

ACADEMIA DE HIDRÁULICA

GUÍA DE ESTUDIO DE PARA ETS DE INTEGRAL DE CUENCAS.

OBJETIVO GENERAL: El alumno realizará un estudio hidrológico en el que cuantificará el escurrimiento máximo (Avenida máxima) en una cuenca hidrológica a partir del análisis de registros históricos de gastos y/o precipitaciones; asimismo, propondrá las acciones para mitigar los efectos de la avenida (obras de protección, planes de contingencia).

TEMA	CONTENIDO
	Encuadre, diagnóstico I ASPECTOS GENERALES.
1.1 - 1.2 1.3 - 1.5 1.6 - 1.8	ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y CULTURA DEL AGUA. OBJETIVOS E IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA. POTENCIAL HIDROLÓGICO NACIONAL: REGIONES HIDROLÓGICAS Y ADMINISTRATIVAS.
	II CONCEPTOS BÁSICOS DE CUENCAS Y SU FISIOGRAFÍA.
2.1 - 2.4 2.5 - 2.9	DEFINICIÓN, PARTES Y CLASIFICACIÓN DE CUENCAS. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA: MAGNITUD, FORMA Y PENDIENTE.
	III CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE.
3.1 3.2 3.3, 3.4 3.5	CLASIFICACIÓN DE CORRIENTES. GRADO DE BIFURCACIÓN. DENSIDAD DE CORRIENTES Y DE DRENAJE. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL.
	IV CICLO HIDROLÓGICO.
4.1 - 4.2.3 4.2.4 4.2.6 4.3 - 4.3.4 4.3.6 4.3.5 - 4.3.6 4.2.5	PRECIPITACIÓN: MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN DE UNA ESTACIÓN. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN DE VARIAS ESTACIONES. (PRECIPITACIÓN MEDIA EN LA CUENCA). ESCURRIMIENTO: ORIGEN Y COMPONENTES. AJUSTE DE CURVAS TIRANTE-GASTO. ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS. ESTIMACIÓN DE REGISTROS FALTANTES (LLUVIA, GASTO).
4.4 - 4.4.3 4.4.4 4.4.5 4.5, 4.5.1 4.5.2 - 4.5.3 4.5.4	INFILTRACIÓN. MÉTODOS DIRECTOS PARA OBTENCIÓN DE LA INFILTRACIÓN. MÉTODOS INDIRECTOS: COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO, ÍNDICE DE INFILTRACIÓN MEDIA, NÚMEROS DE ESCURRIMIENTOS "N". EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN. FACTORES QUE AFECTAN LA EVAPOTRANSPIRACIÓN. MEDICIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.
5.1 - 5.2.1 5.3 5.3.1 - 5.3.3 5.3.4	V DETERMINACIÓN DE LAS AVENIDAS. AVENIDA MÁXIMA, MÉTODOS DE ENVOLVENTES. MÉTODOS ESTADÍSTICO-PROBABILÍSTICOS. FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD. SELECCIÓN DE LA MEJOR FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
	V DETERMINACIÓN DE LAS AVENIDAS.
5.2.2 5.4.2	MÉTODO RACIONAL AMERICANO. OBTENCIÓN DE CURVAS PRECIPITACIÓN-DURACIÓN-PERÍODO DE RETORNO. ($hp-d-Tr$).

TEMA	CONTENIDO
5.4.3 5.2.4	OBTENCIÓN DE CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-PERÍODO DE RETORNO. (i-d-Tr). HIDROGRAMAS UNITARIOS.
6.1, 6.2 6.3	VI TRÁNSITO DE AVENIDAS. TRÁNSITO DE AVENIDAS EN CAUCES. TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS.
7.1, 7.2 7.3, 7.4 7.5 7.6	VII DIMENSIONAMIENTO DE UN VASO. CURVA DE APORTACIONES, CURVA DE DEMANDAS. CAPACIDAD DE AZOLVES Y CAPACIDAD ÚTIL. CAPACIDAD DE SOBREALMACENAMIENTO. INTRODUCCIÓN A LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

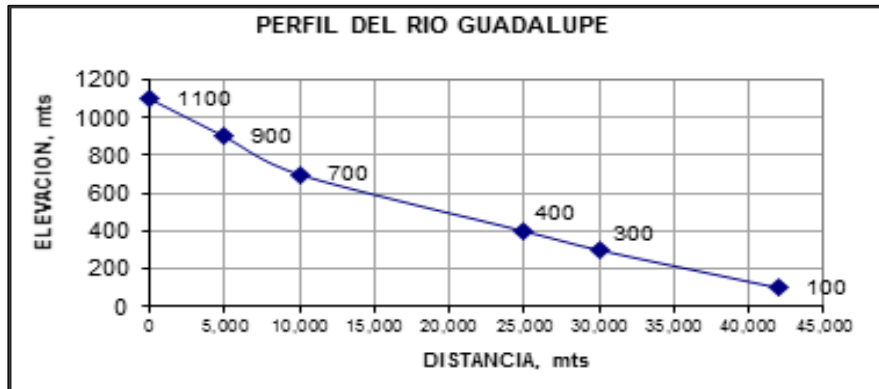
I NORMATIVIDAD Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LAS CUENCAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA

TEORÍA

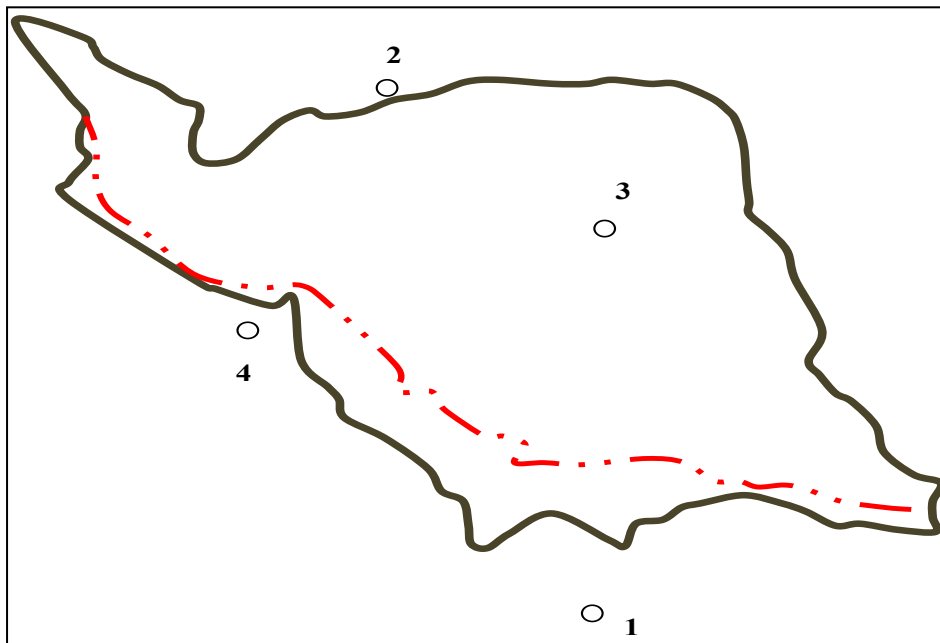
1. ¿Cuáles son las características fisiográficas más importantes de una cuenca?
2. Menciona los tipos y la clasificación de cuencas.
3. Menciona **todos** los objetivos de los Consejos de Cuencas.
4. Explica que es una organización administrativo territorial para el Manejo Integral de Cuencas.
5. ¿Qué significa uso no consuntivo? ¿Cuál de estos usos demanda la mayor cantidad de agua en México?

EJERCICIOS

1. Calcula la pendiente media del cauce principal (L = 42 km) según los datos del perfil (aplica el método de Taylor-Schwarz).



2. Traza los polígonos de Thiessen en la cuenca de la figura



II UNIDAD

TEORÍA

1. Explique brevemente el manejo de un Sistema de Información Geográfica (SIG).
2. Bajo el enfoque de las problemáticas actuales como sequía, inundaciones, huracanes, etc. ¿Cuál es la utilización de los SIG?

III DIAGNÓSTICO DE UNA CUENCA

TEORÍA

3. Define lo que es una sequía
4. Enlista los tipos de sequías y su clasificación
5. ¿Cuáles son los parámetros estadísticos que funcionan como umbrales en la identificación de sequías?
6. Menciona 3 diferencias entre gasto ecológico y gasto formativo.
7. En una cuenca aforada, ¿cuáles son los métodos para calcular la avenida máxima?
8. En una cuenca no aforada, ¿cuáles son los métodos para calcular la avenida máxima?
9. ¿Qué información es necesaria para aplicar las relaciones Lluvia – Escurrimiento?
10. ¿Qué información es necesaria para calcular el gasto ecológico?
11. ¿Qué información es necesaria para calcular el gasto formativo?
12. ¿Cuál es la metodología para el balance de aguas superficiales?
13. ¿Cómo impacta al balance de aguas superficiales la extracción o infiltración?

EJERCICIOS

1. Aplicando el método de Secuencias o Rachas, Identifica y determina los períodos de sequías, de acuerdo a los datos.

Estación San Diego, Chiapas	
Año	hp anual, mm
1961	2094.70
1962	1555.30
1963	1934.90
1964	2419.90
1965	1738.70
1966	2109.70
1967	2737.70
1968	2814.70
1969	2017.90
1970	1641.10
1971	1917.10
1972	1931.70
1973	1723.70
1974	2423.30
1975	1910.90
1976	3019.77
1977	4501.48
1978	1688.15
1979	1637.11
1980	1640.00
1981	1935.38
1982	2082.28
1983	1707.38
1984	2709.09
1985	1826.68
1986	1990.46

2. Las características de una cuenca (suponer que es en Sinaloa) se presentan en la tabla. Se quiere calcular el aporte de sedimentos en un sitio donde se ubicará una presa, cuya capacidad de azolves es de 1.5 millones de metros cúbicos (Mm^3), que no deberá ser rebasada en 50 años.

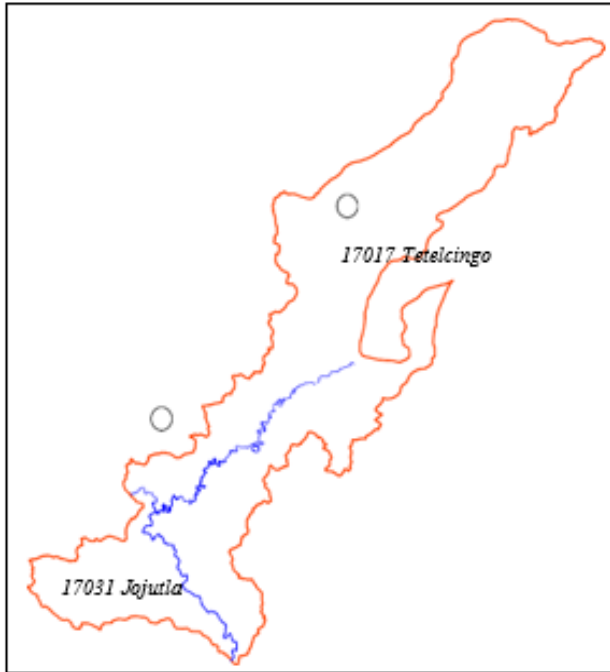
Con tal información y suponiendo que la presa retiene todo el sedimento que llega y en la cuenca no existen obras para control de erosión:

- Calcula el aporte de sedimentos con los métodos: a) *Criterio del USBR (United States Bureau of Reclamation)*; b) *Namba* y c) *Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)*.
- Verificar que el volumen de azolve reservado es suficiente para el aporte de sedimentos, aplicando 4 métodos para el cálculo de la erosión.
- Si se rebasa dicho valor, proponer las medidas necesarias en la cuenca para controlar la erosión.

FISOGRAFÍA Y PLUVIOMETRÍA DE LA CUENCA		
Ac	57 km ²	
Longitud promedio de ladera	Zona alta	50 m
	Zona media	100 m
	Zona baja	300 m
Pendiente promedio de ladera	Zona alta (10% de Ac)	15%
	Zona media (30% de Ac)	10%
	Zona baja (60% de Ac)	2%
Precipitación media	Anual: 800 mm	Mensual: 235 mm
Desnivel máximo de cotas en la cuenca	80 m	
Contenido de Materia Orgánica	2%	
Uso de suelo	Bosque en buenas condiciones	10%
	Bosque con cobertura del 30%, sin residuos	30%
	Agrícola	60%
Tipo de suelo	Migajón arcilloso limoso (C)	25%
	Migajón arcilloso (C)	60%
	Migajón limoso (B)	15%

USO	TIPO DE SUELO HIDROLÓGICO	ÁREA (%)
Agricultura	A-B	9.26%
	B	10.42%
	C	6.53%
	CD	21.03%
	D	1.13%
Bosque	A-B	3.47%
	B	3.77%
	C	5.44%
	CD	0.19%
	D	1.55%
Zona urbana	A-B	0.42%
	B	1.18%
	C	0.56%
	CD	1.29%
	D	0.10%
Pastizal	A-B	0.05%
	B	2.95%
	C	16.82%
	CD	6.89%
	D	6.97%

3. Aplicando los métodos Racional Americano, Hidrograma Unitario Triangular y Ven Te Chow, calcula la Avenida Máxima para un cruce ferroviario en la subcuenca mostrada. Se anexa información fisiográfica y climatológica complementaria



PROPIEDAD	VALOR
Desnivel entre extremos del cauce	494 m
Longitud cauce principal	103.66 km
Pendiente Media cauce principal	3.3598%
Área de la cuenca	1,354.24 km²
Q base	20.848 m³/s

USO DE SUELO	ÁREA (%)
Agricultura	48.36%
Bosque	14.41%
Zona urbana	3.55%
Pastizal	33.68%

USO	TIPO DE SUELO HIDROLÓGICO	ÁREA (%)
Agricultura	A-B	9.26%
	B	10.42%
	C	6.53%
	CD	21.03%
	D	1.13%
Bosque	A-B	3.47%
	B	3.77%
	C	5.44%
	CD	0.19%
	D	1.55%
Zona urbana	A-B	0.42%
	B	1.18%
	C	0.56%
	CD	1.29%
	D	0.10%
Pastizal	A-B	0.05%
	B	2.95%
	C	16.82%
	CD	6.89%
	D	6.97%

PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES EN 24 HRS.			
Año	17017	Año	17031
	Tetelcingo		Jojutla
	Ai = 60%		Ai = 40%
	n= 26		n= 34
1942	67.6	1977	38
1943	41	1978	50.5
1944	58	1979	60
1945	52	1980	74
1946	65	1981	63.8
1952	70	1982	52
1953	34	1983	66.5
1954	60	1984	55
1955	40	1985	55
1956	192	1986	54.5
1957	63.5	1987	52.2
1958	61	1988	76
1959	76	1989	98
1960	48	1990	70
1961	70	1991	47.5
1962	95	1992	53.5
1963	77	1993	53.2
1964	31	1994	45.6
1965	53	1995	55
1966	40	1996	37
1967	80	1997	32.4
1968	84	1998	63.3
1970	45.5	1999	49.5
1971	40	2000	45.4
1972	47.5	2001	60.1
1973	54	2002	76.2
Máx	192	2003	70.1
xm = Media (μ)	63.27	2004	56.5
Desv est (σ)	30.94	2005	53.5
Media (α)	4.07	2006	50.5
Desv est (β)	0.38	2007	47.5
n = u =	2.68	2008	69.4
MEJOR FDP:	Log Normal	2009	60
		2010	54.3
		Máx	98
		xm = Media (μ)	57.24
		Desv est (σ)	12.86
		Media (α)	4.02
		Desv est (β)	0.22
		Coef. Sesgo (γ)=	0.77
		MEJOR FDP:	Pearson III

4. Aplicando el Método Matemático Suizo y el de la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, calcula el Caudal Ecológico para cada año del registro según datos de una estación hidrométrica ubicada sobre el río de la Presa Ajojúcar.

Año	Qmedio, m ³ /s										
1958	131.7										
1959	92.58										
1960	48.72										
1961	64.29										
1962	92.58										
1963	92.58										
1964	92.58										
1965	92.58										
1966	92.58										
1967	92.58										
1968	92.58										
1969	92.58										
1970	92.58										
1971	59.07										
1972	78.3										
1973	100.8										
1974	87.77										
1975	74.44										
1976	70.35										
1977	74.73										
1978	62.24										
1979	106.8										
1980	60.69										

5. De acuerdo a los datos de la tabla, calcula el gasto formativo

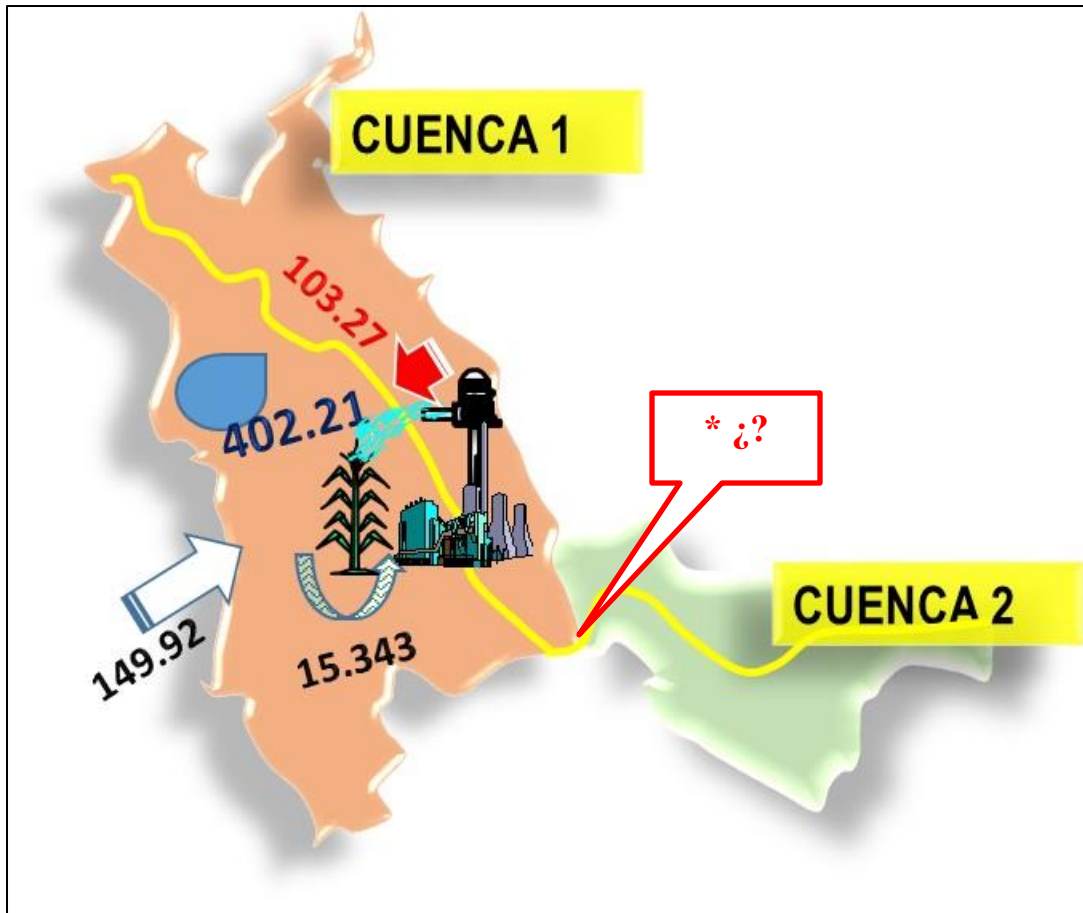
año	Q _{máx} anual registrado en 24 hrs. ^{ca}
1955	167
1956	196
1960	221
1961	376
1962	534
1963	770
1964	151
1965	153
1966	113
1967	209
1968	196
1969	358
1970	328
1971	190
1972	507
1973	1327
1974	769
1975	597
1976	141
1977	111
1978	276
1988	145
1989	119
1992	145
1993	145

6. Calcula el porcentaje de sobreexplotación de un acuífero de acuerdo a los datos de las tablas, considerando Transmisibilidad = 0.006 m²/seg; coef. de almacenamiento: 0.03; abatimiento general = -1.5 m.

Datos para flujo subterráneo y almacenamiento				
Celda	Largo L, km	Ancho b, km	Cota superior	Cota inferior
A-1	0.933	12.700	2200	2195
A-2	0.600	9.500	2200	2195
A-3	0.800	6.400	2220	2210
A-4	0.800	7.800	2230	2220
A-5	0.500	7.800	2230	2220

Datos para extracción	
No. de Pozos	Diámetro
60	200 mm
20	250 mm

7. Calcula el volumen de escurrimiento superficial aguas arriba (*) en la Cuenca 2, según datos del esquema de dos cuencas.



	Volumen de Aportación cuenca propia, Mm ³
	Volumen de Extracciones distintos usos, Mm ³
	Volumen de Retornos distintos usos, Mm ³
	Volumen importado de otras cuencas, Mm ³

BIBLIOGRAFÍA.

Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento Comisión Nacional del Agua, 2004. Gestión Ambiental Mexicana, Secretaría de Medio Ambiente, 1998.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Secretaría de Gobernación, México, 1988, 138 págs.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales Diario Oficial de la Federación, 2002.

Hattingel, Humbert Manejo de Cuencas Instituto Tecnológico de Enseñanza Forestal, México-Austria, 1982.

Manual de Campo para Ordenación de Cuencas Hidrográfica. Estudio y planificación de cuencas hidrográficas Guía FAO 13/6 organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 1992, 185 págs.

Martínez Austria, Polioptro Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México Colegio de Ingenieros, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 2005, 224 págs.

Jacobo Villa, Marco A. La gestión del agua en México: Los retos para el desarrollo sustentable Miguel Ángel Porrúa. Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F., 2004, 275 págs.

Gómez Delgado, Monserrat Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio Alfaomega, México D.F., 2006, 279 págs.