



Índice

Introducción	1
1. Variables que integran la estabilidad y rectificación de cauces	1
1.1 Definición de espigones y gaviones	1
1.1.1 Espigones	1
a) Localización en planta	1
b) Longitud de los espigones	2
c) Forma de los espigones en planta	3
d) Separación entre espigones	3
d.1) Separación entre tramos rectos	3
d.2) Separación en curvas	4
e) Separación y longitud de los primeros espigones	4
f) Pendiente longitudinal, elevación y ancho de la cresta de los espigones	5
g) Orientación de los espigones	5
h) Permeabilidad de los espigones	6
i) Socavación local al pie de espigones	6
1.1.2 Gaviones	7
1.1.2.1 Estabilidad de la estructura de gaviones	8
1.2 Cálculo de tirante normal y tirante crítico	9
1.2.1 Elementos geométricos de la sección transversal	10
a) Profundidad o tirante (d , h)	10
b) Ancho medio de la superficie libre (B)	10
c) Área hidráulica (A)	10
d) Perímetro mojado (P)	11
e) Radio hidráulico (R_h)	11
f) Tirante hidráulico (D)	11
g) Factor de la sección (z)	11
h) Factor de la sección	11
1.3 Tipos de flujo	12
1.3.1 Flujo Permanente y no Permanente	12
1.3.2 Flujo uniforme y variado	12
1.3.3 Flujo Laminar y Turbulento	16
1.3.4 Flujo subcrítico y flujo supercrítico	17
1.4 Ecuación de Continuidad	18
1.5 Ecuación de la Energía Específica	18
1.6 Ecuación de Impulso y Cantidad de Movimiento	21
1.7 Salto Hidráulico	22





1.7.1 Tipos de saltos	23
1.7.2 Ecuación del Salto Hidráulico	24
1.8 Cálculo del Tirante Crítico y Normal	26
1.8.1 Determinación de la sección Crítica	26
1.8.1.1 Tirante crítico sección rectangular	28
1.8.1.2 Tirante crítico para la Sección Triangular	28
1.8.1.3 Tirante crítico para la Sección Trapecial	29
1.8.2 Calculo del tirante normal	29
1.8.2.1 Ecuación de Manning	30
1.9 Muros de retención	37
1.10 Socavaciones	40
1.10.1 Formas de socavación	41
1.10.2 Tipos de socavación	41
2. Construcción de las curvas Intensidad-Duración-Periodo de retorno	44
2.1 Obtención de dato	44
2.1.1 Instrumentos de medición de la precipitación	44
2.1.2 Curva masa	46
2.2 Métodos de Regresión	47
2.2.1 Método de regresión lineal simple	47
2.2.2 Regresión lineal Múltiple	51
2.2.2.1 Hipótesis sobre el término del error	52
2.2.2.2 Hipótesis sobre las variables independientes	54
2.2.2.3 Hipótesis sobre los parámetros del modelo	54
2.2.2.4 Medidas de Bondad de Ajuste	57
2.2.2.5 Análisis estadístico	59
2.3 Funciones de probabilidad	61
2.3.1 Distribución exponencial con un parámetro β	61
2.3.2 Distribución exponencial de dos parámetros β y x_0	61
2.3.3 Distribución Normal	62
2.3.4 Distribución Log Normal con dos parámetros	62
2.3.5 Distribución Log Normal con tres parámetros	63
2.3.6 Distribución Gamma con dos parámetros	63
2.3.7 Distribución Gamma con tres parámetros	64
2.3.8 Distribución de valores extremos tipo I (Gumbel)	64
2.4 Estimación de parámetros por el Método de Momentos	65
2.4.1 Distribución exponencial con un parámetro (β)	67
2.4.2 Distribución exponencial de dos parámetros β y x_0	67
2.4.3 Distribución Normal	67
2.4.4 Distribución Log Normal con dos parámetros	67
2.4.5 Distribución Log Normal con tres parámetros	67





2.4.6 Distribución Gamma con dos parámetros	68
2.4.7 Distribución Gamma con tres parámetros	68
2.4.8 Distribución de valores extremos tipo I (Gumbe	69
2.5 Límites de confianza	69
2.5.1 Distribución Normal	70
2.5.2 Distribución Log Normal con 2 parámetros	71
2.5.3 Distribución de valores extremos tipo I (Gumbel)	71
2.6 Cálculo de homogeneidad de una muestra	72
2.6.1 Prueba estadística de Helmer	73
2.6.2 Prueba estadística t de Student	73
2.6.3 Prueba estadística de Cramer	75
2.7 Determinación de independencia de una muestra	76
2.8 Prueba de bondad de ajuste	77
2.9 Análisis de frecuencias de gastos máximos anuales	78
3. Pérdida de suelos	80
3.1 Tipos de suelos	80
3.1.1 Suelos Gruesos	80
3.2 Identificación de suelos	86
3.2.1 Identificación de campo de suelos grueso	86
3.2.2 Identificación de campo de suelos finos	87
3.2.2.1 Consistencia	87
3.2.2.2 Tenacidad	88
3.2.2.3 Resistencia al estado seco	89
3.2.2.4 Color	90
3.2.2.5 Olor	90
3.3 Carta de plasticidad y las propiedades físicas del suelo	90
3.4 Instrumentos y técnicas de medición	91
3.4.1 Tipos de sondeos	91
3.4.2 Métodos de sondeo definitivo	105
3.5 Tipos de erosión en Suelos	107
3.5.1 Causas de la erosión	107
3.6 Fórmula Universal de la Pérdida del Suelo (RUSLE)	110
3.6.1. Erosividad de la lluvia (Factor R)	111
3.6.2. Erodabilidad del suelo (K)	112
3.6.3. Factor topográfico (LS)	115
3.6.4. Factor de manejo de cobertura (C)	117
3.6.4.1 Subfactor de uso previo (PLU)	119
3.6.4.2 Subfactor de cobertura de dosel (CC)	120





3.6.4.3 Subfactor de cobertura superficial (SC)	120
3.6.4.4 Subfactor de rugosidad de la superficie (SR)	121
3.6.4.5 Subfactor de agotamiento de la humedad del suelo (SM)	121
3.6.5. Prácticas de control de la erosión (P)	122
4. Estabilidad de taludes	124
4.1 Factores que influyen en la estabilidad de un talud	124
4.1.1 Condición de presión de poro y vaciado rápido	129
4.2 Tipos de falla	129
4.2.1 Falla por deslizamiento superficial	131
4.2.2 Falla por rotación	132
4.2.3 Falla local	132
4.2.3.1 Falla de pie	133
4.2.4 Falla de base	133
4.2.5 Falla por traslación	134
4.2.6 Falla por flujo	135
4.2.7 Falla por licuación	135
4.3 Análisis bidimensional	136
4.3.1 Hipótesis utilizadas en los análisis de estabilidad de taludes	136
4.3.2 Métodos empíricos	138
4.3.3 Métodos simplificados	138
4.3.3.1 Taylor	140
4.3.3.2 Janbu	140
4.3.3.3 Bishop – Morgenstern	146
4.3.4 Métodos detallados o rigurosos	146
4.3.4.1 Análisis de superficies planas	147
4.3.4.2 Fellenius	149
4.3.4.3 Bishop modificado	150
4.3.4.4 Janbu simplificado	152
4.3.4.5 Morgenstern – Price	152
4.4 Estabilidad dinámica	153
4.4.1 Análisis seudoestático	153
4.4.2 Análisis dinámico	154
4.4.3 Método Mononobe-Okabe	157
4.5 Método del elemento finito para el cálculo del factor de seguridad	158
4.6 Tipos de análisis para las diferentes condiciones de talud	159
4.6.1 Análisis para corto plazo	159
4.6.2 Análisis para largo plazo	160
4.6.3 Vaciado rápido	160
5. Aplicaciones	161
5.1 Curvas i-d-T empleando la técnica de regresión lineal simple	159
5.2 Curvas i-d-T empleando el análisis de frecuencias de eventos máximos anuales	172





5.2.1 Determinación de Homogeneidad	172
5.2.2 Determinación de la Independencia de las muestras	176
5.2.3 Funciones de distribución Univariadas	178
6. Conclusiones/recomendaciones	184
7. Bibliografía	187

