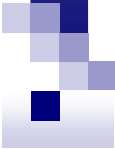


CLASE AUXILIAR
CONTROL 1
CI41C
SEMESTRE PRIMAVERA 2008

Prof. Aux: Ricardo González V.



CONTENIDOS CONTROL # 1.

HIDROLOGÍA

PARTE I : INTRODUCCIÓN

■ 1. GENERALIDADES

- Objetivos de la Hidrología
- El Ciclo Hidrológico
- Balance Hidrológico (Ec. General, suelo, región, embalse)

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = Q_e - Q_s$$

■ 2. ANÁLISIS DE DATOS Y ESTADÍSTICAS HIDROLÓGICAS

- Definiciones. Funciones de Densidad de Probabilidad y Estadística; Conceptos Básicos.
- Modelos Probabilísticos Discretos: Bernoulli; Binomial; Geométrico; Proceso de Poisson; Proceso de Markov.
- Modelos Probabilísticos Continuos: Normal; Logarítmico-Normal; Gama; Pearson; Log-Pearson; Gumbel.
- Análisis de Frecuencias: Probabilidades de Excedencia; Períodos de Retorno; Riesgo Hidrológico, Métodos Gráficos y Analíticos.

PARTE II: TEORIA FUNDAMENTAL

■ 3. ELEMENTOS DE METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

- Circulación general de la atmósfera.
- Presión atmosférica
- Radiación Solar
- Temperatura del aire
- Humedad Atmosférica (presión de vapor, humedad relativa, humedad específica, temperatura punto de rocío, etc.)
- Climatología; Clasificación Climatológica de Chile.

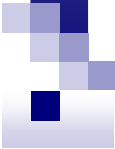
■ 4. PRECIPITACIONES

- Objetivos del Estudio de Precipitaciones.
- Mecanismos de Formación, Tipos y Formas de Precipitación.
- Medición. Procesamiento de Datos;
- Presentación de la Información.

- Curvas Doble Acumuladas; Interpolaciones.
 - Precipitación Media sobre una Cuenca.
- } **Disponibilidad de Aguas**

- Intensidad de Lluvia;
- Hietograma.
- Concepto Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)
- Curvas Precipitación. Duración - Área (PDA)

} **Eventos Extremos
(Estudios de
crecidas)**

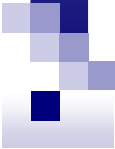


Problema 1. Análisis Estadístico

En la VIII región, específicamente en la cuenca del río Mulchén, se encuentra en estudio el proyecto de una bocatoma de un canal alimentador de una central hidroeléctrica y por tanto se requiere determinar el caudal de diseño de la obra de seguridad. Como criterio de diseño se ha definido una vida útil de 50 años y un riesgo de falla por causas hidrológicas de 40% en dicho período.

Como parte del estudio de crecidas correspondiente, se realizó el análisis de frecuencia de la serie de caudales máximos instantáneos anuales registrados en la estación Mulchén en Mulchén (cercana al punto de interés) en el periodo 1963-2004, los parámetros estadísticos se presentan en la Tabla N° 1.

Serie	Promedio [m³/s]	Desviación Estandar [m³/s]	Coef. Asimetria
Q	136.43	72.32	0.169
LN Q	4.71	0.77	-1.462



Los resultados gráficos del análisis de frecuencia se muestran en las Figuras N° 1 a N° 5.

A partir de antecedentes recopilados en terreno y basándose en consultas a los habitantes del sector, revisión de diversos antecedentes recopilados de la región (tales como registros de precipitaciones, información periodística, etc.) y en evidencias hidro-paleológicas se pudo establecer que la mayor crecida registrada corresponde a la mayor ocurrida en el Periodo 1905 a 2004.

En base a los antecedentes disponibles se solicita a ud.:

- a) Determinar el caudal de diseño de la mencionada obra.
- b) La probabilidad de que la obra falle en el año 15.
- c) La probabilidad de que durante la vida útil de la obra, se produzca al menos una falla.

FIGURA 1

ANALISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION NORMAL
CAUDAL MÁXIMO INSTANTANEO - MULCHEN EN MULCHEN

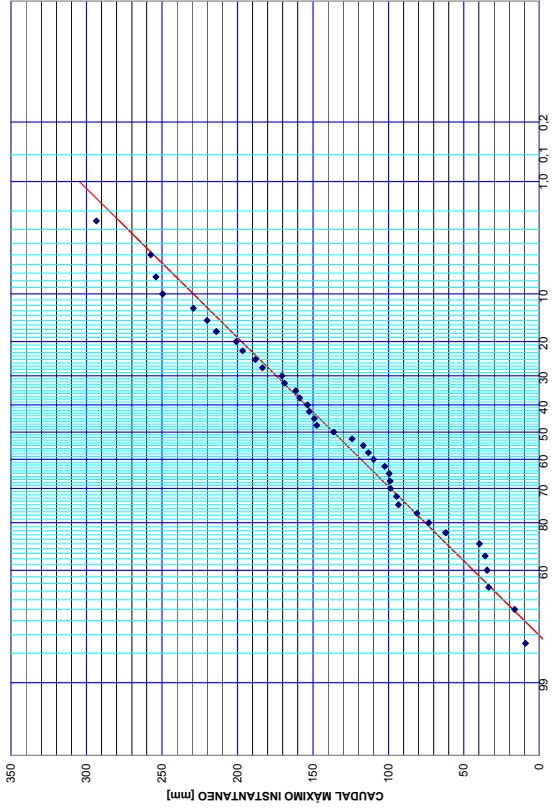


FIGURA 3

ANALISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION PEARSON
CAUDAL MÁXIMO INSTANTANEO - MULCHEN EN MULCHEN

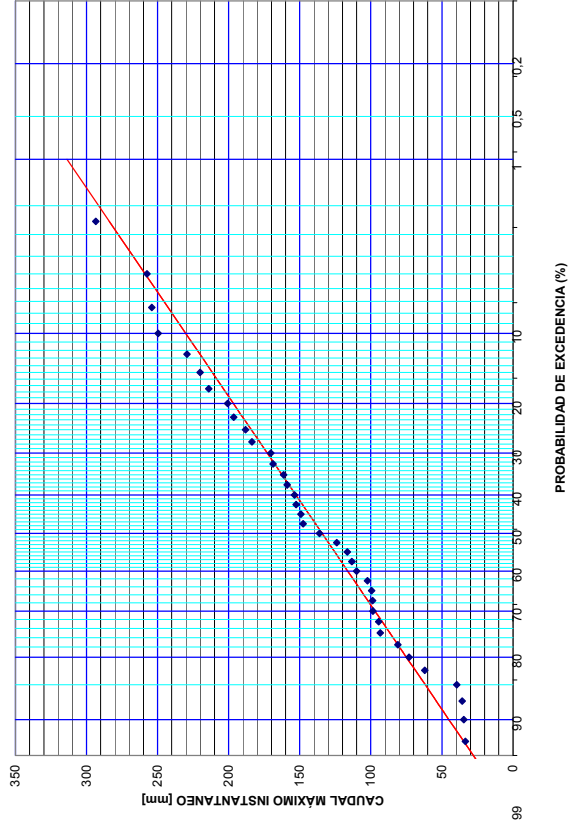


FIGURA 2

ANALISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION LOG-NORMAL
CAUDAL MÁXIMO INSTANTANEO - MULCHEN EN MULCHEN

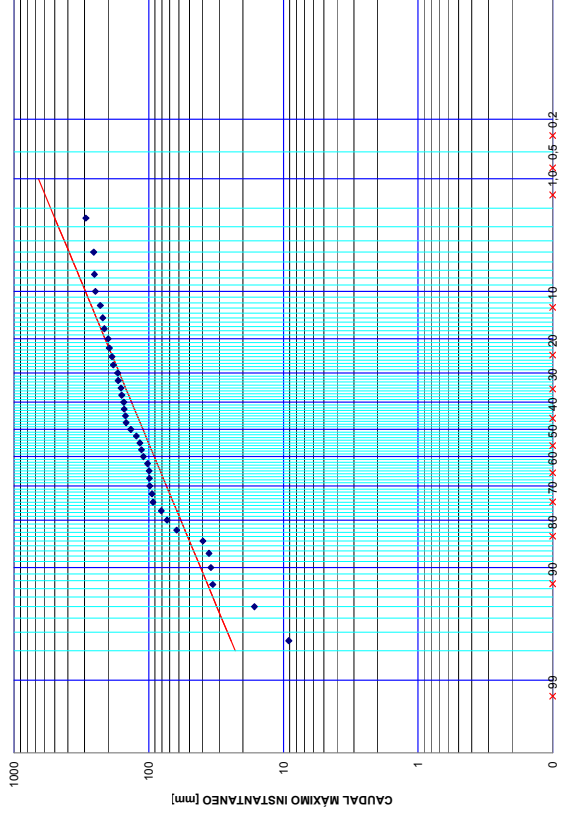


FIGURA 4

ANALISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION LOG-PEARSON
CAUDAL MÁXIMO INSTANTANEO - MULCHEN EN MULCHEN

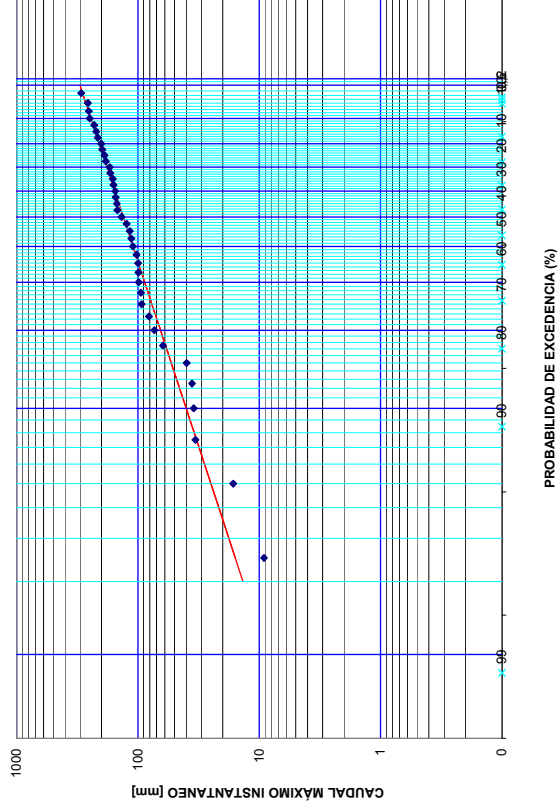
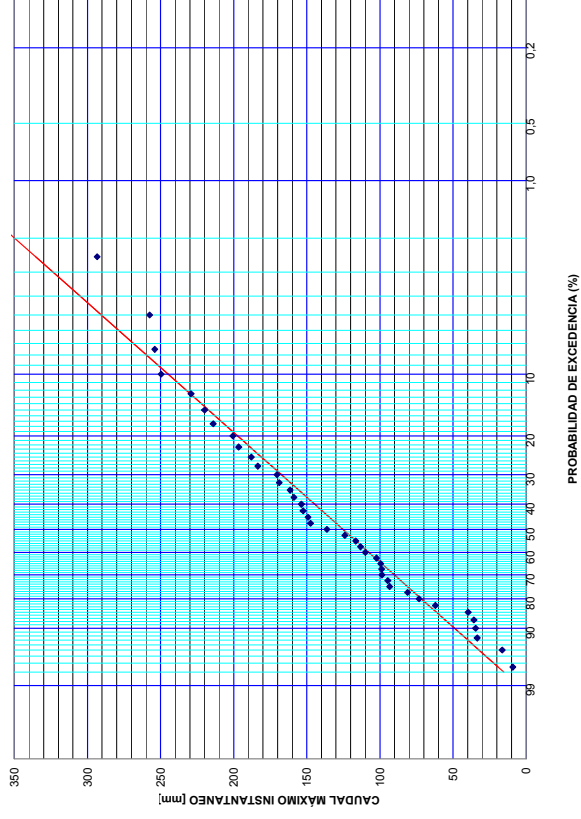


FIGURA 5
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCIÓN GUMBEL
CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO - MULCHÉN EN MULCHÉN



■ Solución Problema 1.

a)

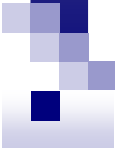
$R = 40\%$

$n = 50$ años

Despejando y evaluando, se obtiene:

$\Rightarrow T = 98.4$ años

Para fines prácticos, se adopta $T = 100$ años.



Por enunciado, se indica que el máximo valor registrado es el mayor en el periodo 1905 a 2004, luego, se debe asignar a dicho valor un periodo de retorno de $T = 100$ años.

Luego, al realizar el análisis gráfico debe desplazarse el valor máximo al punto correspondiente a $p = 1/100 = 0.01 = 1\%$.

Por inspección de los gráficos modificados, asociados al análisis de frecuencia, se elige la distribución normal como la de mejor ajuste.

Nota: Tomando en cuenta que los resultados, tanto analíticos como gráficos, obtenidos para las distribuciones Normal y Pearson III son muy similares, se podría seleccionar la distribución Pearson como la de mejor ajuste.

Propuesto: Realizar el análisis considerando la selección de la distribución Pearson.

$$QT = \mu + KT \cdot \sigma$$

Para calcular el coeficiente de frecuencia asociada a la distribución normal, pueden utilizarse las siguientes expresiones:

$$w = \left[\ln\left(\frac{1}{p^2}\right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (0 < p \leq 0.5), \text{ si } p > 0.5 \text{ p es sustituye por } 1-p.$$
$$z = K_T = w - \frac{2.515517 + 0.802853 \cdot w + 0.010328 \cdot w^2}{1 + 1.432788 \cdot w + 0.189269 \cdot w^2 + 0.001308 \cdot w^3}$$

Evaluando, se obtiene $w = 0.33$ y $KT = 2.33$, luego,

$$QT = \mu + KT \cdot \sigma = 136.43 + 2.33 \cdot 72.32 = 304,9 \text{ m}^3/\text{s}.$$

b) La probabilidad que falle en el año 15 es:

$$\begin{aligned} P(\text{obra falle en año 15}) &= \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{14} \cdot \left(\frac{1}{T}\right) \\ &= \left(1 - \frac{1}{100}\right)^{14} \cdot \left(\frac{1}{100}\right) = 0.00868 = 0.86\% \end{aligned}$$

c) La probabilidad que la obra falle al menos dos veces durante la vida útil de la obra:

$P(\text{la obra falle al menos dos veces}) = P(2 \text{ o } + \text{ crecidas})$, expresándola como el complemento,

$P(\text{la obra falle al menos dos veces}) = 1 - P(1 \text{ crecidas}) - P(0 \text{ crecidas})$

$$\begin{aligned} &= 1 - \binom{50}{1} \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{49} \cdot \left(\frac{1}{T}\right) - \binom{50}{0} \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{50} \cdot \left(\frac{1}{T}\right)^0 \\ &= 0.0894 = 9\% \end{aligned}$$

■ PROBLEMA 2

Durante un día determinado, se midieron los siguientes parámetros en un embalse:

Caudal superficial medio diario afluente : 98,5 m³/s
Caudal medio diario extraído : 55,0 m³/s
Caudal medio diario vertido por el embalse : 50,0 m³/s
Superficie del espejo de agua : 5,1 km²

Parámetros meteorológicos medios

Parámetro	Condiciones Diurnas	Condiciones nocturnas
Temperatura media del agua (°C)	12	10
Temperatura media del aire (°C)	18	6
Humedad Relativa (%)	40	60
Radiación solar incidente cal/cm ² /min	0,43	-

Considerando que el embalse se encuentra a plena capacidad, de manera tal que no existen variaciones importantes del espejo de agua, se solicita determinar las pérdidas por evaporación y el caudal de aporte subterráneo.

■ Indicaciones:

- Considere que no existen filtraciones bajo el muro de la presa.
- Para el cálculo de la evaporación desprecie los efectos advectivos y de convección.
- La radiación de onda larga emitida por la atmósfera se puede determinar a través de la siguiente expresión:
 - $E_a = 0,74 + 0,0049 e_a$ (cal/cm²/min)
 - e_a : presión de vapor del aire (mb)
 - Albedo Radiación de onda larga : 0,04
 - Albedo Radiación de onda corta : 0,06
 - Densidad del agua : 1 gr/cm³
 - L_v = Calor latente de vaporización : 600 cal/gr
- $\sigma = 0,826 \times 10^{-10}$ (cal/cm²/min °K⁴)

Para estimar la tasa de evaporación utilice el método aerodinámico, cuya expresión simplificada es la siguiente:

$$R_n = \text{Radiación Neta [W/m}^2\text{]}. \quad E_r = \frac{R_n}{l_v \cdot \rho_w}$$

$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$.

1. Balance Energetico para Determinar Evaporación

	Día	Noche
T° agua [°C]	12	10
T° aire [°C]	18	6
HR [%]	40%	60%
Rad. Onda Corta (cal/cm²/min)	0.43	
Horas de Sol	12.5	

es [Hpa]	20.6	9.4
ea [Hpa]	8.3	5.6

		albedo
		0.04
		(β)
		0.06
		(α)

$$R_{neta} = (1-\alpha) \cdot \text{Rad. Onda Corta} + (1-\beta) \cdot \text{Rad. Onda larga Atm} - \text{Rad. Onda larga Emitida}$$

RN (cal/cm²/min)	0.61	0.21
Lv (cal/gr)	600	600
ρ agua (gr/cm³)	1.00	1.00

$$Ev = R_{Neta} / (Lv \cdot \rho \text{ agua})$$

Ev [cm/min]	0.0010	0.0003
Ev [cm/hr]	0.06	0.02
Ev [mm/hr]	0.61	0.21
(Ev Día)		(Ev Noche)

$$Ev \text{ diaria} = N^{\circ} \text{ horas de sol} \cdot Ev \text{ día} + (24 - N^{\circ} \text{ horas de sol}) \cdot Ev \text{ noche}$$

Ev diaria=	12.4	mm/día
------------	------	--------

2. Balance de Masas para Determinar el Aporte Subterráneo

Dado que no existen variaciones importantes del espejo de agua y que el embalse esta vertiendo, puede despreciarse el almacenamiento en el embalse.

$$Q_{Ap. Subt} = Q_{extraido} + Q_{vertido} + Q_{evaporado} - Q_{afluente}$$

Q afluente		98.5	m3/s
Q extraido		55	m3/s
Q vertido		50	m3/s
Sup. Espejo Agua		5.5	Km2
Q evaporado		68463	m3/día
Q evaporado		0.79	m3/s

Q Aporte Subterráneo	7.29	[m³/s]
-----------------------------	-------------	---------------

PREGUNTA N° 3

- a) Empleando el pluviograma que se adjunta, se solicita determinar el hietograma y la curva de intensidad-duración de la tormenta del día 19/07/78. Considere un intervalo de tiempo mínimo de 1 hora.
- b) Empleando el plano que se adjunta, se pide delimitar la cuenca aportante en el punto ubicado aguas abajo de confluencia del estero Parrón con la quebrada Quillayes Rocillos. Para esta cuenca, se solicita además trazar los polígonos de Thiessen y efectuar un trazado de isoyetas empleando la información de precipitaciones que se indica en tabla siguiente. Finalmente, se requiere que efectúe una estimación de la precipitación media sobre la cuenca.

Estación	Precipitación (mm)	Estación	Precipitación (mm)
1	49	6	49
2	55	7	55
3	52	8	63
4	53	9	70
5	39	10	67



a) Det. histerograma y curva intensidad duración.

Unidad pluviograma.

Δt $T_p [mm]$

0-1	0
1-2	0
2-3	0
3-4	0
4-5	0.5
5-6	1.9
6-7	0
7-8	2.9
8-9	5.1
9-10	1.3
10-11	1.3
11-12	2.3
12-13	2.2
13-14	2.0
14-15	5.2
15-16	2.2
16-17	0.1
17-18	0
18-19	0
19-20	0.3
20-21	0
21-22	0
22-23	0
23-24	0

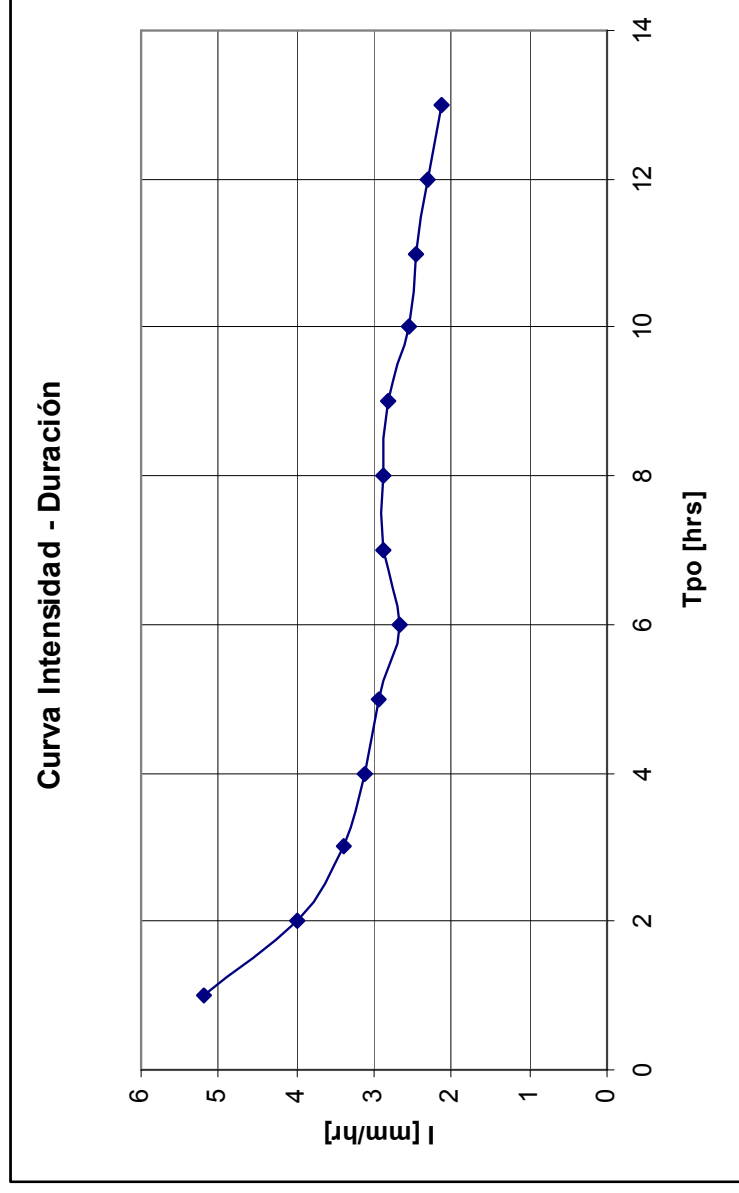
→ Puede variar dada la resolución del pluviograma.

5.0
0.4

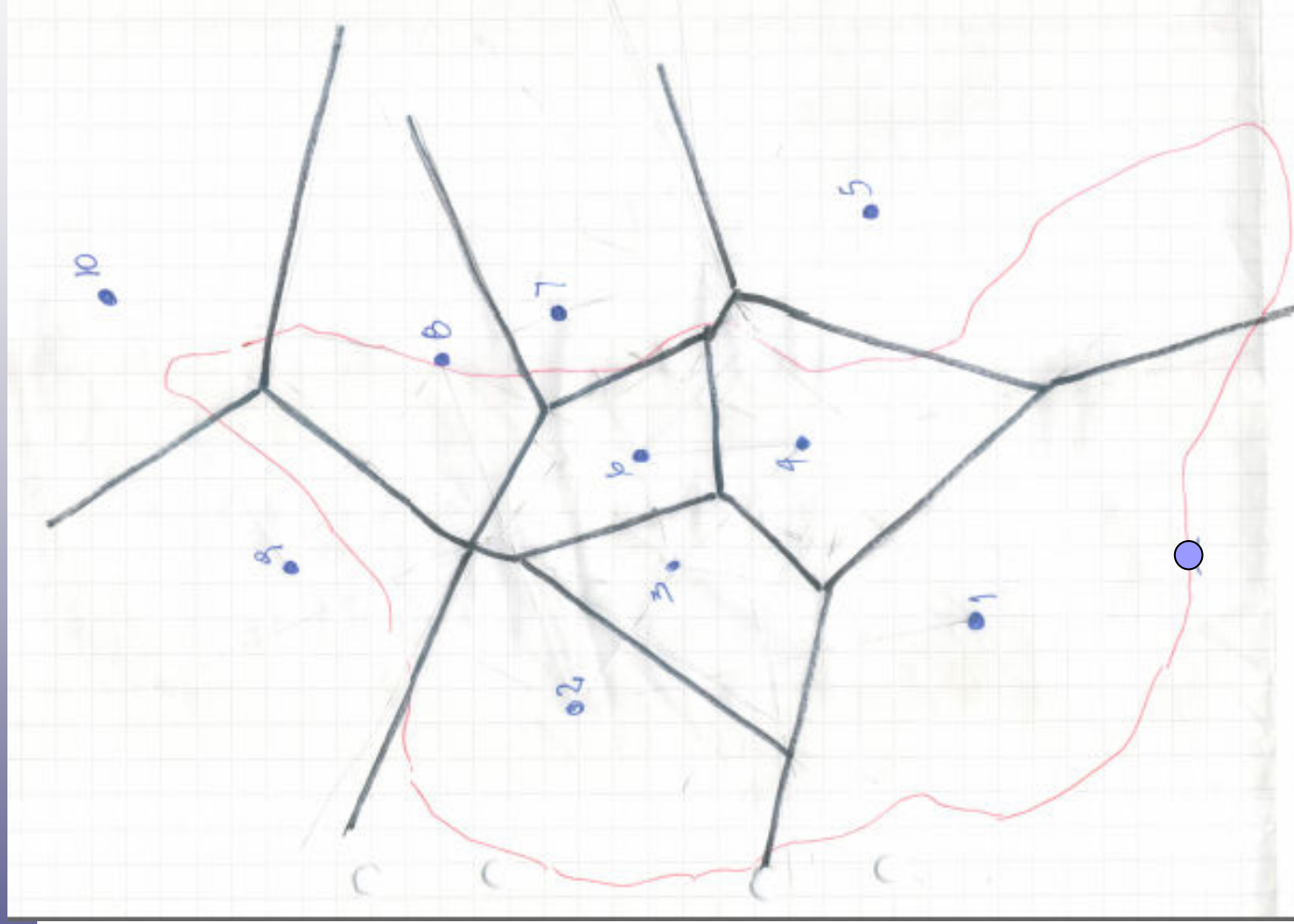
Intensidad
duración

Curva Intensidad - Duración

D [hr]	I [mm/hr]
1	5.2
2	4
3	3.4
4	3.13
5	2.94
6	2.67
7	2.89
8	2.89
9	2.81
10	2.54
11	2.47
12	2.31
13	2.14



POLIGONOS DE THIESSEN



CURVAS ISOYETAS

