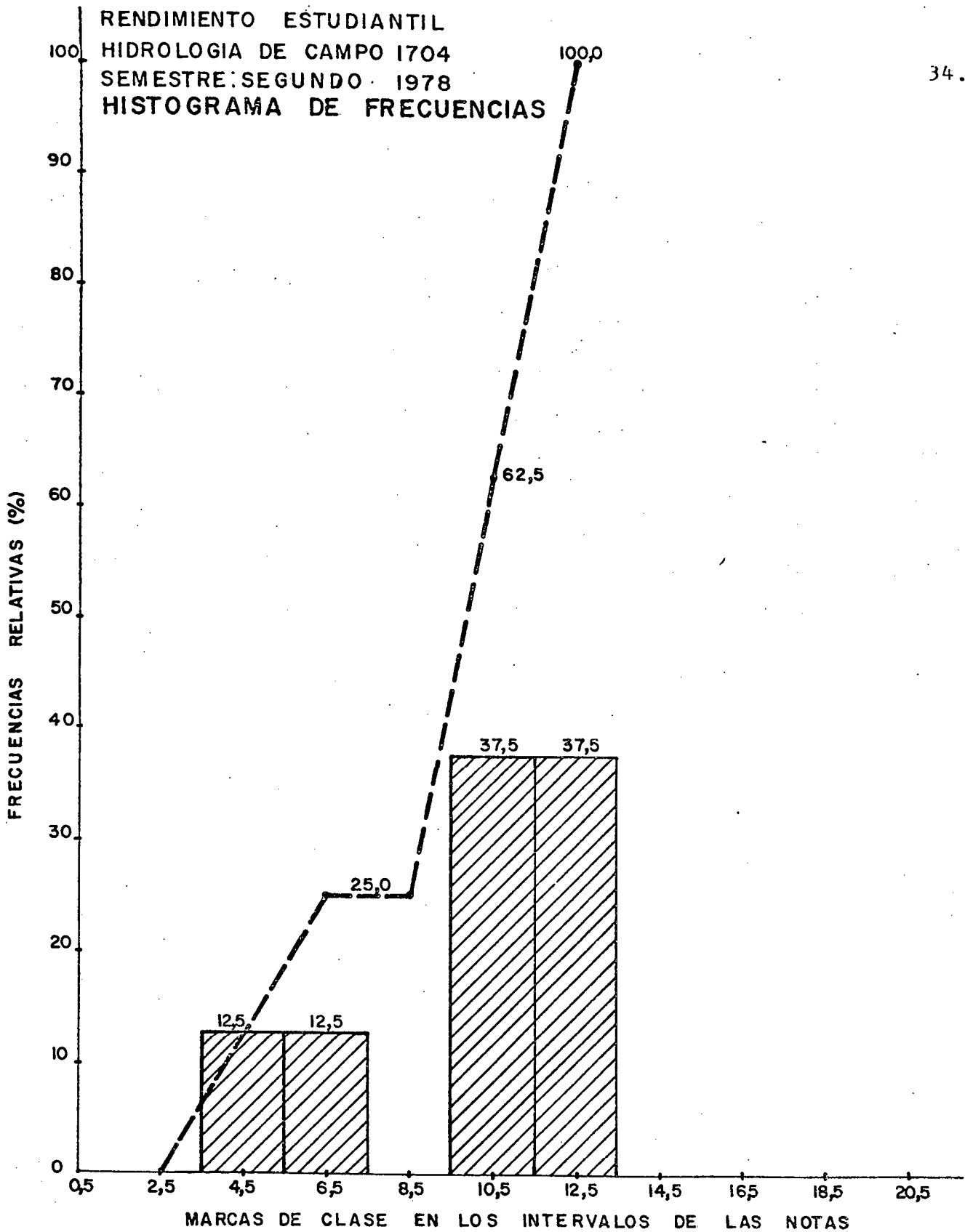
Nº DE INSCRITOS	RETIRADOS	INASISTENTES	ASISTENTES		APROBADOS		APLAZADOS		NOTA PROMEDIO
			Nº	%	Nº	%	Nº	%	
4	—	2	2	100,0	2	100,0	—	—	14

ANALISIS ESTADISTICO DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
 HIDROLOGIA DE CAMPO 1704  
 SEMESTRE SEGUNDO 1978

TABLA DE CALCULOS

LIMITES ENTRE NOTAS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIAS RELATIVAS (%)	FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS (%)
0 - 1			0,00
2 - 3			0,00
4 - 5	1	12,50	12,50
6 - 7	1	12,50	25,00
8 - 9			25,00
10 - 11	3	37,50	62,50
12 - 13	3	37,50	100,00
14 - 15			100,00
16 - 17			100,00
18 - 19			100,00
20			100,00
TOTALES	8	100,00	100,00

RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
 HIDROLOGIA DE CAMPO 1704  
 SEMESTRE SEGUNDO 1978  
 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



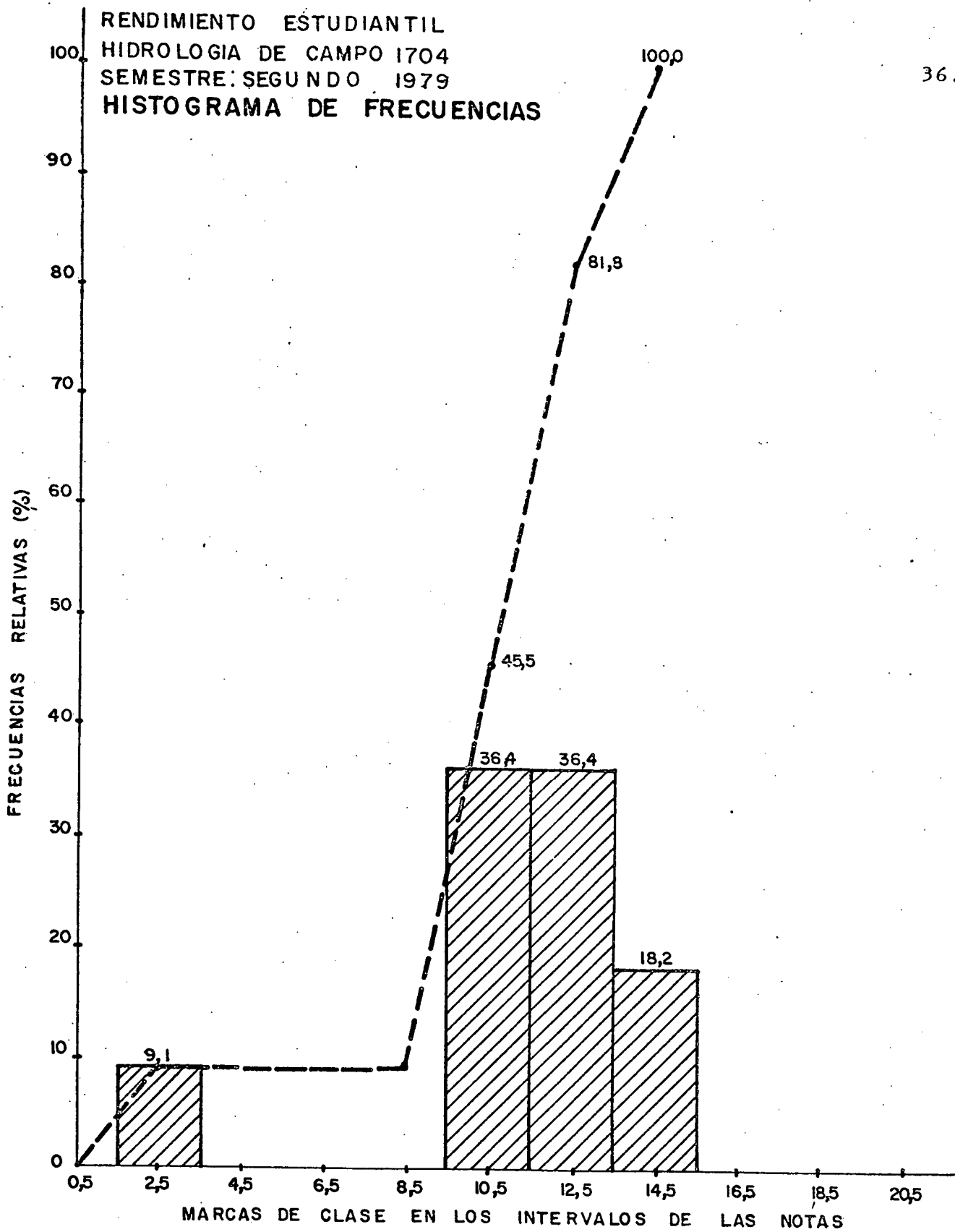
Nº DE INSCRITOS	RETIRADOS	INASISTENTES	ASISTENTES		APROBADOS		APLAZADOS		NOTA PROMEDIO
			Nº	%	Nº	%	Nº	%	
11	—	3	8	100,0	6	75,0	2	25,0	10

ANALISIS ESTADISTICO DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
 HIDROLOGIA DE CAMPO 1704  
 SEMESTRE: SEGUNDO 1.979

TABLA DE CALCULOS

LIMITES ENTRE NOTAS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIAS RELATIVAS (%)	FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS (%)
0 - 1			0,00
2 - 3	1	9,09	9,09
4 - 5			9,09
6 - 7			9,09
8 - 9			9,09
10 - 11	4	36,36	45,45
12 - 13	4	36,36	81,81
14 - 15	2	18,19	100,00
16 - 17			100,00
18 - 19			100,00
20			100,00
TOTALES	11	100,00	100,00

RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
 HIDROLOGIA DE CAMPO 1704  
 SEMESTRE SEGUNDO 1979  
 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



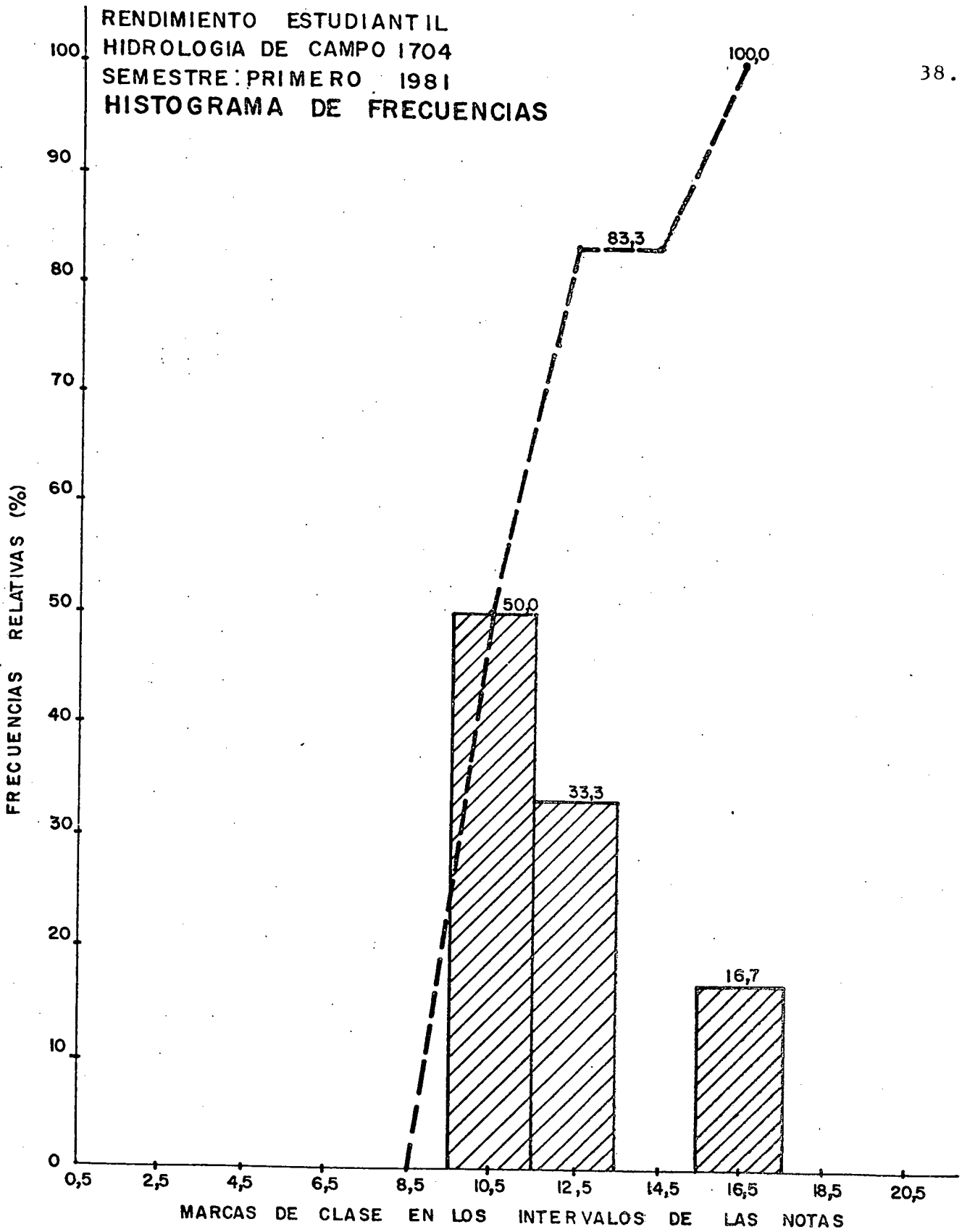
Nº DE INSCRITOS	RETIRADOS	INASISTENTES	ASISTENTES		APROBADOS		APLAZADOS		NOTA PROMEDIO
			Nº	%	Nº	%	Nº	%	
13	—	2	11	100,0	10	90,9	1	9,1	11

ANALISIS ESTADISTICO DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
 HIDROLOGIA DE CAMPO 1704  
 SEMESTRE: PRIMERO 1.981

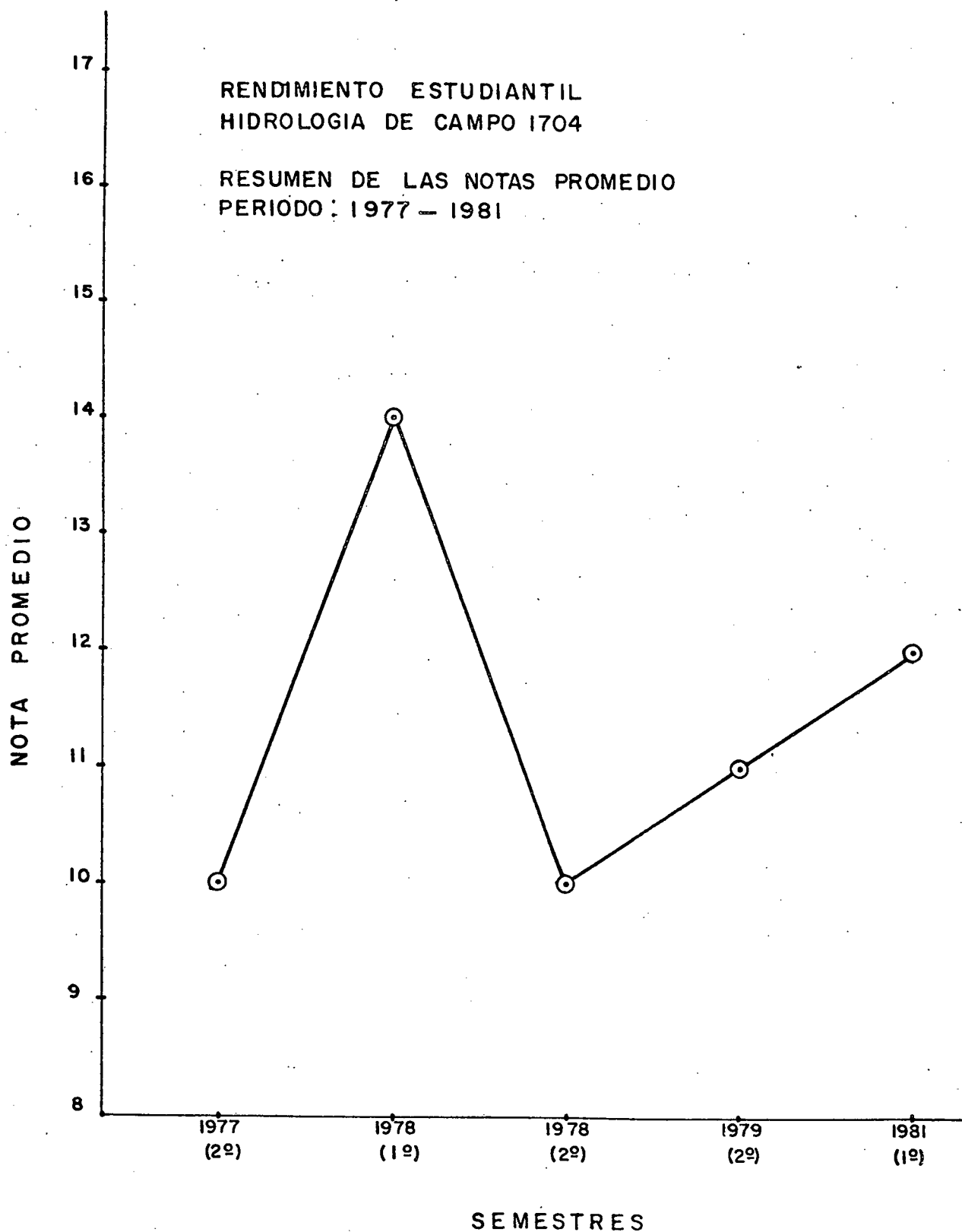
TABLA DE CALCULOS

LIMITES ENTRE NOTAS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIAS RELATIVAS (%)	FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS (%)
0 - 1			0,00
2 - 3			0,00
4 - 5			0,00
6 - 7			0,00
8 - 9			0,00
10 - 11	3	50,00	50,00
12 - 13	2	33,33	83,33
14 - 15			83,33
16 - 17	1	16,67	100,00
18 - 19			100,00
20			100,00
TOTALES	6	100,00	100,00

**RENDIMIENTO ESTUDIANTIL**  
**HIDROLOGIA DE CAMPO 1704**  
**SEMESTRE PRIMERO 1981**  
**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

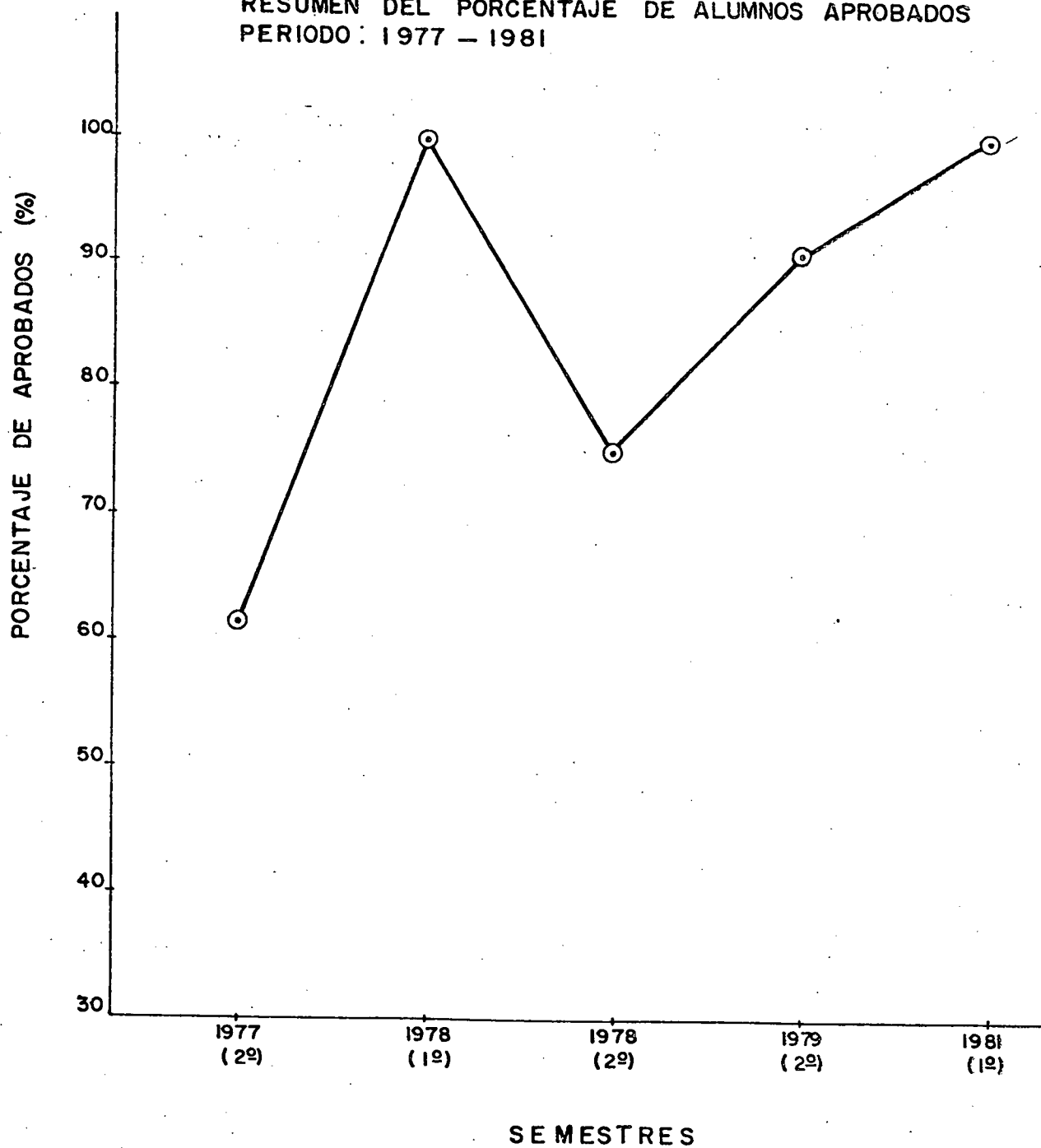


Nº DE INSCRITOS	RETIRADOS	INASISTENTES	ASISTENTES		APROBADOS		APLAZADOS		NOTA PROMEDIO
			Nº	%	Nº	%	Nº	%	
8	2	—	6	100,0	6	100,0	—	0,0	12



RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
HIDROLOGIA DE CAMPO 1704

RESUMEN DEL PORCENTAJE DE ALUMNOS APROBADOS  
PERIODO: 1977 - 1981



### 3. PROPUESTA SOBRE LA IMPLEMENTACION DE UN NUEVO PROGRAMA

#### 3.1. Justificación.

El convencimiento de que el proceso de formación de profesionales en el área de la Ingeniería Hidrometeorológica debe responder a un esquema dinámico, que permita la revisión periódica de los Pensa y Programas de estudio con el propósito de actualizarlos y adaptarlos a las necesidades del momento, ha llevado al suscrito a plantear una proposición relativa a la implementación de un nuevo Programa para la asignatura Hidrología de Campo 1704, producto de nuestra concepción personal y de la experiencia obtenida al dictar esta materia durante los últimos cinco semestres .

En el nuevo programa propuesto, se ha reagrupado el contenido del Programa anterior, que ha cumplido su función desde el año 1975, en ocho Temas que abarcan las diferentes actividades, conceptos y metodologías a seguir en el campo y la oficina para la producción de datos referente al gasto líquido y sólido en canales naturales. Se han agregado dos Temas adicionales, para hacer un total de Diez, de los cuales, en uno de ellos, se cubre lo relativo al levantamiento, mediante reconocimientos de campo, de información de interés para la realización de diversos tipos de estudios e investigaciones hidrológicas y en el otro, lo correspondiente a la organización y administración de oficinas productoras de datos hidrometeorológicos. Es de opinión del suscrito que los dos nuevos temas incluídos complementan

la formación del Ingeniero Hidrometeorogísta y contribuyen a incrementar la preparación del egresado para la ejecución de las actividades que realizará en su vida Profesional.

En la agrupación y orden de los Temas del nuevo Programa propuesto, se ha tomado en cuenta por una parte, la secuencia en la cual se realizan los procesos de producción de información hidrométrica y por la otra, la relación que debe existir con los trabajos prácticos programados, a fin de que los conceptos básicos de cada Tema sean analizados en las clases teóricas, antes de efectuar la práctica correspondiente. En base a esto, durante los cuatro primeros Temas, a dictarse en las siete semanas iniciales del curso, se cubre el proceso completo de la obtención de datos de escurrimiento, desde la medición en el río mediante el método de aforo mas generalizado en Venezuela, como lo es el de Sección y Velocidad, hasta la producción, mediante computadores electrónicos, del cuadro resumen de escurrimiento, tal como se presenta en las Publicaciones de datos hidrometeorológicos. El Tema N. 5 se refiere a las mediciones de caudal mediante otros métodos de aforo de aplicación en Venezuela. En el Tema N. 6, se toca lo relativo a la estación hidrométrica y a los criterios para el diseño de redes de estaciones. Este Tema se ubicó a esta altura de Programa ya que en nuestra opinión, mientras mas se conozca sobre las mediciones y el proceso de interpretación y calculo de las mismas, mas amplio será el criterio para establecer e identi...

ficar las características de una buena estación hidrométrica. En los Temas 7 y 8 se cubre todo lo relativo a la medición e interpretación de los datos de sedimentación, incluyendo el muestreo de campo, el análisis de las muestras en el laboratorio y el procesamiento electrónico de la información. En el Tema 8 se incluyó, además, algunas aplicaciones relacionadas con los datos de Sedimentación. Los Temas 9 y 10 se refieren a los aspectos señalados anteriormente, incorporados al Programa en esta propuesta.

Hay que hacer notar que en el nuevo Programa propuesto se eliminó casi todo el contenido del Tema 8 del Programa anterior, por considerar que puede ser tratado como mayor amplitud en otras asignaturas de la especialidad, tales como Hidrología Aplicada, Saneamiento Ambiental, Acueductos y Cloacas, Riego y Drenaje etc. Por otra parte, lo relativo a construcción de estaciones, esto es, la ejecución posterior al diseño, se dejó para que sea cubierto en Construcciones de Campo, asignatura perteneciente también al Octavo semestre de la carrera. En nuestra opinión esta materia debe reorientarse en función de las necesidades del Departamento de Meteorología e Hidrología, a fin de dar cabida en ella a los Temas y trabajos prácticos de interés a nuestros propósitos. Con respecto a la inclusión en el Tema N 10 del nuevo Programa, de lo referente a recolección, archivo y distribución de datos hidrometeorológicos, se sostiene la opinión que estos aspectos de la Hidrología van ligados a los procesos de producción de información,

por lo que se considera que deben cubrirse en la asignatura Hidrología de Campo y no en la materia del décimo semestre Administración de los Recursos Hidrometeorológicos ( Tema 5 ), la cual ésta orientada fundamentalmente hacia la legislación hidráulica, la planificación y la toma de decisiones. En todo caso, el diseño, desarrollo e implementación de sistemas de Información Hidrometeorológicos para aumentar la eficiencia en el archivo, conservación y recuperación de datos, si podría constituir un Tema a incluir en la asignatura Programación II.

Adicionalmente, se consideró conveniente modificar la distribución de horas teóricas y prácticas, así como también el número de unidades de la asignatura Hidrología de Campo. Desde nuestro punto de vista, la materia necesita 3 horas teóricas, 3 horas prácticas a la semana y 6 horas de dedicación semanal por parte del alumno. Esto produce un total de 5 unidades, lo cual hace necesario una revisión de general del Pensum de la especialidad. Sin embargo, en base al alcance de los trabajos prácticos programados y a las horas adicionales utilizadas cuando se realizan salidas al campo, se considera justificada la modificación planteada.

Finalmente, se realizan también cambios en los porcentajes utilizados para la evaluación, debido a que a nuestro juicio, es necesario reducir el peso del examen final para aumentarlo al trabajo del semestre. La distribución de la calificación final que se propone es la siguiente:

40 % de las notas parciales, 30 % de los trabajos prácticos y 30 % del Examen Final.

3.2. Programa propuesto para la asignatura Hidrología de campo 1704.

3.2.1. Alcance.

La asignatura Hidrología de campo cubre los procesos de producción y manejo de la información básica hidrológica necesaria para la realización de estudios y proyectos de distinta índole, desde la medición del fenómeno en el campo hasta obtención del dato procesado, tal como lo requiere el usuario. Se describen las instalaciones, instrumentación y metodologías utilizadas en Venezuela y en otros países para la recolección, almacenamiento y presentación de la información, haciendo énfasis en el papel que le toca

desempeñar al Ingeniero Hidrometeorólogos ta en el campo durante su actividad profesional, incluyendo la programación y supervisión de planes operativos y la administración de recursos.

### 3.2.2. Información General.

La materia consta de 3 horas Teóricas y 3 horas prácticas a la semana. El curso dura 15 semanas. Exige 6 horas de dedicación semanal por parte del alumno y se le acreditan 5 unidades . La evaluación es así:

40% del promedio de exámenes parciales, 30% de los trabajos prácticos y 30% del examen final. Para la aprobación de la materia es necesario aprobar las prácticas de la misma .Requisito: 1702 Hidrología Aplicada.



## Tema 3:

Mediciones de nivel en ríos, embalses y lagos. Instrumentos registradores y no registradores. Calibración. Determinación de registros continuos de nivel mediante la interpretación de gráficas y lecturas directas.

Semana : 5a.

Práctica: Nº 2

## Tema Nº 4:

Elaboración de curvas de gastos. Cálculo del escurrimiento diario, mensual y anual. Uso del computador - en el procesamiento electrónico de datos de escurrimiento. Factores que afectan las curvas de gastos. Extrapolación de curvas, sus limitaciones y riegos. Mé-todos para corregir el efecto de remanso en la rela-ción altura -gasto.

Semana : 6a.

7a.

Práctica: Nº 3.

Nº 3.

## Tema Nº 5:

Aforos químicos para la determinación del caudal en corrientes turbulentas. Aforos mediante estructuras hidráulicas. Método de pendiente- Area para el aforo de crecientes. Aforo mediante bote en movimiento. Otros métodos de aforo.

Semana : 8a.

9a.

Práctica: Nº 3

Nº 3

1er. Examen Parcial.

Tema Nº 6:

La estación de aforos, funciones y características. Reconocimientos preliminares de campo para la instala - ción de estaciones hidrométricas. Elección del tramo de aforos. Diseño de estaciones. Elaboración de fichas de estaciones hidrométricas. Criterios para el diseño de redes de estaciones.

Semana : 10 a.

Practica: Nº 4.

Tema Nº 7:

Teoría del muestreo de sedimentos fluviales. Uso de muestreadores puntuales, integradores y de lecho. Ventajas y desventajas. Mediciones de sedimentos en ríos de acuerdo a sus características hidráulicas, geomé - tricas e hidrológicas. Frecuencia del muestreo. Seleción y ubicación de verticales de muestreo. Criterios para el muestreo en crecientes. Técnicas de medición de sedimentos en ríos de Venezuela.

Semana : 11a.

Práctica: Nº 5

## Tema N° 8.

Importancia y funciones del laboratorio de Sedimentación. Análisis de concentración en peso y granulometría del sedimento en suspensión y de lecho. Determinación del peso específico. Elaboración de la curva de Sedimentación. Cálculo del transporte sólido mensual y anual. Procesamiento electrónico de datos de Sedimentación. Principales usos de los datos de Sedimentación. Batimetría en embalses y lagos.

Semana: 12 a 13 a.

Práctica: N° 6 N° 7.

## Tema N° 9:

Reconocimientos e inspecciones de campo con fines diversos. Supervisión de programas de medición de datos hidrológicos. Levantamiento de información básica sobre inundaciones. Recopilación de información de campo para estudios hidrológicos. Elaboración de informes de campo. Investigaciones sobre la determinación en el campo de parámetros hidrológicos.

Semana: 14 a.

Práctica: N° 8.

## 2º Examen Parcial

## Tema N° 10:

Operación y administración de oficinas productoras de datos hidrometeorológicos. Selección, reclutamiento y entrenamiento del personal. Elaboración de planes operativos para la instalación, operación y manteni-

.../

miento de estaciones hidrometeorológicas. Programación y ejecución de actividades relativas a la recolección, procesamiento, publicación y distribución de datos hidrometeorológicos. Criterios de control de calidad. Archivo y conservación de datos hidrometeorológicos. Bancos de Datos.

Semana: 15 a.

Práctica :Nº 9.

Presentación y exposición del Trabajo Final.

Semana: 16 a.

Práctica : No Hay

#### 3.2.4. Textos Guía.

1. Stream Flow. Nathan Clifford Grover and Arthur William Harrington.  
Dover Publications, Inc. New York. U.S.A.
2. Stream - Gaging Procedure. Don M. Corbett and others. Geological Survey Water-Supply 888 U.S.A.
3. Instructivo para aforos de corrientes. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México.
4. Manual de Instrucciones. Hidrometría. Publicación Nº 49. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano . Nicaragua.

5. Manual de Hidráulica . H. W King y E.F. Breter. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana . Mexico.
6. Hidráulica, S. Trueba Coronel. Norgis Editores S. A. Mexico.
7. Guide to Hydrometeorological Practices. - World Meteorological Organization. WMO Nº 168 TP. 82 . Geneva. Switzerland.
8. Elementos Básicos de sedimentología Fluvial. Prácticas de Campo y Laboratorio . Ing. David Pérez Hernández M.O.P. Caracas.
9. Técnicas de Campo e instrumentación para la captación de sedimentos fluviales. Ing. David Hernández M.O.P. Caracas.
10. Análisis de Sedimentos. Teoría y Laboratorio. Horold Guy Geological Survey U.S. A. Traducido por el Ing. David Pérez Hernández M.O.P. Caracas.
11. Instructivos varios elaborados por la División de Hidrología del M.O.P. y por la Dirección de Hidrología del MARNR.
12. Apuntes del Profesor.

3.3. Programación de trabajos prácticos de la asignatura Hidrología de Campo 1704.

Los trabajos prácticos a realizar durante el semestre, consisten fundamentalmente en nueve grupos de actividades que incluyen mediciones y reconocimientos efectuados en el campo durante visitas a estaciones hidrométricas u otros sitios de interés, así como también ejercicios, utilizando datos reales o simulados, preparados con el propósito de ilustrar los principales aspectos contenidos en los distintos Temas del Programa. Los resultados, cálculos y descripción de las actividades realizadas se presentan en un informe técnico, que deben entregar los alumnos individualmente en plazos variables, dependiendo de la complejidad del trabajo. Cada práctica incluye un cuestionario que forma parte del informe. Este cuestionario se usará como Puntos de Discusión para una sesión de grupo a efectuarse posteriormente a la entrega del mismo. En el Apéndice I se incluyen las Guías de los nueve Trabajos Prácticos programados.

Además de los Trabajos Prácticos descritos anteriormente, los participantes realizarán un Trabajo Final, en grupos de pocos alumnos, que se iniciará en el segundo tercio del semestre y que se desarrollará bajo la asesoría continua del Profesor. El trabajo consistirá en el estudio y solución de una situación semejante a las que puede presentarse al Ingeniero Hidrometeorologista -

durante su actividad profesional, como funcionario de una Organización responsable de la producción de datos hidrometeorológicos, como investigador o como proyectista, usuario de la información de campo para la elaboración de estudios o investigaciones en el área de la Hidrología. La nota de este trabajo será considerada como el tercer examen parcial. Con el propósito de ilustrar mejor al lector sobre el alcance del Trabajo Final, en el Apéndice II se anexa una copia del "Trabajo sobre el diagnóstico, análisis e implementación de un plan para el mejoramiento de la Zona Administrativa N° 9 del MARNR", elaborado por los Brs. Edecio Antonio Aguilar y Claudio Caponi, al cursar la materia Hidrología de Campo - 1704 en el año 1981.

Como complemento, se asignarán algunos problemas y cuestionarios cortos para que sean elaborados en el aula o en la casa y discutidos posteriormente en la clase.

Los nueve (9) Trabajos Prácticos programados se describen a continuación:

Trabajo Práctico N° 1.

TITULO: Cálculo detallado de aforos por el método de Sección y velocidad.

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en el cálculo detallado de las mediciones realizadas con el método de aforo Sección y velocidad, a los fines de determi-

nar el caudal. la distribución de velocidades y gasto unitario en la sección y coeficientes de velocidad. Además, se pretende ilustrar la simplificación de las mediciones mediante la ubicación de un número reducido de verticales.

### Trabajo Práctico Nº 2.

TITULO : Aforos de vado y flotadores.

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en la realización de mediciones de caudal en canales naturales, mediante aforos de vado con correntímetro y flotadores. Adicionalmente, se pretende familiarizar al alumno con las instalaciones e instrumentación de una estación hidrométrica.

### Trabajo Práctico Nº 3.

TITULO : Calculo del Resumen Anual de Gastos Medios.

OBJETIVOS: Entrenar al alumno en el proceso de cálculo del escurrimiento, a partir de las mediciones efectuadas en una estación hidrométrica.

Esta práctica representa una ampliación de una similar de la asignatura Hidrología 1701, con la diferencia que se han incluido los principales problemas y fallas que se presentan en el registro de datos hidrométricos, con el propósito de ilustrar lo mejor posible la situación real.

Trabajo Práctico Nº 4.

TITULO : Extrapolación de curvas de gastos y corrección del efecto de remanso.

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en el análisis de dos de los principales problemas que se presentan en el trazado de las curvas de gastos: la indefinición de las curvas debido a la ausencia de aforos altos y las alteraciones que se producen cuando la corriente es represada aguas abajo del sitio de aforo.

Trabajo Práctico Nº 5.

TITULO : Medición de Caudales mediante los Métodos de Aforo Químico, Bote en movimiento y pendiente-Area para la medición de Caudales.

OBJETIVOS: Entrenar al alumno en el cálculo de las mediciones de caudal en canales naturales mediante tres métodos de aforos: Químico, Bote en Movimiento y pendiente - Area.

Trabajo Practico Nº 6.

TITULO : Aforos de canastilla y muestreo de Sedimentos. La Estación Hidrométrica.

OBJETIVOS: 1. Entrenar al estudiante en las técnicas de medición de caudales mediante aforos de canastilla en una estación Hidrométrica.

.../

2. Entrenar al estudiante en la toma de muestras de de sedimentos en suspensión y de lecho.
3. Estudiar detalladamente todas las características de una estación hidrométrica mediante la verificación de los criterios de diseño y el levantamiento de información en el campo, con fines de elaboración de la ficha de la estación.

Trabajo Práctico Nº 7.

TÍTULO: Análisis de sedimentos en el Laboratorio .

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en los principales ensayos de laboratorio que se realizan con los sedimentos fluviales, como son la determinación de la concentración en peso y el análisis granulométrico mediante tamizado.

Trabajo Práctico Nº 8.

TÍTULO: Calculo de Acarreos de Sedimentos en suspensión.

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en la determinación del acarreo de sedimentos fluviales en suspensión, a partir de las mediciones de gasto líquido y sólido efectuados durante un año en una estación hidrométrica, mediante la utilización de dos métodos de cálculo: La curva de duración de gastos y la obtención de acarreos diarios mediante un computador electrónico .

## Trabajo Práctico N<sup>o</sup>. 9

TÍTULO: Aforos por vertederos.

OBJETIVOS: Entrenar al alumno en la determinación del caudal en canales naturales mediante el uso de vertederos.

### 4. ORGANIZACION DEL LABORATORIO HIDROLOGICO EN EL DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA.

#### 4.1. Justificación.

La existencia de un Laboratorio Hidrológico en el Departamento de Meteorología e Hidrología representa un salto hacia adelante en el desarrollo de los sistemas de enseñanza de la Hidrología en nuestra Universidad.

El poder contar con un ambiente especialmente acondicionado y con el instrumental necesario para efectuar los análisis, demostraciones y experiencias que son indispensables para ilustrar muchos de los tópicos tratados en las distintas asignaturas contenidas en los Pensos, relacionadas con la Hidrología, así como también tener la disponibilidad de un medio de apoyo a los trabajos de investigación, tesis de grado o trabajos de ascenso que puedan efectuarse, son motivos que respaldan la existencia del laboratorio Hidrológico. Todos los esfuerzos que puedan realizarse en tal sentido serán acciones productoras de grandes beneficios para el Departamento y justifican plenamente su creación.

#### 4.2. Uso del Laboratorio.

El análisis de muestras de sedimentos captadas en ríos y embalses, los ensayos con permeámetros e infiltrómetros, la determinación de la concentración de sales inyectadas para medir el gasto mediante aforos químicos, el estudio de las características y el funcionamiento de instrumentos hidrológicos tales como correntímetros, fluviógrafos y muestreadores, la calibración de esos instrumentos, etc., son ejemplos de las diversas actividades que pueden realizarse en el Laboratorio como apoyo docente de las materias Hidrología 1701, Hidrología Aplicada, Hidrología de Campo, Aguas Subterráneas y Mecánica Fluvial.

Por otra parte, no hay que dejar de tomar en cuenta la posibilidad de utilizar el laboratorio para la realización de trabajos por contrato, a solicitud externa, para Organismos Públicos, Empresas o profesionales que se desempeñen en el campo de la Hidrología. Estas actividades, normales en Universidades de otros países, podrían proporcionar una fuente de recursos financieros adicionales que se utilizarían en beneficio del Departamento.

#### 4.3. Espacio físico necesario y su distribución.

Independientemente del área que se disponga para el funcionamiento del Laboratorio, se considera que éste debe contener lo siguiente.

- a) Mesón rectangular central, de fórmica, con bancos alrededor, que permita acomodar un máximo de 20 alumnos en los casos que sea necesario dictar clases en el Laboratorio. Este mesón se utilizará también para los trabajos con instrumentos hidrológicos.
- b) Pizarrón metálico blanco, para utilizarlo con marcadores en las explicaciones y proyecciones de transparencias, diapositivas y películas.
- c) Mesa de laboratorio con lavadero, grifos de agua y tomas de corriente.
- d) Equipos de laboratorio tales como pipetas, vasos de precipitado, balanzas reactivos, etc. Estos equipos se especifican en el Punto 4.4. de esta memoria.
- e) Instrumentos y equipos hidrológicos para demostraciones y mediciones en el campo y Laboratorio, también especificados mas adelante.
- f) Mesa alta para ubicación de un fluviógrafo.
- g) Escritorio para el Jefe de Laboratorio.
- h) Archivos para documentos, gráficos, instructivos, etc.

Se ha estimado que el área mínima necesaria para el funcionamiento de Laboratorio es de  $55\text{m}^2$  (10,15 m x 5,40 m), por lo que se considera mas que sufi

ciente el espacio destinado para cada Laboratorio ( 7,5 m x 12 m = 90 m<sup>2</sup> ) en el Proyecto: "Ampliación del Departamento de Meteorología e Hidrología Facultad de Ingeniería . U.C.V", elaborado en octubre de 1977 por el Arquitecto y Urbanista Dodel - Druckmann. Mientras este proyecto no se haga realidad, sería aconsejable estudiar la posibilidad de acondicionar alguno de los espacios existentes o incluso construir una edificación especialmente para tal fin.

En el gráfico que se incluye mas adelante, se presenta un esquema de una posible distribución del espacio estimado para el Laboratorio.

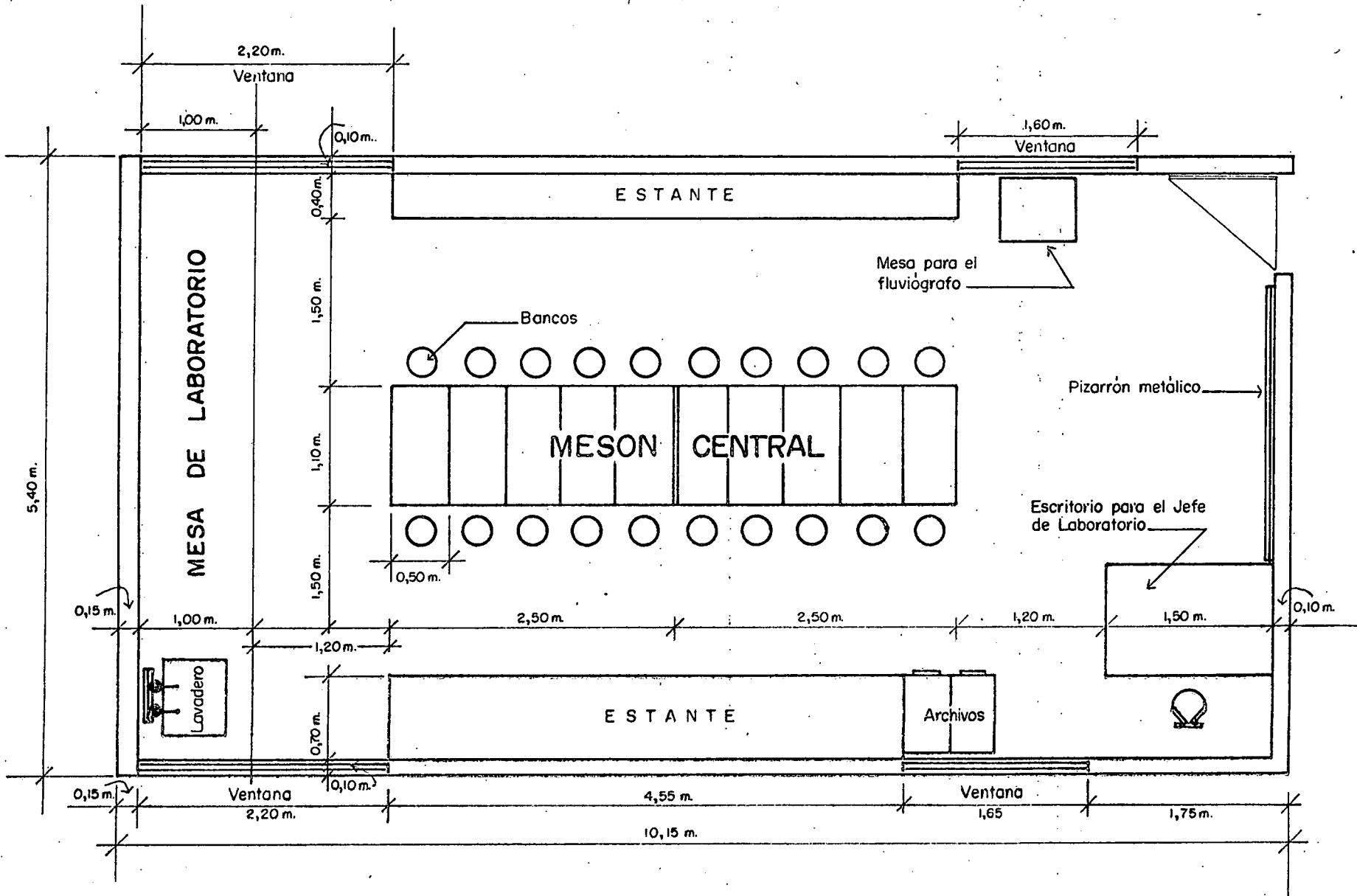
#### 4.4. Instrumentación y materiales necesarios.

Es indudable que para poder llevar a cabo la creación del laboratorio, se debe adquirir una serie de instrumentos y equipos que hace necesaria la dedicación de una cantidad apreciable de recursos financieros. Sin embargo, creemos que parte de estas necesidades pudieran satisfacerse mediante donaciones de algunas Instituciones, tales como el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables la Corporación Venezolana de Guayana, el Instituto Nacional de Obras Sanitarias, entre otros, siempre que se les hagan los planteamientos adecuados para despertar su interés y lograr su colaboración . De hecho, ya se han efectuado conversaciones entre representantes del Departamento de Meteorología e Hidrología y la Dirección de Hidrología del MARNR relativas a realización de planes conjuntos ,

# LABORATORIO HIDROLOGICO DEL DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

## DISTRIBUCION DEL ESPACIO FISICO NECESARIO

(Propuesta)



Escala = 1:50

Dib. C. Valero.

entre los cuales se podría incluir el apoyo ministerial para la organización del Laboratorio, mediante la donación de instrumental o de una estación hidrométrica cercana que no se esté operando, lo cual sería de enorme utilidad para las prácticas de Hidrología de Campo.

Se presenta a continuación un listado mínimo de los instrumentos y equipos que se estiman necesarios para el funcionamiento del Laboratorio Hidrológico haciendo la salvedad que este enunciado no es excluyente de otros materiales que eventualmente se puedan necesitar. En el listado se han incluido las sugerencias hechas por los Profesores David Pérez Hernández y Rafael Convit, mediante respectivas comunicaciones dirigidas al Coordinador de Hidrología en el último trimestre del año 1981.

Las instrumentos y materiales necesarios son los siguientes:

- 2. Correntímetros Gurley modelo 665 y accesorios (\*)
- 2 Correntímetros Gurley modelo 622 y accesorios
- 1 Correntímetros Gurley modelo 625 ( Pigmy ) (\*)
- 3 Carretes de guaya graduada para aforos de vado
- 2 Carretes Canfield para canastilla
- 1 "Pluma" para aforos de puente.
- 2 Pesas de 30 libras, con su varilla
- 1 Pesa de 50 libras, con su varilla.
- 4 Cintas métricas de 50 m.
- 1 Cinta métrica de 5 m.
- 4 Cronómetros.
- 10 Pares de botas de goma

---

(\*) Ya existen en el Departamento.

- 2 Machetes
- 1 Linterna
- 4 Pinzas para mover canastillas de aforo.
- 2 Muestradores de sedimentos USD-48 (vado) con sus boquillas.
- 1 Muestreador de sedimentos USD-49 (cable) con sus boquillas.
- 1 Muestreador de sedimentos Tait-Binckley
- 20 Botellas plásticas para sedimentos
- 5 Botellas plásticas para muestras de calidad de agua .
- 1 Caja de etiquetas de campo para muestreos
- 1 Vaso a nivel constante para aforos químicos.
- 1 Juego de envases, mangueras y embudos para aforos químicos.
- 2 Bidones plásticos de 25 litros.
- 1 Caja de madera con frascos para transporte de muestras.
- 1 Fluviógrafo Stevens A-35 B con todos sus accesorios.
- 5 Hidrómetros metálicos de 1m.
- 2 Altimetros de precisión.
- 1 Teodolito topográfico.
- 1 Nivel Topográfico.
- 2 Trípodes.
- 2 Miras topográficas
- 6 Jalones topográficos.
- 1 Brújula para topografía
- 1 Sonda electrica con cable de 100 m para medición de niveles en pozos.
- 1 Rollo de papel conductor para modelos analógicos.

- 1 Tamizadora eléctrica
- 1 Juego de Tamices ( No. 200 a No. 4 ).
- 12 Probetas pyrex de 1000 cc.
- 5 Probetas pyrex de 500 cc.
- 5 Probetas pyrex de 100 cc
- 10 Pipetas pyrex de 2-10 cc.
- 4 Balones pyrex de 1000 cc.
- 4 Balones pyrex de 500 cc.
- 5 Balones pyrex de 250 cc.
- 5 Balones pyrex de 200 cc.
- 5 Balones pyrex de 100 cc.
- 4 Agitadores de vidrio
- 1 Juego de tubos de ensayo
- 1 Calentador eléctrico
- 1 Balanza electrónica de precisión 0.0001 g.
- 1 Balanza de precisión 0.1 g.
- 1 Horno eléctrico
- 50 Capsulas de porcelana de 20-10 cc.
- 4 Paquetes de filtros de papel ( Gooch).
- 5 Embudos de vidrio.
- 5 Vasos aforados de 250 cc.
- 5 Vasos aforados de 100 cc.
- 1 Campana de desecación.
- 1 Calorímetro
- 5 Pignómetros de 25 cc.
- 1 Permeámetro de nivel constante
- 1 Infiltrómetro de anillos.

Materiales reactivos: floculantes, defloculantes, colorantes, permanganato de potasio, agua destilada, ácido sulfúrico, difenil carbocida, etc.

- 1 Reproyector
- 1 Proyector de diapositivas
- 1 Proyector de películas 8 mm y Super 8.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 5.1. Se considera que el Programa de la materia Hidrología de Campo, vigente desde 1975, debe actualizarse para adaptarlo a las necesidades actuales. ✓
- 5.2. Se recomienda la implementación del Programa con contenido en esta memoria, para la materia Hidrología de Campo del 8° semestre de las especialidades Hidrometeorología e Ingeniería Hidrometeorológica, en todas las opciones. ✓
- 5.3. Se considera conveniente la reorientación de la materia Construcciones de Campo, para adaptarla a las necesidades del Departamento de Meteorología e Hidrología. ✓
- 5.4. Se recomienda incluir en la materia Programación II un Tema referente al diseño, desarrollo e implementación de sistemas de información hidrometeorológicas, a fin de ampliar lo relativo al archivo, conservación y recuperación de datos, cubierto en el Tema 10 del Programa propuesto para la materia Hidrología de Campo.
- 5.5. Se considera que el número de horas teóricas y prácticas, la dedicación por parte del alumno y el número de unidades de la asignatura Hidrología del Campo deben modificarse en la forma siguiente:

Teoría :	3 horas a la semana
Práctica:	3 Horas a la semana

.../

Dedicación por parte del alumno: 6 horas a la semana.

Número de Unidades: 5

- 5.6. Se recomienda establecer la siguiente distribución porcentual para la evaluación de la materia Hidrología de Campo:

Notas parciales de Teoría: 40%

Notas de las Prácticas: 30%

Examen Final : 30%

- 5.7. Se recomienda establecer el requisito de aprobación de las Prácticas para la aprobación de la materia Hidrología de Campo.
- 5.8. Se considera conveniente para beneficio del Departamento la creación del Laboratorio Hidrológico descrito en el aparte 4., de esta memoria.
- 5.9. Se considera indispensable la creación del Laboratorio Hidrológico como elemento de apoyo para las prácticas de la materia Hidrología de Campo.
- 5.10. Debido al alcance de los Trabajos Prácticos programados, se considera necesaria la utilización de un Preparador como auxiliar docente de la materia Hidrología de Campo.
- 5.11. Se recomienda la adquisición de un proyector de películas en formatos 8 y Super 8 para el uso del Departamento de Meteorología e Hidrología.

## 6. BIBLIOGRAFIA.

- 6.1. Reglamento de Ingreso en el Personal Docente y de Investigación y de Ubicación y Ascenso en el Escalfón Universitario. UCV 1971.
- 6.2. Resolución No. 94 del Consejo Universitario de la Universidad Central de Venezuela: Reforma parcial del Reglamento de Ingreso en el Personal Docente y de Investigación y Ascenso en el Escalagón Universitario . UCV. 1980.
- 6.3. Memoria sobre el Análisis de los Objetivos, Método y Evaluación de la Materia Fisico-Química. Prof. Heybart e Acosta P. UCV. Caracas. 1976.
- 6.4. Memoria de la situación Actual, Sistema, Método y Orientación de la Materia Hidrología 1701. Prof. José L. Pérez Machado. UCV Caracas, 1977.
- 6.5. Los Procesos de Enseñar y Aprender. James L. Ruethe. Versión castellana. Buenos Aires 1971.
- 6.6. Evaluación Psicológica y Educacional. R.H. Lindeman y S.L. Garfield. Versión Castellana. Buenos Aires. 1975.
- 6.7. Facultad de Ingeniería de la UCV. Biblioteca del Departamento de Meteorología e Hidrología.
- 6.8. Facultad de Ingeniería de la UCV. Archivo del Departamento de Meteorología e Hidrología.

.../

- 6.9. Hidrología de Campo 1704. Guías de Prácticas.  
Prof. Rafael Convit UCV Caracas 1976.
- 6.10. Proyecto de Estudios. Departamento de Meteorología e Hidrología. Facultad de Ingeniería UCV .  
Caracas. 1976-76.

# APENDICE I

GUIAS DE TRABAJOS PRACTICOS DE LA  
MATERIA HIDROLOGIA DE CAMPO 1704

TRABAJO PRACTICO N° 1

CALCULO DETALLADO DE AFOROS POR EL METODO DE SECCION Y VELOCIDAD.

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en el cálculo detallado de las mediciones realizadas por el método de aforo sección y velocidad, a los fines de determinar el caudal, la distribución de velocidades y gasto unitario en la sección, y coeficientes de velocidad. Además, se pretende ilustrar la simplificación de las mediciones mediante la ubicación de un número reducido de verticales.

MATERIAL NECESARIO:

- a) Hojas de datos con mediciones efectuadas en un aforo por sección y velocidad.
- b) Papel milimetrado ( 1 hoja por cada vertical ).
- c) Pliego de papel milimetrado.
- d) Pliego de papel de croquis.
- e) Planillas para el cálculo de aforos.
- f) Plantillas de curvas.

PROCEDIMIENTO:1. DISTRIBUCION DE VELOCIDADES EN LAS VERTICALES Y EN LA SECCION DE AFOROS.

- 1.1. Utilizando los datos anexos, elabore perfiles de velocidad para cada una de las verticales medidas.
- 1.2. En el pliego de papel milimetrado, represente la sección aforada y plotee, en cada profundidad observada, las velocidades ajustadas mediante los perfiles de velocidad obtenidos en el punto anterior.
- 1.3. Superponga el papel de croquis al milimetrado y sobre él trace las líneas ISOTACAS a intervalos de 0,10 m/ seg. Dibuje en este papel la sección, el resto de las curvas y los títulos correspondientes.

2. CALCULO DEL CAUDAL:

- 2.1. Calcule las velocidades medias en cada vertical mediante la integración de los perfiles de velocidad.
- 2.2. Calcule el caudal del aforo por medio del procedimiento de la sección media, utilizando las velocidades medias obtenidas en el punto anterior.

3. DISTRIBUCION DE LAS VELOCIDADES MEDIAS, VELOCIDADES SUPERFICIALES Y CAUDAL UNITARIO EN LA SECCION DE AFOROS.

- 3.1. Empleando distintas simbologías, trace las cur -

vas de distribución de velocidades superficiales, velocidades medias y gasto unitario en la sección de aforos.

4. OBTENCION DE COEFICIENTES DE VELOCIDAD.

4.1. Mediante el análisis de los perfiles de velocidad obtenidos en el punto 1.1, calcule los coeficientes de velocidad para velocidades superficiales, al 20% de la profundidad y a 1 metro de profundidad

5. SIMPLIFICACION DEL AFORO:

5.1. En base a su criterio y a la información obtenida en los puntos anteriores, seleccione los sitios de ubicación de un número de verticales que le indicará el Profesor, de manera que se cometa el menor error posible en el cálculo del caudal.

5.2. Mediante las isotacas, determine las velocidades puntuales para las verticales seleccionadas en el punto anterior, en los mismos porcentajes de profundidad medidos originalmente.

5.3. Recalcule el aforo con las verticales seleccionadas, empleando el promedio aritmético de las velocidades, puntuales en cada vertical.

5.4. Calcule el error del caudal obtenido en el punto anterior con respecto al valor determinado en el punto 2.2, utilizando la siguiente expresión:

.../

$$e = \frac{as - ad}{ad} \times 100$$

donde:

- e= error en %
- as= aforo simplificado
- ad= aforo detallado.

TRABAJO PRACTICO No.2

AFOROS DE VADO Y FLOTADORES

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en la realización de mediciones de caudal en canales naturales mediante aforos de vado con correntímetro y flotadores. Adicionalmente, se pretende familiarizar al alumno con las instalaciones e instrumentación de una estación hidrométrica.

MATERIAL NECESARIO:

- a) Correntímetro con accesorios para aforo de vado.
- b) Cronómetro.
- c) Cinta métrica.
- d) Planilla de aforo.
- e) Tabla de velocidades.
- f) Botas de Goma.

PROCEDIMIENTO:

1. AFORO DE VADO.

- 1.1. Bajo la supervisión del Profesor, seleccione la sección de medición.
- 1.2. Instale, perpendicularmente a las líneas de corriente, el cable graduado para aforos de vado, o en su defecto la cinta métrica, a fin de medir los anchos de las secciones parciales.

- 1.3. De acuerdo a las características de la sección transversal, seleccione los espaciamientos de las verticales de medición.
- 1.4. Arme el correntímetro y compruebe su buen funcionamiento, efectuando la prueba del pivote si utiliza un correntímetro tipo PRICE.
- 1.5. Acople el correntímetro a las varillas de vado graduadas y realice la instalación del sistema eléctrico para el conteo de revoluciones.
- 1.6. Determine el punto inicial del aforo y anote la hora, lectura de mira y margen. Si la estación hidrométrica tiene registrador de niveles, efectúe una marca "testigo" sobre la gráfica, anotando en ella los datos iniciales de acuerdo a las indicaciones que le dará el Profesor.
- 1.7. Utilizando las varillas del equipo, mida la profundidad de la primera vertical seleccionada y de acuerdo a ella, calcule las profundidades de observación correspondientes: 20%, 60% o 20% - 80% de la profundidad total.
- 1.8. En cada punto de observación mida las velocidades puntuales, contando el número de revoluciones en intervalos de tiempo no menores de 40 segundos.
- 1.9. Anote las mediciones efectuadas en las planillas de aforo suministradas.
- 1.10. Cambie a la proxima vertical y repita los pasos indicados en los puntos 1.7 y 1.8.
- 1.11. Despues de medir la última vertical, determine el punto final del aforo y anote la hora, lectura de mira y margen. Si la estación tiene registrador de niveles, efectúe otra marca "testigo" y anote en la gráfica

fica los datos finales.

- 1.12. Verifique el buen funcionamiento del correntímetro , realizando nuevamente la prueba del pivote. Seguidamente, limpie y aceite el equipo, cerciorándose que todos los instrumentos o herramientas han sido recogidos.
- 1.13. Con las mediciones efectuadas, calcule el aforo utilizando para ello las planillas suministradas.

## 2. AFORO DE FLOTADORES.

- 2.1. Seleccione y mida un tramo del río y lance al menos tres flotadores, tratando, si es posible, que sigan trayectorias a distintas distancias de la orilla.
- 2.2. Mida los tiempo de recorrido y anótelos.
- 2.3. Calcule la velocidad superficial media, promediando las velocidades superficiales obtenidas al dividir la distancia del tramo entre los tiempos de recorrido.
- 2.4. Determine o estime el área de la sección transversal
- 2.5. Calcule la velocidad media de la sección, aplicando el coeficiente correspondiente a la velocidad superficial media obtenida en el punto 2.3.
- 2.6. Calcule el caudal del río con el área y velocidad media de la sección obtenidas en los puntos 2.4.y 2.5.
- 2.7. Compare los resultados de este método con el caudal calculado en el aforo de vado, mediante la siguiente expresión:

$$e = \frac{af - av}{av} \times 100$$

donde:

e= error en %

af= aforo de flotadores

av= aforo de vado

### 3. DESCRIPCION DE LA ESTACION HIDROMETRICA.

- 3.1. Observe detenidamente todas las instalaciones e instrumentos de la estación hidrométrica, consultando al Profesor o Instructores presentes sobre cualquier duda que tenga sobre su característica, funcionamiento o utilidad.
- 3.2. Describa todos las instalaciones e instrumentos existentes en la estación, complementado dicha descripción con gráficos, dibujos o esquemas.

TRABAJO PRACTICO No. 3

CALCULO DEL RESUMEN ANUAL DE GASTOS MEDIOS

OBJETIVOS: Entrenar al alumno en el proceso de cálculo del escurrimiento, a partir de las mediciones efectuadas en una estación hidrométrica.

Esta práctica representa una ampliación de una similar de la asignatura Hidrologia 1701, con la diferencia que se han incluido los principales problemas y fallas que se presentan en el registro de datos hidrométricos, con el propósito de ilustrar lo mejor posible la situación real.

MATERIAL NECESARIO:

- a) Copia de un fluviógrama registrado en una estación hidrométrica durante un mes.
- b) Resumen de aforos .
- c) Hoja aritmético-logarítmica para trazar curva de gastos.
- d) Planilla para calcular días subdivididos (cálculo de gasto medio ).
- e) Planillas codificadas para el procesamiento electrónico en un computador ( formas DHF-1, DHF-2 y DHF-9 ).
- f) Plantilla para calcular alturas medias.
- g) Plantillas de curvas.

PROCEDIMIENTO:1. EVALUACION DE FLUVIOGRAMAS.

- 1.1. Revise todas y cada una de las notas del fluviograma, comparando la hora y nivel registrados con las correspondientes anotaciones efectuadas por los aforadores.
- 1.2. En los periodos donde no se detecten atrasos o adelantos del reloj, separe un día de otro mediante una pequeña línea vertical trazada a la hora 00:00 (media noche). Coloque la fecha en cada día.
- 1.3. Si se ha comprobado que el reloj ha funcionado mal durante algunos períodos del mes, efectúe correcciones por diferencias de hora antes de separar los días.
- 1.4. Coloque la escala en la gráfica de acuerdo con el hidrómetro interior, repitiendo los números de 10 en 10 cms en forma prudencial a lo largo del fluviograma. En los días de creciente, es conveniente colocar la escala lo mas cerca posible del registro, tanto en los ascensos como en los descensos a fin de reducir la posibilidad de cometer error al leer los niveles.
- 1.5. Si se ha comprobado que el nivel registrado no coincide con la anotación del hidrometro exterior ( nivel real del río ), efectúe correcciones por diferencias de nivel.
- 1.6. Determine la altura media diaria en los días que no tengan una diferencia notable entre los niveles máximo y mínimo registrados. (  $AH < 20$  cms.) Utilice para ello una plantilla transparente con una línea

.../

horizontal central, la cual desplazará sobre el registro hasta igualar las áreas definidas por encima y por debajo de la línea. Anote el nivel medio en contrado sobre la misma gráfica, debajo del regis- tro y en el centro del día. Utilice números grandes y visibles.

- 1.7. Subdivide los días de creciente (  $AH > 20$  cms ) median- te puntos señalados en la gráfica con marcas visi- bles, destacándolas con un círculo alrededor de ca- da marca.

El criterio de la subdivisión es que entre dos pun- tos sucesivos la variación de nivel debe ser lineal es decir, si se unen mediante una línea, recta que debe coincidir con el registro. Además, se tomará como base que la diferencia de nivel entre dos puntos so lo podrá ser mayor de 30 cms en duraciones menores a media hora.

El "pico" de la creciente no puede dejar de selec- cionarse, así como también un punto inmediatamente anterior y otro posterior a fin de reproducir la cresta del hidrograma.

- 1.8. En la planilla mensual codificada que se le suminis- tra ( forma DHF-1 ), anote las alturas medias obte- nidas en el punto 1.6 para los días de poca varia- ción de nivel. En las planillas correspondientes a los días subdivididos ( Formas DHF-2 ) anote la hora y el nivel instantáneo para cada punto seleccionado. Los niveles deben aproximarse hasta el centímetro y los tiempos hasta el cuarto de hora, en centésimas de hora y no en minutos ( Ej: 14,25 en lugar de 14:25) Los niveles máximos y mínimos instantáneos del mes deben anotarse o señalarse en la planilla que corre:

ponda.

- 1.9. Seleccione la creciente mayor registrada y anote nuevamente las anotaciones de hora y nivel en la planilla "CALCULO DE GASTO MEDIO" que se anexa. Esto se hará para ilustrar el proceso de cálculo de los días subdivididos mediante un procedimiento manual.

## 2. TRAZADO DE LA CURVA DE GASTOS.

- 2.1. En el papel aritmético-logarítmico suministrado, plotee los aforos contenidos en el resumen anexo.

En el sector aritmético elija una escala que cubra los niveles bajos y medios. Los niveles altos deben ser cubiertos por el sector logarítmico. En este sector no es necesario plotear todos los aforos, es decir, las mediciones de altura de mira muy baja pueden omitirse. Algunos aforos deben plotearse en ambos sectores a fin de que sirvan de referencia para el trazado de la curva.

- 2.2. Siguiendo la tendencia general de los aforos, trace suavemente una curva promedio en el sector aritmético. Haga unas lecturas en ella y ubíquelas en el sector logarítmico, de manera de chequear si el primer trazado de tanteo sigue la tendencia de los aforos ploteados en este sector.

- 2.3. Si el primer intento ha sido satisfactorio, haga un trazado definitivo repasando el tanteo efectuado.

Si el primer trazado se aparta de la tendencia general de los aforos ploteados en el sector logarítmico, bore la curva en el sector aritmético y haga un nue-

vo. tanteo. Este proceso puede efectuarse por aproximaciones sucesivas, haciendo el 2º trazado de tanteo en el sector logarítmico y luego llevando puntos de la curva hacia el sector aritmético para chequear la tendencia.

La curva definitiva debe ser tal que a una altura de mira leída en el sector (aritmético o logarítmico), le debe corresponder el mismo gasto, para la misma lectura de mira, en el otro sector.

Se debe tener presente que no son 2 curvas de gastos, sino que en el sector aritmético se elabora la curva correspondiente a los caudales bajos y medios y en el logarítmico, la continuación de dicha curva, que cubrirá los gastos altos.

La curva trazada debe ser completamente uniforme, es decir, sin quiebres ni empalmes bruscos.

### 3. CALCULO DEL ESCURRIMIENTO DIARIO Y MENSUAL.

- 3.1. Calcule los gastos medios diarios en los días de poca variación de nivel ( $AH < 20$  cms), leyendo en la curva de gastos trazada el caudal correspondiente a las alturas medias determinadas en el punto 1.6.
- 3.2. En la creciente seleccionada en el punto 1.9, obtenga el gasto medio diario siguiendo la secuencia de cálculo de la planilla "CALCULO DE GASTO MEDIO".
- 3.3. Para simplificar el proceso de los dos puntos anteriores, se le recomienda elaborar una tabla de gastos, leyendo los caudales en la curva correspondiente a intervalos de 5 o 10 cms e interpolando los valores intermedios.

.../

3.4. Calcule el volumen mensual escurrido, el gasto medio mensual y la lámina escurrida del mes. Esto solo podrá hacerse después de obtener el gasto medio de todos los días subdivididos, mediante el procesamiento electrónico indicado en el aparte 4.

4. CALCULO DEL ESCURRIMIENTO MEDIANTE PROCESAMIENTO ELECTRONICO EN UN COMPUTADOR.

- 4.1. En la curva de gastos trazada, seleccione una serie de puntos que cubran todo el intervalo de niveles registrados. En cada punto lea el nivel y el gasto correspondiente y anótelos en la Forma DHF-9 suministrada.
- 4.2. Transcriba los datos anotados en el punto anterior y los contenidos en las Formas DHF-1 y DHE-2 elaboradas en el punto 1.8, a los dispositivos de entrada de datos del computador que se utilizará para el procesamiento electrónico.
- 4.3. Siguiendo las especificaciones del centro de Procesamiento de Datos, corra el programa " CALCULO DE ESCURRIMIENTO" hasta obtener el cuadro resumen de gastos medios diarios, mensuales y anual.

PRACTICA N° 4

EXTRAPOLACION DE CURVAS DE GASTOS Y CORRECCION DEL EFECTO DE REMANSO.

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en el análisis de dos de los principales problemas que se presentan en el trazado de las curvas de gastos: la indefinición de las curvas debido a la ausencia de aforos altos y las alteraciones que se producen cuando la corriente es represada aguas abajo del sitio de aforo.

MATERIAL NECESARIO:

- a) Resumen de aforos No. 1 ( una escala de niveles )
- b) Resumen de aforos No. 2 ( dos escalas de niveles: una principal y otra auxiliar )
- c) Papel milimetrado ( 6 hojas )
- d) Papel doble logaritmico.
- e) Plantillas de curvas.

PROCEDIMIENTO:

1. EXTRAPOLACION DE CURVAS DE GASTOS.

1.1. Método Logarítmico.

- 1.1.1. Plotee los aforos del Resumen N° 1 en una hoja de papel aritmético y en una de papel logaritmico tal como se hizo en el trabajo Práctico N°3. Debido a la ausencia de aforos altos, convendrá plotear todos los aforos en ambas hojas, aunque algunos de altura de mira muy baja, si los hay, pueden omitirse en el papel logaritmico.
- 1.1.2. Trace la curva de gastos en las dos hojas, empalmando ambos sectores tal como se hizo en el Trabajo Práctico N° 3.
- 1.1.3. Seleccione tres puntos en el sector logaritmico: uno cerca del extremo inferior, otro cerca del superior y uno en el medio. Determine la constante "a" mediante un procedimiento de tanteos, sumando o restando una misma cantidad a las alturas de mira de los tres puntos seleccionados, hasta conseguir que la curva se transforme en una linea recta. Utilice el valor de la altura de mira para gasto cero, obtenida prolongando la curva trazada en el papel aritmético, como primer valor de "a".
- 1.1.4. Obtenga el exponente "n" calculando la pendiente de la recta con respecto al eje Y.
- 1.1.5. Determine el coeficiente "C" leyendo en la recta el gasto correspondiente a  $H - a = 1$
- 1.1.6. Expresa la ecuación de la curva de gastos mediante la siguiente expresión:

$$Q = C (H \pm a)^n$$

.../

donde:

Q: Caudal para una altura de mira H

H: Altura de mira.

C, a, n: Valores obtenidos en los puntos 1.1.3, 1.1.4 y 1.1.5.

Mediante la resolución de esta ecuación se podrá obtener el caudal Q para una altura de mira H.

## 1.2. METODO DE STEVENS.

1.2.1. Utilizando los datos contenidos en el Resumen de Aforos N° 1, haga una tabla donde para cada aforo incluya:

H: Altura de mira

Q: Caudal aforado

A: Area de la sección transversal.

D: Profundidad media del aforo, calculada dividiendo el Area entre el ancho de la sección.

$A\sqrt{D}$ : Valor calculado con los datos anteriores.

1.2.2. En una hoja de papel aritmético, elija una escala en el eje de las ordenadas para representar los valores de  $A\sqrt{D}$ . Utilice el eje de las abscisas para representar los gastos en el borde superior de la hoja y las alturas de mira en el borde inferior. Las tres escalas deben ser elegidas de tal manera que sea posible la extrapolación.

En la misma hoja, plotee los valores H vs  $A\sqrt{D}$

y trace las curvas correspondientes, las cuales utilizándolas en forma combinada, permitirán obtener el caudal  $Q$  para una altura de mira  $H$ .

### 1.3. COMPARACION DE AMBOS METODOS.

1.3.1. Determine el caudal correspondiente a una altura de mira de \_\_\_\_\_ m, mediante los dos métodos aplicados.

1.3.2. Haga un comentario sobre la confiabilidad de cada método, indicando las condiciones bajo las cuales pueden ser utilizados y los riesgos de su aplicación indiscriminada.

## 2. EFFECTO DE REMANSO EN CURVAS DE GASTOS.

### 2.1. Método de la pendiente constante.

2.1.1. Plotee los aforos del Resumen Nº 2 en una hoja de papel aritmético utilizando el nivel base ( HB ) para las alturas de mira. Coloque al lado de cada aforo ploteado el desnivel ( F ) calculado restando el nivel base ( Hb ) menos el nivel auxiliar ( Ha ). (  $F = Hb - Ha$  ).

2.1.2. Seleccione un valor constante ( Fo ) para los desniveles y trace una curva de gastos tomando en cuenta los desniveles de los aforos ploteados. Esta será la curva Hb. vs Qo.

$Q_0$ : Nuevo valor de  $Q_0$ .

$Q$ : Caudal aforado

$Q/Q_0$ : relación obtenida en el punto 2.1.3.

Al plotear nuevamente los valores  $H_b$  vs  $Q_0$ , se podrá trazar una nueva curva que sustituirá a la primera, a partir de la cual se obtendrá otra curva  $F/F_0$  vs  $Q/Q_0$ .

El proceso continúa hasta que establezca la relación  $H_b$  vs  $Q_0$ .

## 2.2. Método de la pendiente constante.

2.2.1.. Plotee los aforos del resumen Nº 2 en una hoja de papel aritmético, utilizando el nivel base ( $H_b$ ) para las altura de mira. Coloque al lado de cada aforo el desnivel correspondiente ( $F = H_b - H_a$ ).

2.2.2. Seleccione los aforos no afectados por represamiento y en base a ellos, trace una curva de gastos  $H$  vs  $Q_n$  siguiendo la tendencia promedio. Denomine  $F_n$  a los desniveles de estos aforos seleccionados.

2.2.3. En un papel aritmético, elabore una curva de desnivel normal  $H_b$  vs  $F_n$ , mediante las alturas de mira base ( $H_b$ ) y los desniveles normales ( $F_n$ ) de los aforos seleccionados en el punto 2.2.2.

2.2.4. Para cada uno de los aforos afectados por represamiento, no seleccionados en el punto 2.2.2, calcule las relaciones  $F/F_n$  vs  $Q/Q_n$  y trace la curva correspondiente,

.../

2.1.3. Para cada uno de los aforos, calcule las relaciones  $F/F_0$  vs  $Q/Q_0$ ,

donde:

F: Desnivel calculado en el punto 2.1.1.

$F_0$ : Deseñel constante seleccionado

Q: Caudal aforado

$Q_0$ : Caudal para la altura de mira base (  $H_b$  ) leído en la curva  $H_b$  vs  $Q_0$ .

2.1.4. En un papel aritmético, plotee los valores calculados en el punto anterior y trace la curva  $F/F_0$  vs  $Q/Q_0$ .

2.1.5. Con las curvas obtenidas se puede determinar el caudal verdadero (  $Q$  ) para una altura de mira base (  $H_b$  ), leyendo el nivel (  $H_a$  ) en una mira auxiliar y calculando el desnivel correspondiente (  $F = H_a - H_b$  ).

Al calcular la relación  $F/F_0$  y entrar en la curva  $F/F_0$  vs  $Q/Q_0$ , se obtendrá la relación  $Q/Q_0$ , que multiplicada por el caudal  $Q_0$  leído previamente en la curva  $H_b$  vs  $Q_0$ , nos dará el caudal  $Q$  buscado.

2.1.6. Las curvas pueden mejorarse realizando un procedimiento de tanteos, calculando nuevos valores  $Q_0$  para cada aforo mediante la expresión:

$$Q_0 = \frac{Q}{Q/Q_0}$$

donde:

donde:

- F: Desnivel calculado en el punto 2.2.1.  
 Fn: Desenivel normal para la altura de mira base (Hb), leído en la curva Hb vs Fn .  
 Q: Caudal aforado.  
 Qn: Caudal para la altura de mira base ( Hb) leído en la curva Hb vs Qn.

2.2.5. Con las curvas obtenidas, se puede determinar el caudal verdadero ( Q ) para una altura de mira base ( Hb), leyendo el nivel ( Ha ) en una mira auxiliar y calculando el desnivel correspondiente (  $F = Ha - Hb$  ). Al obtener el valor Fn entrando en la curva de desnivel normal Nb vs Fn para la altura de mira base ( Hb ), calcular la relación  $F/Fn$  y entrar en la curva  $F/Fn$  vs  $Q/Qn$ , se obtendrá la relación  $Q/Qn$ , que multiplicada por el caudal  $Qn$  leído previamente en la curva Hb vs  $Qn$  , nos dará el caudal Q buscado.

### 2.3. Comparación de ambos métodos.

2.3.2. Utilizando los dos métodos aplicados, determine el caudal correspondiente a una observación de \_\_\_\_\_ m y \_\_\_\_\_ m en las mira principal y auxiliar respectivamente.

2.3.2. Compare los resultados obtenidos y haga un comentario sobre la aplicabilidad de cada método.

.../

TRABAJO PRACTICO No 5.

MEDICION DE CAUDALES MEDIANTE LOS METODOS DE AFORO QUIMICO,  
BOTE EN MOVIMIENTO Y PENDIENTE-AREA.

**OBJETIVOS:** Entrenar al alumno en el cálculo de las mediciones de caudal en canales naturales mediante tres métodos de aforo: Químico, Bote en Movimiento y Pendiente-Area.

**MATERIAL NECESARIO:**

- a) Tabla No. 1: Resultados de la calibración en el laboratorio de los diafragmas de un vaso a nivel constante.
- b) Tabla No. 2: Resultados de las mediciones de campo en un aforo químico.
- c) Curva de concentración obtenida en el laboratorio
- d) Tabla No. 3: Resultados de las mediciones de campo en un aforo mediante bote en movimiento.
- e) Copia de la gráfica de un ecosonda registrada en el aforo mediante bote en movimiento.
- f) Tablas de conversión del equipo de bote en movimiento.

- g) Tabla No. 4: Datos del levantamiento topográfico de un tramo y tres secciones transversales de un río donde ocurrió una creciente significativa.
- h) Papel milimetrado.
- i) Planillas del método de aforo químico.
- j) Planillas del método de aforo bote en movimiento.

#### PROCEDIMIENTO:

##### 1. METODO DE AFORO QUIMICO.

- 1.1. Utilizando los datos de la calibración de diafragmas en el Laboratorio (Tabla No 1), calcule el caudal de inyección de cada uno de ellos.
- 1.2. Calcule el tiempo de llegada del trazador químico utilizado (Bicromato de Sodio) y el tiempo total de inyección, mediante los datos de la prueba de la fluoresceína contenidos en la Tabla No 2.
- 1.3. Calcule el peso del Bicromato de sodio a utilizar y el volumen total de solución a inyectar, a partir de los datos de campo suministrados, en la Tabla No 2.
- 1.4. Calcule el caudal del río empleando .../

la curva de concentraciones suministrada y el valor que indique el Profesor para la concentración media, de las muestras, traídas del campo y analizadas mediante colorimetría en el Laboratorio. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Q = \frac{q}{\bar{C} \times 1000}$$

- Q: Caudal del río ( m<sup>3</sup>/ seg ).  
 q: Caudal de inyección correspondiente al diafragma utilizado ( lts/seg )  
 $\bar{C}$ : Concentración media de las muestras analizadas ( adimensional ).

## 2. AFORO MEDIANTE BOTE EN MOVIMIENTO.

- 2.1. Mediante el análisis de la gráfica del ecosonda, determine las profundidades de cada una de las verticales del aforo, redúzcalas a metros y anótelas en la planilla de cálculo suministrada.
- 2.2. Utilizando las tablas de conversión suministradas y los datos de campo de la tabla NO 3, obtenga las velocidades superficiales del río en m/seg
- 2.3. Con los datos de velocidades y profundidades calculados en los dos puntos anteriores, determine las áreas y caudales parciales.

.../

- 2.4. Calcule el área y el caudal total del río.
  - 2.5. Determine el coeficiente de velocidad superficial a utilizar, mediante el análisis de los perfiles obtenidos en el Trabajo Practico Nº 1 y de acuerdo a la profundidad del correntímetro en la realización del aforo con bote en movimiento.
  - 2.6. Calcule el caudal total corregido, aplicando el coeficiente de velocidad superficial al caudal obtenido en el punto 3.4.
3. AFORO MEDIANTE EL METODO PENDIENTE- AREA.
- 3.1. Utilizando los datos del levantamiento topográfico realizado, contenidos en la Tabla Nº 4, represente la elevación de las marcas de la creciente en ambas márgenes con respecto a una misma escala de progresivas.
  - 3.2. Trace una línea media por las marcas de ambas márgenes y ubique las secciones transversales levantadas.
  - 3.3. En el primer tramo, definido por la 1ª y 2ª sección transversal, Calcule el desnivel del agua en cada margen y en base a ellos, el desnivel promedio del tramo.
  - 3.4. Con los datos de campo de la Tabla Nº 4, calcule el área de las tres secciones transversales. Determine el radio hidráulico de cada sección divi  
.../

diendo el área entre el perímetro mojado correspondiente.

3.5. En base a las características del tramo, indicadas en la Tabla N° 4, estime un valor para el coeficiente de rugosidad de cada sección transversal. Para esto, utilice como referencia las publicaciones "Medición Indirecta de Crecientes División de Hidrometeorología MOP. 1966" y "Roghness Characteristics of Natural Channels. Geological Survey. Water-Supply Paper 1849. 1967 "

3.6. Calcule las constante K de cada sección mediante la expresión:

$$K = \frac{I}{n} AR^{2/3}$$

donde:

K = Constante para la sección

A = Area de la sección

R = Radio hidráulico de la sección

N = Coeficiente de rugosidad.

3.7. Calcule la constante  $\bar{K}$  promedio para el primer tramo, promediando geoméricamente las constantes K de la 1ª y 2ª sección:

$$\bar{K} = \sqrt{K_1 K_2}$$

3.8. Suponga la altura de velocidad como cero, lo cual permite calcular la pendiente de la línea de energía en la forma siguiente:

.../

$$S = \frac{F}{L}$$

Donde:

S: Pendiente de la línea de energía (1ª a aproximación).

F: Desnivel promedio calculado en el punto 3.3. ( m ).

L: Longitud del tramo ( m ).

3.9. Calcule el caudal en el tramo mediante la ecuación:

$$Q = K \cdot \sqrt{S}$$

El resultado obtenido será la 1ª aproximación del gasto.

3.10. Tomando el valor del caudal calculado como correcto determine las velocidades medias de cada sección y las alturas de velocidad correspondientes:

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} \quad ; \quad V_2 = \frac{Q}{A_2}$$

$$h_{v1} = \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \quad ; \quad h_{v2} = \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g}$$

donde:

$V_1$  y  $V_2$ : Velocidad medias en las secciones 1 y 2

Q: Caudal calculado en el punto 3.8.

$A_1$  y  $A_2$ : Area de las secciones transversales 1 y 2

.../

$h_{v1}$  y  $h_{v2}$  : Alturas de velocidad en las secciones 1 y 2.

$g$ : Aceleración de gravedad

3.11. Calcule nuevamente la pendiente de la línea de energía en la siguiente forma:

$$S = \frac{hf}{L}$$

donde:

$S$ : Pendiente de la línea de energía (2ª aproximación)

$$hf = F + C \left( \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} - \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

$F$ : desnivel promedio calculado en el punto 3.3.

$C$ : Factor igual a 1,0 cuando el tramo es en contracción ( $V_1 < V_2$ ) e igual a 0,5 cuando es en expansión ( $V_1 > V_2$ )

$\alpha$ : Coeficiente igual a 1,0 si la sección no ha sido subdividida al calcular al coeficiente de rugosidad. En caso contrario, se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{\sum K_i^3 / A_i^2}{V^3 / A_t^2}$$

donde:

$i$  = número de subsecciones

$K_i, A_i$ : Constante  $K$  y Área de cada subsección

$K_t, A_t$ : Sumatoria de las  $K_i$  y  $A_i$

.../

- 3.12. Calcule nuevamente el caudal del tramo en la siguiente forma:

$$Q = \bar{K} \sqrt{S}$$

donde:

Q: Caudal del tramo ( 2<sup>o</sup> aproximación )

$\bar{K}$ : Constante promedio del tramo

S: Pendiente de la línea de energía ( 2<sup>a</sup> aproximación ) calculada en el punto 3.10

- 3.13. Calcule la diferencia en porcentaje entre las dos aproximaciones obtenidas para el caudal del tramo. Si difieren en más de 1% , haga una nueva iteración y obtenga una nueva aproximación del gasto, repitiendo los pasos 3.9. a 3.11.

El cálculo se continúa hasta que la diferencia entre 2 aproximaciones sucesivas del caudal sea menor que el límite indicado.

- 3.14. Repita todo el proceso para el 2<sup>o</sup> tramo, utilizando los datos de las secciones 2 y 3.

El caudal final de todo el tramo de aforo se obtendrá promediando aritmeticamente los caudales obtenidos para cada tramo.

#### 4. COMPARACION DE METODOS:

- 4.1. Haga un análisis comparativo sobre los tres métodos de aforo aplicados, indicando la aplicabilidad y limitaciones de cada uno.

TRABAJO PRACTICO Nº 6.

AFOROS DE CANASTILLA Y MUESTREO DE SEDIMENTOS . LA ESTACION HIDROMETRI-  
CA.

- OBJETIVOS :
1. Entrenar el estudiante en las técnicas de medición de caudales mediante aforos de ca nastilla en una estación hidrométrica.
  2. Entrenar el estudiante en la toma, de mues tras de sedimentos en suspensión y de lecho.
  3. Estudiar detalladamente todas las caracte-  
rísticas de una estación hidrométrica me  
diante la verificación de los criterios de  
diseño y el levantamiento de información -  
en el campo, con fines de elaboración de  
la ficha de la estación.

MATERIAL NECESARIO:

- a) Correntímetro con todos los accesorios pa-  
ra aforos de canastilla.
- b) Correntímetro con todos los accesorios pa-  
ra aforos de vado.
- c) Muestradores de sedimentos con botellas re  
colectoras y etiquetas de identificación .  
Curva de calibración del muestrador.
- d) Termómetro Fluvial.

.../

- e) Pala de albañilería
- f) Bolsas plásticas de aproximadamente 2 kg. de capacidad.
- g) Cinta métrica y cable graduado
- h) Teodolito, mira y jalones.
- i) Planillas de Aforo.
- j) Mapa de la Región
- k) Ficha de estación hidrométrica e Instructivo para su elaboración.
- l) Tabla de velocidad del correntímetro a utilizar
- m) Cámara fotográfica.
- n) Botas de goma.

### PROCEDIMIENTO:

#### 1. AFORO DE CANASTILLA.

- 1.1. De acuerdo a las características de la sección transversal, seleccione los espaciamientos de las verticales de medición.
- 1.2. Arme el correntímetro y compruebe su buen funcionamiento. Efectúe la prueba del pivote si utiliza un correntímetro tipo PRICE.
- 1.3. Seleccione la pesa a utilizar de acuerdo a las características de la corriente.
- 1.4. Instale el carrete CANSFIELD a la canastilla

.../

y acople la varilla de la pesa al cable. Coloque el correntímetro en el orificio de la varilla que corresponda a la magnitud de la pesa y anote la distancia del plano de las copas o hélice, según el instrumento utilizado, a la base de la pesa.

- 1.5. Anote la hora, lectura de mira y margen de comienzo. Efectúe una marca "testigo" sobre la gráfica del fluviógrafo, anotando en ella los datos iniciales de acuerdo a las indicaciones que le dará el profesor.
- 1.6. Suba a la canastilla y asegúrese que todos los equipos están preparados. Suelte el freno y deje deslizar el carro por el cable, sujetándose bien en la baranda, sin intentar interferir el movimiento del mismo. Al estar completamente detenido, trasládese a la margen inicial del aforo mediante las palancas de desplazamiento. Mida en este punto la progresiva de la margen mediante la guaya graduada que sostiene a la canastilla.
- 1.7. Trasládese a la primera vertical seleccionada y baje, mediante el carrete CANTFIELD, el conjunto pesa-correntímetro hasta que el plano de las copas o hélice del medidor coincida con la superficie del agua. Coloque en cero el contador de profundidades. Mida la progresiva de la vertical en la guaya graduada.
- 1.8. Baje el conjunto hasta que sentir que la pesa ha tocado fondo. Observe la lectura del contador y calcule la profundidad de la vertical sumando a

esta lectura la distancia pesa-correntímetro anotada en el punto 1.4.

- 1.9. De acuerdo a la profundidad medida, calcule las profundidades de observación y coloque el correntímetro en posición, haciendo coincidir al contador con la profundidad deseada.
- 1.10. En cada punto de observación mida las velocidades puntuales, contando el número de revoluciones en intervalos de tiempo no menores de 40 segundos. Antes de iniciar cada medición, espere unos segundos para eliminar la perturbación causada por el movimiento vertical del correntímetro.
- 1.11. Anote las mediciones efectuadas en las planillas de aforo suministradas.
- 1.12. Cambie a la proxima vertical y repita los pasos indicados en los puntos 1.8 a 1.11.
- 1.13. Después de medir la última vertical, determine el punto final del aforo y anote la hora, lectura y margen. Efectuar otra marca "testigo en el fluviograma y anota en él los datos finales.
- 1.14. Verifique el buen funcionamiento del correntímetro, realizando nuevamente la prueba del pivote si se utilizo un correntímetro tipo PRICE. Seguidamente, limpie y aceite el equipo, cerciorándose que todos los instrumentos o herramientas han

.../

- 2.1.4. Utilizando las curvas de calibración del instrumento determine, de acuerdo con la profundidad y la velocidad media de la vertical medida previamente, el tiempo requerido y la boquilla apropiada para la captación de la muestra.
  - 2.1.5. Tome muestras integradas en las verticales seleccionadas en el punto 2.2 y en la vertical central, tome 4 muestras puntuales cada 20% de la profundidad total.
  - 2.1.6. Transfiera las muestras captadas a las botellas, e identifique en las etiquetas de campo, las características de la muestra y las condiciones del muestreo.
  - 2.1.7. Organice las muestras captadas para su traslado al laboratorio donde serán analizadas en el trabajo Practico Nº 7.
- 2.2. Material de lecho.
- 2.2.1. Elija una vertical que a su juicio posea las características representativas del material de lecho en la sección, y tome una cantidad suficiente de material de lecho, utilizando la pala de albañilería.
  - 2.2.2. Coloque la muestra de material de lecho captada en una bolsa plástica, identificando en la etiqueta los datos básicos requeridos.
- .../

sido recogidos.

- 1.15. Con las mediciones efectuadas, calcule el aforo utilizando para ello las planillas suministradas.

## 2. MUESTREO DE SEDIMENTOS.

### 2.1. Sedimentos en suspensión.

- 2.1.1. Bajo la supervisión del Profesor, seleccione la sección de muestreo. Si éste se va hacer de vado, en una sección diferente a la del aforo de canastilla efectuado en el aparte 1., debe realizarse un aforo de vado previamente al muestreo. En este caso, instale un cable graduado, o en su defecto una cinta métrica, perpendicularmente a la corriente a fin de ubicar las verticales. Si se vá a muestrear desde la canastilla, no es necesario aforar otra vez.
- 2.1.2. De acuerdo a las características de la corriente y de la sección, seleccione el número de verticales a muestrear y la ubicación de las mismas.
- 2.1.3. Instale el muestreador en las varillas de vado, o en el cable según el caso y lave la botella de captación en el agua del río antes de introducirla en el aparato.

.../

2.2.3. Organice la muestra captada para su traslado al laboratorio donde será analizada en el Trabajo Practico Nº 7.

### 3. LA ESTACION HIDROMETRICA.

- 3.1. Previamente a la partida hacia el sitio donde se realizará la Práctica , si ésto es posible, ubique la estación hidrométrica seleccionada en un mapa de la región.  
Tome nota de las referencias mas resaltantes con el propósito de chequearlas durante el viaje y medir las distancias con el cuenta kilómetros del vehiculo.
- 3.2. Durante la permanencia en el sitio, examine detalladamente el área de la estación y el tramo de aforos tomando nota de todos los detalles que considere importantes, tales como ancho del río, longitud del tramo de aforo, características del fluviógrafo y de los hidrométros, diámetro y longitud del cable, flecha aproximada, dimensiones de los "muertos", coeficiente de rugosidad del tramo , etc. Tome las fotografías que juzgue necesarias.
- 3.3. Con toda la información recabada, elabore la ficha de la estación hidrométrica siguiendo la especificaciones del Instructivo correspondiente.

TRABAJO PRACTICO Nº 7.

ANALISIS DE SEDIMENTOS EN EL LABORATORIO

**OBJETIVOS:** Entrenar al estudiante en los principales ensayos de laboratorio que se realizan con los sedimentos fluviales, como son la determinación de la concentración en peso y el análisis granulométrico mediante tamizado.

**MATERIAL NECESARIO:**

- a) Muestras de sedimento en suspensión y material de lecho captadas en el Trabajo Práctico Nº 6.
- b) Horno eléctrico . . .
- c) Balanza analítica.
- d) Campana de desecación.
- e) Cápsulas de porcelana, pipetas, agitadores, vasos de precipitado y demás instrumentos de laboratorio.
- f) Sales higroscópicas y reactivos de laboratorio.
- g) Tamizadora con juego de tamices desde el Nº 200 hasta el Nº 4.
- h) Balanza con precisión de 0,1g.
- i) Planillas de análisis de sedimento en suspensión y análisis granulométrico.
- j) Papel para el trazado de curvas granulométricas.
- k) Papel milimetrado.
- e) Plantillas de curvas.

.../

PROCEDIMIENTO:1. ANALISIS DE CONCENTRACION EN PESO:

- 1.1. Tres días antes de realizar la práctica, lleve las muestras al laboratorio y viértala sobre vasos de precipitado a fin de que permanezcan en reposo al menos 48 horas. Mida el volumen de cada muestra y utilice un peso unitario de  $1 \text{ gr/cm}^3$  para obtener el peso de la mezcla de agua y sedimento ( $W_s + W_a$ ).
- 1.2. Un día antes de realizar la práctica y una vez asentado el sedimento en el fondo de los vasos, proceda a realizar la decantación mediante un proceso de sifonaje. Vierta el residuo en cápsulas de porcelana, previamente pesadas en la balanza analítica con una aproximación de  $0,0001 \text{ g.}$ , e identifíquelas. Introduzca las cápsulas en el horno por 24 horas manteniendo la temperatura constante a  $105^\circ\text{C}$ .
- 1.3. El día de la práctica, verifique que todo el líquido se ha evaporado antes de sacar las muestras del horno. Si esto se ha cumplido, saque las muestras y colóquelas hasta que se enfrién en una campana de desecación que contenga sales higroscópicas.
- 1.4. Pese cada cápsula con sedimento en la balanza analítica para obtener el peso seco ( $W_s$ ), por diferencia con el peso de la cápsula vacía determinado en el punto 1.2.
- 1.5. Para cada una de las muestras calcule la concentración en peso en % ( $C$ ), como una relación entre el peso de sedimento seco ( $W_s$ ) y el peso de la mezcla de agua y sedimento ( $W_s + W_a$ ). Anote el resultado en 1 planillas de análi

.../

sis suministradas

- 1.6. Utilizando los valores resultantes del análisis de las muestras integradas, calcule la concentración en peso promedio en la sección mediante la relación:

$$\bar{C} = \frac{1}{N} \sum C_i$$

Donde:

$\bar{C}$  : Concentración en peso promedio ( % )

$C_i$  : Concentración en peso de cada vertical ( % )

N: Número de verticales de muestreo

- 1.7. Determine el gasto sólido medido (  $Q_s$  ), referido a toda la sección, utilizando la relación:

$$Q_s = \frac{Q \cdot \bar{C} \cdot \gamma}{100}$$

Donde:

$Q_s$ : Gasto sólido medido en la sección ( Ton/seg )

$Q$  : Gasto líquido aforado (  $m^3$ /seg )

$\bar{C}$  : Concentración en peso promedio ( % )

$\gamma$  : peso unitario del sedimento que depende de sus características (  $Ton/m^3$  )

- 1.8. Dibuje la sección transversal del río y represente en ella la curva de distribución del caudal líquido unitario, a partir de los datos obtenidos en el aforo realizado en la

.../

sección de muestreo durante el Trabajo Práctico N° 6.

- 1.9. Mediante el procedimiento de la sección media, defina tantas secciones parciales como verticales de muestreo haya realizado. En cada sección parcial calcule el gasto sólido unitario empleando la siguiente expresión :

$$q_s = q \cdot C \cdot \gamma \cdot 864$$

$q_s$ : Caudal sólido unitario (Ton/día /m<sup>2</sup>)

$q$ : Caudal líquido unitario para la vertical de muestreo, leído en la curva trazada en el punto 1.8. (m<sup>3</sup>/seg/m)

$C$ : Concentración en peso de la vertical que define la sección parcial ( % )

$\gamma$ : Peso unitario del sedimento que depende de sus características ( Ton/m<sup>3</sup> )

## 2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO:

- 2.1. Examine la muestra de material de lecho captada en el trabajo Práctico N° 6. Si contiene agregados finos en forma de grumos, tritúrelos empleando un martillo de goma evitando fracturar los gramos. Si la muestra presenta un cierto contenido de humedad, introdúzcala en el horno a 105 °C , hasta secarla.
- 2.2. Efectúe el procedimiento de cuarteo a fin de obtener una muestra representativa de 200 a 500 grs. Para ello, disponga la muestra sobre el mesón y extiéndala hasta darle base circular y espesor uniforme. Divida el material diametralmente en 4 partes aproximadamente iguales y tome 2 partes opuestas. Mézclelas y repita el procedimiento hasta

.../

obtener aproximadamente la cantidad requerida. En el caso de que exista un cuarteador en el Laboratorio, realice la separación con este aparato. Pese la muestra seleccionada con la balanza de precisión 0,1 g.

- 2.3. Disponga el juego de tamices en orden de tamaño , de mayor a menor, colocando arriba el de mayor abertura de la red y en el fondo el "PAN" (Tamiz sin abertura ). Coloque el juego de tamices en la Tamizadora.
- 2.4. Durante aproximadamente 5 minutos, haga funcionar la tamizadora.
- 2.5. Pese el material retenido en cada tamiz utilizando la balanza de precisión 0,1g. No deben ser forzados a pasar aquellos granos que se fijan en la red, ya que éstos pertenecen al peso retenido y deben ser extraídos con cuidado, mediante cepillo suave para no dañar el tamiz.
- 2.6. Verifique que la suma de los pesos parciales retenidos es igual al peso de la muestra obtenido en el punto 2.2. La diferencia entre ambos valores debe ser inferior a 0,5 %. En caso contrario verifique las pesadas.
- 2.7. Calcule el porcentaje retenido en cada tamiz y los porcentajes pasantes correspondientes ( mas finos )
- 2.8. Utilizando el papel para curvas granulométricas, grafique los porcentajes pasantes con respecto a los diámetros de los tamices . Trace la curva granulométrica teniendo la precaución de que ésta pase sobre todos los puntos.

.../

- 2.9. Calcule el diámetro del sedimento leyéndolo en la curva para el porcentaje de 50%.
- 2.10. Calcule las fracciones de grava, arenas y finos existentes en la muestra, de acuerdo con los tamaños de las partículas, dados a continuación:

Grava:	64 mm	-----	2 mm
Arena:	2 mm	-----	0,062 mm
Finos:	0,062 mm	-----	0,001 mm

Para ello, entre en la curva con los diámetros límites de cada componente y obtenga los porcentajes correspondientes. La fracción buscada es la diferencia de ambas lecturas.

TRABAJO PRACTICO Nº 8:

CALCULO DE ACARREOS DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

OBJETIVOS: Entrenar al estudiante en la determinación del acarreo de sedimentos fluviales en suspensión, a partir de las mediciones de gasto líquido y sólido efectuadas durante un año en una estación hidrométrica, mediante la utilización de dos métodos de cálculo: la curva de duración de caudales y la obtención de acarreos diarios mediante un computador electrónico.

MATERIAL NECESARIO:

- a) Resumen anual de gastos medios diarios medidos en una estación hidrométrica.
- b) Planilla para el calculo de la curva de duración de gastos.
- c) Papel de probabilidades logarítmicas ( 4 ciclos).
- d) Resumen de sedimentación con los muestreos realizados en una estación hidrométrica .
- e) Papel doble logarítmico de 4 x 5 ciclos.
- f) Planilla para el Cálculo de Acarreos en suspensión mediante la curva de duración de gastos .

.../

- g) Planillas de entrada de datos para el cálculo de acarreos en suspensión por medio de un computador electrónico.
- h) Plantillas de curvas.

PROCEDIMIENTO:

1. METODO DE LA CURVA DE DURACION DE GASTOS.

- 1.1. En la planilla para el cálculo de la curva de duración de gastos que se suministra, elija intervalos de clase a fin de distribuir los caudales medios diarios contenidos en el Resumen Anual anexo.
- 1.2. Calcule las frecuencias acumuladas, en porcentaje, para cada uno de los intervalos de clase seleccionados.
- 1.3. En la hoja de probabilidades logarítmicas suministrada, grafique las frecuencias acumuladas con respecto al límite superior del intervalo.
- 1.4. Utilizando plantillas de curvas, trace la curva de duración de gastos, teniendo el cuidado de que ésta pase sobre todos los puntos graficados. Esta curva expresa el porcentaje de tiempo que el río tuvo un gasto igual o menor que el valor que se lea en ella.
- 1.5. En la hoja Resumen de sedimentación calcule los acarreos correspondientes a cada muestreo, en Ton/día,

siguiendo la secuencia indicada en la planilla.

- 1.6. En la hoja de papel doble logarítmico de 4 x 5 - ciclos, grafique los acarreos, en Ton/día, con respecto al caudal, en  $m^3/seg$ , aforado cuando se captó la muestra. Distinga con símbolos diferentes los meses del año.
- 1.7. Sobre la misma hoja, trace líneas rectas paralelas representativas de la concentración en peso de sedimentos, a intervalos de potencias crecientes de 10 ( 0,1 % ; 0,1 % ; 1 % , 10 % , etc).
- 1.8. Utilizando las plantillas, trace la Curva de Sedimentación siguiendo la tendencia general de los puntos graficados. Use las rectas de concentración en peso elaboradas en el punto anterior, como referencia para el trazado de la curva.
- 1.9. Calcule los caudales líquido y sólido medios anuales, en  $m^3/seg$  y Ton/Día respectivamente, calculando las áreas bajo la curva de duración de gastos líquidos elaborada y la curva de duración de gastos sólidos equivalente, obtenida al transformar la primera mediante la Curva de Sedimentación. Esto se realiza siguiendo la secuencia de la planilla "Calculo de Acarreos en Suspensión" suministrada.
- 1.10. Verifique que la diferencia entre el caudal líquido medio anual calculado mediante la curva de duración y el contenido en el Resumen Anual de gastos medios diarios , es inferior a 10%. Si ésto no

.../

se cumple, corrija el trazado de la curva de duración hasta lograrlo.

- 1.11. En la misma planilla, calcule el acarreo total en suspensión en miles de Ton, el volúmen de sedimentos en suspensión en miles de  $m^3$  y la concentración en peso media anual en porcentaje.

## 2. METODO DEL CALCULO DE ACARREOS DIARIOS.

- 2.1. En la curva de Sedimentación trazada en el punto 1.8, efectue lecturas de gasto y acarreo en suspensión en una serie de puntos a lo largo de ella, de manera de cubrir todo el rango de caudales medios registrados.
- 2.2. Anote las lecturas realizadas y los datos complementarios requeridos por el programa SEDIN, que se utilizará en el procesamiento electrónico, en la planilla de entrada de datos.
- 2.3. Transcriba los caudales medios diarios contenidos en el Resumen Anual suministrado y los datos anotados en el punto anterior, a los dispositivos de entrada del computador que se utilizará en el procesamiento electrónico.
- 2.4. Siguiendo las especificaciones del Centro de Procesamiento de Datos, corra el programa SEDIN hasta obtener el cuadro resumen del transporte de sedimentos para el año procesado

- 2.5. Con el fin de ilustrar el proceso de cálculo que realiza el programa, calcule manualmente el acarreo de sedimentos, en miles de toneladas, para el mes que el indique el Profesor. Esto se logra entrando en la curva de Sedimentación con los caudales medios diarios del mes, para obtener los acarreos diarios en Ton/día, a partir de los cuales se calculará el acarreo mensual de sedimentos en suspensión.

TRABAJO PRACTICO Nº 9.

AFOROS POR VERTEDEROS

OBJETIVOS: Entrenar al alumno en la determinación del caudal en canales naturales mediante el uso de vertederos .

MATERIAL NECESARIO.

- a) Correntímetro con accesorios para aforos de vado.
- b) Cinta métrica
- c) Botas de Goma

PROCEDIMIENTO:

1. VISITA A VERTEDEROS INSTALADOS SOBRE RIOS

- 1.1. Durante la visita a los sitios seleccionados, que tengan un vertedero instalado, determine las características y dimensiones de las estructuras existentes.
- 1.2. Clasifique al vertedero de acuerdo a las características observadas.

- 1.3. Seleccione la fórmula de cálculo mas conveniente para determinar el caudal.

## 2. CALIBRACION DEL VERTEDERO.

- 2.1. Mida el caudal de la corriente practicando un aforo con correntímetro en la sección mas apropiada.
- 2.2. Calcule el gasto para la carga que tenga el vertedero, aplicando la formula seleccionada en el punto 1.3.
- 2.3. Determine el factor de calibración como una relación entre el caudal aforado con correntímetro y el obtenido con la fórmula.

## 3. COMPARACION DE FORMULAS.

- 3.1. Seleccione otra fórmula de cálculo que pueda ser aplicable de acuerdo a las características del vertedero .
- 3.2. Calcule el caudal mediante la nueva fórmula seleccionada.
- 3.3. Calcule el factor de calibración en forma análoga al punto 2.3.
- 3.4. Elabore un cuadro resumen con todos los datos medidos y calculados y haga un comentario sobre la aplicación y limitaciones del método.

.../

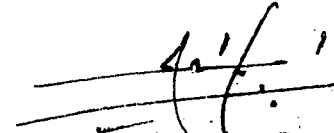
# APENDICE II

" TRABAJO SOBRE EL DIAGNOSTICO, ANALISIS E  
IMPLEMENTACION DE UN PLAN PARA EL MEJORAMIENTO  
DE LA ZONA ADMINISTRATIVA Nº 9 DEL MARNR "  
BR. EDECIO ANTONIO AGUILAR Y BR. CLAUDIO CAPON I.  
UCV. - CARACAS. SEPTIEMBRE 1981.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

NOTA AL LECTOR:

Este es un trabajo realizado con finis exclusivamente docentes. Las cifras de índole presupuestario han sido superadas, por lo tanto, no deben sacarse conclusiones de ellas.

  
Dr. Marcello Rivers  
UCV  
Septiembre 1981

HIDROLOGIA DE CAMPO

TRABAJO SOBRE EL DIAGNOSTICO ANALISIS E IMPLEMENTACION DE UN PLAN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA ZONA ADMINISTRATIVA 9 DEL MARNR

TRABAJO REALIZADO POR :

Er. EDECHIC ANTONIO AGUILAR

Br. CLAUDIO CAPONI

## INTRODUCCION

La zona administrativa 9 del MARNR comprende los Estados Apure y Guarico (excepto el distrito Paez ).

En lo que respecta a la parte hidrometeorológica de esta zona, dependen además de las estaciones de los estados citados, las de la cuenca del Unare y unas cuantas situadas en los estados limitrofes.

La región en consideración es de gran importancia para el país ya que en ella están situados varios embalses: el de Camatagua, que es el reservorio de agua de la región central, el de Guanapito, el de playa de Piedra en el río Tamanaco y el embalse Guárico, construido para abastecer de agua un proyecto de riego que cubre unas 35000Has aproximadamente. Además hay que considerar que la presencia de ríos grandes hacen de fundamental importancia un adecuado desarrollo hidrológico en esta zona, que comprende la cuenca del río Guárico, la del río Unare, la del Apure y el Orinoco y las cuencas fronterizas del Meta y del Arauca.

En esta trabajo se presenta un diagnóstico y un análisis de la zona 9, formulándose en base a datos recojidos principalmente de las encuestas sobre estaciones y oficinas hidrometeorológicas efectuadas en 1980 por el MARNR. A partir de éstas se trató luego de esbozar el desarrollo de un plan para el mejoramiento técnico, funcional y administrativo de esta zona hidrológica.

## DIAGNOSTICO

Inventario de estaciones existentes y eliminadas:

La primera estación climatológica fué instalada en 1918 en Calabozo, en lo que hoy constituye el territorio de la zona administrativa 9, desde entonces se han instalados 209 estaciones climatológicas ; 59 de las cuales han sido eliminadas y de las 150 restantes, 137 están en operaciones actualmente ; en base a éstas se realizó el diagnóstico.

En lo que se refiere a la parte fluviométrica , la primera estación en ser instalada fué la del río Guárico en la Puerta en - Abril de 1940; en la actualidad existen 48 estaciones fluviométricas de las cuales 5 no están funcionando.

Ubicación de las estaciones climatológicas:

25 en el estado Apure  
3 en el estado Anzoategui  
4 en el estado Bolívar  
92 en el estado Guárico  
1 en el estado Carabobo  
1 en el estado Cojedes  
11 en el estado Aragua

Ubicación de las estaciones fluviométricas:

11 en el estado Apure  
25 en el estado Guárico  
7 en el estado Aragua  
1 en el estado Barinas  
3 en el estado Bolívar  
1 en el estado Anzoategui

### Accesibilidad a las estaciones:

Al considerar este punto, hay que tener presente que en la zona en consideración se producen frecuentemente inundaciones en la época lluviosa; es por esto que los porcentajes que se dan a continuación son valores promedios, ya que estaciones a las cuales se puede acceder normalmente en vehículos de tracción simple, en época lluviosa son visitables únicamente con lanchas.

### Estaciones climatológicas:

En cuanto a la accesibilidad un 60 % es fácil, un 20 % difícil y un 20 % regular. Para llegar al 45 % de las estaciones requiere un vehículo de tracción simple, un 35 % requiere un vehículo de doble tracción, un 15 % se visitan en avioneta ( estas estaciones poseen aeropuertos cuya longitud varía entre 600 y 1200 mts y son operadas por contrato por compañías que utilizan aviones Cessna tipo 186 y 206) y el 5 % restantes por otros medios ( lanchas, motos, a pie ).

Un 50 % de las vías de acceso están en buenas condiciones un 30 % en condiciones regulares y un 20 % en malas condiciones.

### Estaciones pluviométricas:

Un 65 % tienen fácil acceso, el 23% difícil y el 12 % restante regular. Las visitas se hacen en un 47 % de los casos en vehículos de doble tracción, un 30 % en vehículos de tracción simple y un 15 % en avioneta, el 8 % restante se visitan por otros medios ( a pie, motocicleta, lancha, etc ).

En lo que se refiere a las vías de acceso, un 50 % están en buenas condiciones, un 20 % en malas y el 30 % restantes en condiciones regulares.

### Inventarios de recursos humanos:

La zona cuenta actualmente con 3 ingenieros geólogos y un ingeniero hidrólogo. En lo que se refiere al personal subalterno se cuenta con 31 observadores hidrometeorologistas<sup>cos</sup> que efectúan al trabajo de campo y de oficina, 8 observadores de campo dedicados a labores de campo exclusivamente y 21 mireros ( lugareños encargados de la operación de una determinada estación). De los 39 observadores 34 son egresados del centro de entrenamiento del MARNR.

### Inventario de oficinas y equipo:

Lo referente a las características sobresalientes de las oficinas y campamentos que funcionan en la zona 9 se presentan en un cuadro resumen (anexo N°1).

En forma general hay déficit de vehículos en la zona que será subsanado en los próximos meses, mientras que cuenta con un número apropiado de lanchones, en cambio hay suficiente material gráfico de repuesto localizado en la oficina sede de Calabozo.

En cuanto a los equipos hidrométricos el 50 % de las estaciones utilizan pluviógrafo Stevens mensual mientras que los restantes poseen únicamente hidrómetros o sea que no llevan un registro constante. En dos estaciones se instaló el medidor de burbujas, aunque el mantenimiento de estos equipos no ha sido el deseable.

El 25 % de las estaciones tienen sus miras en buen estado 25 % las tienen en mal estado y el 50 % restantes están en condiciones regulares. En cuanto a la estructura de aforo 5 no tienen ninguna, 19 tienen aforo de canastilla ( 5 buenas, 14 regulares y 6 malas ) ; 5 efectúan aforo desde puentes, 9 por el método de bote y nylon, y 4 hacen aforo de rudo.

La reparación de los equipos dañados se hacen con una periodicidad semestral.

### Planes operativos:

La programación de visitas varía de estación a estación, en algunas es diarias, en otras es semanal y en otras trimestral pero la mayoría son visitadas cada 15 días. Normalmente las visitas de corte de gráfica se efectúan en dos lapsos: del 1 al 5 y del 15 al 23 de cada mes.

La programación de los aforos en las estaciones hidrométricas está basada principalmente en el nivel del río pero hay también algunos ríos que son aforados periódicamente (generalmente una vez al mes). En la segunda semana de cada mes se efectúa el trabajo de evaluación en las oficinas auxiliares y campamentos (evaluación revisada por el personal de mayor experiencia), luego la información es enviada a la oficina sede donde se revisa nuevamente y se recopila para ser usada en la publicación del mensuario. De aquí la información es enviada en planillas al nivel central donde es procesada por computadoras para ser usada en la publicación de los anuarios.

*Disposición reciente para poner al día las Publicaciones citadas*

### Planes de mantenimientos periodicos:

La mayoría de las estaciones climatológicas tienen una periodicidad de limpieza trimestral aunque hay algunas que son atendidas más frecuentemente (mensualmente). En cuanto a la pintura de las estaciones se efectúa anualmente en la mayoría de ellas y semestralmente en las restantes.

En lo que se refiere a las estaciones hidrométricas en la mayoría de los casos la periodicidad de pintura es anual, mientras la de limpieza es semestral, aunque a veces este lapso se puede extender en las estaciones más alejadas de la oficina que las atiende.

Inventario de recursos financieros:

El capital disponible para 1981 para la producción de información hidrométrica para todas las zonas es de 19297970 Bs. \*

Es política del MARNR no divulgar información referente a presupuesto por lo tanto se ha supuesto que esta misma cifra era disponible para el año 1982; en base a este valor, tomando en cuenta el número de estaciones de la zona 9, se ha estimado las siguientes partidas para tenerlas como base en la elaboración del plan:

Producción de información Hidrométrica	2262280 Bs
Funcionamiento, operación, mantenimiento y control de la red	1524780 Bs
Procesamiento de datos hidrometeorológicos	617600 Bs
Control de datos hidrometeorológicos	119900 Bs

ANALISIS:

Evaluación de la red de estaciones:

La historia de la distribución de las estaciones hidrometeorológicas en esta zona se puede dividir cronológicamente en tres lapsos: durante el primero en único criterio que previó fue el de la accesibilidad. Esto es entendible si consideramos la estrechez de recursos económicos, técnicos y de personal de la época "pionera" de la Hidrología en Venezuela.

El segundo periodo va de 1965 a 1970 cuando las estaciones fueron instaladas de acuerdo a un plan que tomaba en cuenta las necesidades técnicas, este mismo criterio sirvió de pie para la formulación de un nuevo plan a cumplirse de 1976 a 1985 que por lo menos hasta los momentos, no se ha tenido sustentando.

Al analizar la red de estaciones, se observa que la distribución no es equilibrada, por ejemplo en el Estado Guárico hay una densidad hasta excesiva en la zona norte, mientras que al sur de los 8° 50' de latitud N y al este de los 67° de longitud W el número es muy reducido. La misma situación de desequilibrio entre norte y sur se presenta en el Estado Apure donde de todas maneras, aunque la cantidad de estaciones es sensiblemente menor que en Guárico la distribución de ellas es más pareja.

Desde el punto de vista climatológico, al analizarse un mapa isoyético del Estado Guárico usado en la preparación del Atlas de Tormentas de Venezuela (a ser publicado próximamente por el - MARNR) se nota la falta preocupante de datos en la parte sur, donde las isoyetas son definidas muy aproximadamente. En opinión de la Ingeniero Deisy Corro encargada de la elaboración de dicho Atlas, sería necesario instalar por lo menos unas 5 ó 6 estaciones en esa región para poderse obtener una confiabilidad aceptable en los análisis. En lo referente al Estado Apure, no se pudo obtener información, ya que la Ingeniero citada anteriormente no cuenta con ninguna tormenta de ese Estado.

#### Evaluación de la producción de información:

La publicación de los mensuarios esta ligeramente atrasada, ya que en la sede central el último número recibido es el de Mayo de 1981, pero según parece esto es normal ya que la zona 9 envía los mensuarios a nivel central en grupos de 6, lo que quiere decir que de un momento a otro estas publicaciones estarán al día.

La situación es más grave en lo que respecta a los anuarios. De todas maneras el MARNR ha vuelto a su antigua política de publicar los hidroanales en forma conjunta para todas las zonas, ac

tualmente están en etapa de publicidad (que ya no depende de la dirección de Hidrología sino del fondo de publicaciones del MARNR) <sup>(1)</sup> los de 1975 y 1976 , y estan empezando la etapa de procesamiento del anuario de 1977 , es de esperar que con la centralización de las publicaciones estas se actualicen en un futuro no muy lejano.

En lo respecta al personal existente en la zona 9 es suficiente para las labores de observación y medición mientras que es un poco escaso para el trabajo de oficina , de todas maneras esto podrá ser obviado en un futuro no muy lejano debido a la inclusión del curso para observadores hidrometeorologista en los programas del "Instituto de nuevas profesiones" . En este renglon se presenta un grave problema al existir un exodo de personal debido a las incómodas condiciones de vida y de trabajo. Este último problema está extrechamente ligado a las limitaciones presupuestarias de la zona.

Evaluación de los planes de operación y de mantenimiento:

En este aspecto la zona parece estar organizada en una forma bastante satisfactoria, por lo menos en lo que se refiere a las estaciones climatológicas. En cuanto a las hidrométricas sería deseable afectar labores de mantenimiento y reparación estructuras y equipos más frecuentemente y no esperar a que se produzca el daño para subsanarlo.

Gastos de funcionamiento óptimo:

En base a las estimaciones hechas por el persoanal que elaboró las encuestas , los costos para reparar la red y las oficinas existentes serían los siguientes:

Estaciones climatológicas:

Reparación de vias de acceso;	300000 Bs
Reparación y sustitución de equipo e instrumentos	205000 Bs
Reparación de aeropistas	5000 Bs

Estaciones hidrométricas:

Reparación de vias de acceso	95000 Bs
Reparación y sustitución de instrumental y equipo de medición	160000 Bs
Reparación de Hidrométros	26000 Bs
Reparación de estructuras de aforo	140000 Bs
Reparación de nylon y lanchones	50000 Bs

Oficinas:

Reparación del sitio de operación	36000 Bs
-----------------------------------	----------

-----  
1017000 Bs

Por otra parte los costos anuales estimados para el mantenimiento de la red existente son los siguientes:

Estaciones climatológicas :

Limpieza	59000 Bs
Pintura	21000 Bs
Reparación de instrumentos	200000 Bs

Estaciones Hodrométicas:

Pintura	24000 Bs
Limpieza	80000 Bs
Reparación de instrumentos	215000 Bs
Transporte aereo	220000 Bs

-----  
819000 Bs

## (\*) SUPOSICION PARA EFECTOS DEL TRABAJO

También se hizo una estimación del costo de procesamiento de datos necesarios para la elaboración de un Hidroanal el cual es de Bs 15000. En cuanto al costo de publicación de los mensuarios se estimó en 5000 Bs por ejemplar, o sea que el costo anual sería de Bs 60000.

### FORMULACION DEL PLAN PARA 1982

En el análisis anterior se han mencionado cifras necesarias para la reparación y mantenimiento de la red existente. Si a estos valores les agregamos los costos de instalación de las nuevas estaciones necesarias, obtendríamos una cifra que sobrepasa el presupuesto para el año 1982. Pero también tenemos que considerar que del total del presupuesto, aproximadamente un 60% (\*) esta destinado a gastos <sup>FIJOS</sup> de personal, lo que nos deja apenas un 40% para gastos de funcionamiento. Es a partir de esta cifra (40% 2262280 Bs, o sea 904912 Bs) que se ha formulado el plan para 1982 que detallamos a continuación, que por lo tanto no puede dar solución a todos los problemas de la zona. De todas maneras a lo largo de este se presenta un esbozo de un plan a largo plazo, que siguiendo las directrices de este, se obtendría una red óptima, o por lo menos satisfactoria en un futuro no muy lejano.

Para empezar, se propone la instalación de algunas estaciones en la parte sur de Guarico, que como hemos visto es más necesitada de estas. Para calcular el número a instalar se han seguido las normas de la UMM e este respecto; el área en consideración (parte centro sur y sur este de Guárico) es aproximadamente de 22000 Km segun las normas citadas para regiones llanas en zonas tropicales con problemas económicos, de comunicaciones ó pocos habitados se requiere estaciones pluviométricas cada 900-3000 Km<sup>2</sup> y una estación hidromé-

tricas cada 3000-10000 Km<sup>2</sup>, tomando los valores eXtremos de estas nor-  
mas, debido a nuestras limitaciones de presupuesto, obtenemos como  
resultado, que hay que instalar 7 estaciones pluviométricas y 3 hidro-  
métricas. Habiendo ya dos de las primeras y una de las segundas en  
la región, nos quedan por instalar 5 estaciones pluviométricas y 2  
hidrométricas, que podrían ser atendidas por la oficina de Galabozo  
( las de la parte oeste) y por Valle de la Pascua( las del este).

No necesariamente los equipos de estas estaciones tienen  
que ser nuevos, también se pueden utilizar equipos de estaciones su-  
perfluas de la zona norte, donde a veces se consiguen dos pluviogra-  
fos en un radio menor de 5 Km que marcan la misma precipitación ( es-  
to es debido a que antes de que el MARNR se hiciera cargo de la red,  
el MOP y el INOS no tomaban en cuenta las estaciones del otro orga-  
nismo).

Tienen que quedar claro que con estas instalaciones solamen-  
te se estaria cumpliendo con las necesidades mínimas y que para lle-  
gar alcanzar la red óptimas se terdría que seguir con la politica de  
ir instalando o de redistribuir las existentes.

En lo que se refiere a los costos anuales mencionados en el  
análisis se consideraron de importancia primordial los de transporte  
aereos, limpieza y pintura de estaciones, ya que de descuidar estos  
dos ultimos aspectos tendríamos que enfentrar en futuro problemas de  
mayor envergadura que las actuales. De las distintas reparaciones se  
consideraron prioritarias la de las aereopistas por el alto riesgo que  
implica tenerlas en mal estado y el de las miras ( por su importancia  
y bajo costo). En un mismo nivel de importancia se pueden colocar  
las reparaciones de equipos, instrumentos y el de las estructuras de  
aforo. Pero estos ultimos renglones absorven un costo muy elevado,

obtener el dato, no vale la pena ni limpiar  
ni pintar.

por lo que se decidió reparar los instrumentos de una cuarta parte de  
las estaciones dañadas, la selección de las cuales se haría en base a  
un estudio de prioridades considerando su ~~X~~ubicación geográfica y la  
importancia de los datos que ella suministren. Es por esto que tam-  
bién se tomo una cuarta parte del costo estimado de reparaciones anua-  
les de instrumentos.

De seguir con este plan de reacondicionamiento parcial de  
las estaciones, estimamos que en unos seis años <sup>\*</sup> quedaria solamente el  
costo anual de reparaciones comunes, ya que todos los instrumentos y  
estructuras estarian en buen estado.

Quedarían fuera por falta de fondo de nuestro plan para  
1982 , la reparación de las vias de acceso, quedando claro que en ca-  
so de extrema ~~u~~rgencia se acudiría al fondo de gastos imprevistos.  
Lo mismo se puede decir para el caso de reparación de lanchones y  
de reacondicionamiento de oficinas. De todas maneras queremos seña-  
lar que estos dos renglones pueden ser atacados en un plan a largo  
plazo, ya que a medida que los problemas de instrumental técnicos  
se resuelvan hay que darle una mayor importancia.

Por otra parte para 1982 hemos previsto la publicación de  
los 12 mensuarios y el precesamiento de datos para los anuarios de  
1978 - 79 - 80 . De esta manera para 1983 o a más tardar 1984 los  
hidroanales estarian al día.

(\*) Muy largo este plazo !

RESUMEN DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN PARA 1982

Instalacion de dos estaciones hidrométricas	180.000	Bs
Instalación de 5 estaciones pluvioevapimétricas	50.000	"
Limpieza de estaciones	139.000.	"
Pintura de estaciones	45.000	"
Transporte aéreo	220,000	"
Reparación de aereopistas	5.000	"
Reparación de hidrométros	25.000	"
Reparación y sustitución de equipos e instrumental	90.000	"
Reparación de estructuras de aforo	35.000	"
Mantenimiento anual de instrumentos	100.000	"
Procesamientos de tres anuarios	45.000	"
Publicación de 12 mensuarios	60.000	"
Fondo para gastos imprevistos	30.000	"
	<hr/>	
Total	905.000	Bs

