UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

"ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA (CN) DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADALQUIVIR CON EL PROGRAMA DE APLICACIÓN ArcGIS"

POR:

UNIV. ANA MARIA OLGUERA ALEJANDRO

Diciembre de 2014

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

"ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA (CN) DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADALQUIVIR CON EL PROGRAMA DE APLICACIÓN ArcGIS"

POR:

UNIV. ANA MARIA OLGUERA ALEJANDRO

Diciembre de 2014

TARIJA – BOLIVIA

…….....

M. Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez Gonzalvez

DECANO FACULTAD Cs. Y Tec.

…….....

M. Sc. Ing. Silvana Paz Ramírez

VICEDECANO FACULTAD Cs. Y Tec.

TRIBUNAL:

.....

M. Sc. Ing. Oscar Ricaldi Torrez

.....

M. Sc. Ing. Jaime Orlando Zenteno Benítez

.....

M. Sc. Ing. Henry Monzón De Los Ríos

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad de la autora.

DEDICATORIA:

A mi querida mamá que descansa en Dios y a mi papá y hermanos que son lo más importante en mi vida; que es el reflejo de esfuerzo de todos los años de estudio y las experiencias que adquirí.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios todo poderoso que desde arriba vigila todo paso que doy.

A mis padres, gracias a su sacrificio y por brindarme todas las oportunidades para salir adelante.

A mis hermanos/as, por su apoyo incondicional.

A todos los docentes que supieron guiarme, y por su gran enseñanza y motivación.

PENSAMIENTO:

Si puedes encontrar un camino sin obstáculos, es probable que no lleve a ninguna parte. Frank A. Clark

ÍNDICE DE CONTENIDO……..……..PÁGINA

CAPÍTULO I. ELEMENTOS DEL OBJETO DEL CONOCIMIENTO.....1

1.1 SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.....1

1.1.1 TÍTULO DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.....1

1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO 1

1.3 UBICACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA DE APORTE 4

1.4 EL PROBLEMA 5

1.4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....5

1.4.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 6

1.4.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA 6

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....7

1.5.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....7

1.6 JUSTIFICACIÓN. 7

1.6.1 TEÓRICA. 7

1.6.2 METODOLÓGICA.....8

1.6.3 PRÁCTICA. 8

1.7 METODOLOGÍA 8

1.8 MARCO DE REFERENCIA. 8

1.8.1 MARCO TEÓRICO. 8

1.8.2 MARCO CONCEPTUAL. 9

1.8.2.1 CUENCA HIDROGRÁFICA 9

1.8.2.2 MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA DEL USDA SCS (1985) 9

1.8.3 MARCO ESPACIAL 9

1.8.4 MARCO TEMPORAL. 10

1.9 HIPÓTESIS 11

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 12

2.1 CUENCA HIDROGRÁFICA 12

2.2 MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL. 12

2.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO SIG.....13

2.3.1 IMPORTANCIA DE LOS SIG EN MODELACIONES HIDROLÓGICAS. 13

2.3.2 UTILIDAD DE LOS SIG EN ESTUDIOS HIDROLÓGICOS 15

2.3.3 APLICACIONES DE SIG A LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA 15
2.4 SOFTWARE ARCGIS 10.2 16
2.5 SOFTWARE ARCHYDRO 10.2 17
2.6 SOFTWARE HEC-GEOHMS 10.2 17
2.6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE CUENCAS: 18
2.6.1.1 LONGITUD DEL FLUJO SUPERFICIAL 18
2.6.1.2 PENDIENTE DEL CANAL 18
2.6.1.3 LONGITUD AL CENTROIDE 18
2.6.1.4 CENTROIDE DE LA CUENCA 19
2.7 SOFTWARE HEC-HMS 3.5 19
2.8 MODELO DE PÉRDIDAS DEL NÚMERO DE CURVA (CN) DEL SCS 20
2.9 ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA DE ESCORRENTÍA, CN 21
2.9.1 CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LOS SUELOS 22
2.9.2 CONDICIÓN DE HUMEDAD ANTECEDENTE 22
2.9.3 USOS Y TRATAMIENTO DEL SUELO 23
2.10 MODELACIÓN DE LA ESCORRENTÍA DIRECTA CON HEC-HMS 24
2.10.1 MODELO DE HU DEL SCS 25
2.10.2 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL HIDROGRAMA UNITARIO DEL SCS 26
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA APLICACIÓN DE LOS SIG EN MODELACIÓN HIDROLÓGICA 28
3.1 PROCESO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA GUADALQUIVIR 28
3.1.1 PRE PROCESAMIENTO DEL TERRENO 31
3.1.2 RELLENO DE DEPRESIONES 31
3.1.3 DIRECCIÓN DE FLUJO 32
3.1.4 ACUMULACIÓN DE FLUJO 34
3.1.5 DEFINICIÓN DE CORRIENTE 36
3.1.6 SEGMENTACIÓN DE CORRIENTE 38
3.1.7 DELIMITACIÓN DE LA CUENCA 40
3.1.8 PROCESAMIENTO DE LOS POLÍGONOS DE LAS CUENCAS 41
3.1.9 PROCESAMIENTO DE LA LÍNEA DE DRENAJE 42
3.1.10 DELIMITACIÓN DE UNA CUENCA ESPECÍFICA 44
3.1.11 AGREGACIÓN DE MICRO CUENCAS 49

3.1.12 INICIO DE UN NUEVO PROYECTO 49
3.1.13 PROCESAMIENTO DE LA CUENCA 52
3.1.14 PERFIL DEL RÍO 54
3.1.15 LONGITUD DEL RÍO 55
3.1.16 PENDIENTE DE RÍOS 56
3.1.17 TRAYECTO DE LA LONGITUD DEL RÍO 56
3.1.18 CENTROIDE DE LA CUENCA 57
3.1.19 ELEVACIÓN DEL CENTROIDE 58
3.1.20 TRAYECTORIA DEL RÍO CENTROIDAL 58
3.2 METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE (CN) 60
3.2.1 MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DEL NÚMERO DE CURVA (CN) 60
3.2.2 GENERACIÓN DE (CN) CON LA PUBLICACIÓN DEL CEDEX 62
3.2.2.1 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA 63
3.2.2.2 MAPA DE TIPOS DE SUELO 65
3.2.2.3 MAPA DE PENDIENTES 67
3.2.2.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE USOS DE SUELO 75
3.3 PROCESO DEL MODELO DE CUENCA DE HEC-HMS 82
3.3.1 COMPONENTES DEL MODELO HMS 82
3.3.2 MODELO DE CUENCA 82
3.3.3 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS 83
3.3.3.1 SELECCIÓN DEL PROCESO PARA HMS 83
3.3.3.2 AUTO NOMBRE DEL RÍO 84
3.3.3.3 AUTO NOMBRE DE LA CUENCA 85
3.3.3.4 DESARROLLAR LA ENTRADA PARA HMS 86
3.3.3.5 PROCESO DEL MODELO METEOROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR MEDIANTE EL USO HEC-HMS 4 94
3.3.4 MODELO METEOROLÓGICO 98
3.3.4.1 PRECIPITACIONES MÁXIMAS 99
3.3.4.2 SELECCIÓN DEL PERÍODO DE RETORNO 99
3.3.4.3 SELECCIÓN DE LA DURACIÓN DE LA TORMENTA DE DISEÑO 99
3.3.4.4 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE LA TORMENTA DE DISEÑO 100
3.3.4.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DE LA TORMENTA DE DISEÑO 101
3.3.4.6 MENÚ COMPONENTES DE HEC-HMS 104

3.3.4.7 ADMINISTRADOR DE LAS SERIES DE DATOS DEL TIEMPO.....104
3.3.4.8 CREACIÓN DEL MODELO METEOROLÓGICO.....105
3.3.5 ESPECIFICACIONES DE CONTROL.....105
3.3.5.1 CORRIDA DE LA SIMULACIÓN.....106
3.4 METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C).....108
3.4.1 CÁLCULO DE COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO *C*.....108
3.4.2 MÉTODO DE PREVERT.....109
3.4.3 GENERACIÓN DE (C).....109
CAPÍTULO IV. PRESENTACION DE RESULTADOS.....112
4.1 OBTENCIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CAUCES Y SUBCUENCAS.....112
4.2 OBTENCIÓN DEL NÚMERO DE CURVA.....114
4.2.1 MAPA DE GRUPO HIDROLÓGICO.....114
4.2.2 MAPA DE USO DE SUELO.....115
4.2.3 MAPA DE PENDIENTES.....116
4.2.1 GENERACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA.....116
4.3 OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS.....125
4.3.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....125
4.4 DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS (MÉTODO DEL SCS).....127
4.4.1 MÉTODO DEL SCS.....127
4.4.1.1 MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS SUBCUENCAS PRINCIPALES.....129
4.4.1.2 RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS Y ESCORRENTÍAS.....131
4.5 DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS (MÉTODO RACIONAL).....133
4.5.1 MÉTODO RACIONAL.....133
4.5.1.1 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO C.....134
4.5.1.2 CALCULO DE LA INTENSIDAD Y CAUDAL MÁXIMO.....136
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....139
5.1 INTRODUCCIÓN.....139
5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE NÚMERO DE CURVA CN.....139
5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE CAUDALES MÁXIMOS.....141
5.4 VALIDACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA (CN).....146
5.4.1 VALIDACIÓN.....147
5.4.1.1 VALIDACIÓN CON BASE EN LA COMPARACIÓN DE CAUDALES.....147

5.4.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA METODOLOGÍA 156
5.4.2.1 VENTAJAS 156
5.4.2.2 DESVENTAJAS 156
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 157
BIBLIOGRAFÍA 160

ÍNDICEDE TABLAS…….……..PÁGINA

TABLA 1.1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....2
TABLA 1.2: CLASIFICACIÓN HIDROGRÁFICA VMRH Y R 5
TABLA 1.3: PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (MM) (ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS).....10
TABLA 3.1: CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LOS SUELOS 64
TABLA 3.2: TIPOS TEXTURALES.....64
TABLA 3.3: LEYENDA MAPA DE SUELOS TARIJA 65
TABLA 3.4: GH DEL SUELO EN FUNCIÓN DE TEXTURA Y TIPO DE SUELO.....66
TABLA 3.5: CLASIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO PARA APLICAR EL MÉTODO DEL CEDEX.....76
TABLA 3.6: USOS DE SUELO, ÁREAS DE LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR 77
TABLA 3.7: RECLASIFICACIÓN DE NÚMEROS PRIMOS. 78
TABLA 3.8: NÚMEROS DE CURVA PARA CONDICIONES MEDIA DE HUMEDAD.....79
TABLA 3.9: VALORES RESULTANTES DEL PRODUCTO DE LOS NÚMEROS PRIMOS.....80
TABLA 3.10: DATOS PARA LA GRÁFICA IDF 100
TABLA 3.11: RESULTADO DE PRECIPITACIÓN A USAR PARA EL MODELO.....101
TABLA 3.12: VALORES COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C (MÉTODO PREVERT).....109
TABLA 3.13: RECLASIFICACIÓN DE NÚMEROS PRIMOS. 110
TABLA 3.14: VALORES RESULTANTES DEL PRODUCTO DE LOS NÚMEROS PRIMOS.....110
TABLA 4.1: RESUMEN CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DE LA CUENCA (GLOBAL) 114
TABLA 4.2: GH DEL SUELO EN FUNCIÓN DE TEXTURA Y TIPO DE SUELO.....114
TABLA 4.3: TIPOS DE USOS DE LA CUENCA GUADALQUIVIR 115
TABLA 4.4: CN PARA CADA SUBCUENCA 125
TABLA 4.5: TC PARA CADA SUBCUENCA 126
TABLA 4.6: ESCORRENTÍAS Y CAUDALES PICO DEL HIDROGRAMA OBTENIDO PARA CADA SUBCUENCA DE GUADALQUIVIR TR=100 AÑOS(M^3/S) 131
TABLA 4.7: ESCORRENTÍAS Y CAUDALES PICO DEL HIDROGRAMA OBTENIDO PARA CADA SUBCUENCA DE GUADALQUIVIR TR=50 AÑOS(M^3/S) 132
TABLA 4.8: RESUMEN DE C PONDERADA PARA CADA SUBCUENCA.....134
TABLA 4.9: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS CAUDALES DE LA CUENCA GLOBAL 137
TABLA 4.10: CAUDAL PICO PARA LA CUENCA COMPLETA GUADALQUIVIR (M3/S).....137
TABLA 4.11: CAUDALES PICO PARA LAS SUBCUENCAS DE GUADALQUIVIR T=100 AÑOS(M^3/S).....137
TABLA 4.12: CAUDALES PICO PARA LAS SUBCUENCAS DE GUADALQUIVIR T=50 AÑOS(M^3/S).....138
TABLA 5.1: CN PARA CADA SUBCUENCA PARA LAS TRES CONDICIONES 140
TABLA 5.2: CAUDAL PICO PARA LA CUENCA COMPLETA (MÉTODO SCS) (M3/S).....141
TABLA 5.3: CAUDAL PICO PARA LA CUENCA COMPLETA (MÉTODO RACIONAL) (M3/S) 141
TABLA 5.4: CAUDAL PICO PARA LA CUENCA DESAGREGADA (MÉTODO RACIONAL) (M3/S) 142
TABLA 5.5: ESCORRENTÍA Y CAUDALES PICO DEL HIDROGRAMA OBTENIDO PARA CADA SUBCUENCA DE GUADALQUIVIR T=100 AÑOS(M^3/S) 142
TABLA 5.6: ESCURRIMIENTOS Y CAUDALES PICO DEL HIDROGRAMA OBTENIDO PARA CADA SUBCUENCA DE GUADALQUIVIR T=50 AÑOS(M^3/S) 143
TABLA 5.7: ESC-CAUDAL PICO PARA CADA SUBCUENCA 50 Y 100 AÑOS(M^3/S) PARA CII.....146
TABLA 5.8: CAUDALES PICO MÉTODO NÚMERO DE CURVA SCS Y RACIONAL (M^3/S) 147
TABLA 5.9: INFORMACIÓN ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR.....149
TABLA 5.10: RELACIÓN ENTRE EL ÁREA KM^2 DE LAS CUENCAS Y Q_E.....150
TABLA 5.11: CAUDALES PICO MÉTODO NÚMERO DE CURVA SCS Y FORMULA EMPÍRICA (M^3/S).....152

TABLA 5.12: RESULTADO TIRANTE MÁXIMO PARA PERÍODO DE 100 Y 50 AÑOS 154

ÍNDICE DE FIGURAS…..……...……..PÁGINA

FIGURA 1.1: MAPA DE LOCALIZACIÓN 3
FIGURA 1.2: MAPA DE RED HIDROGRÁFICA DE TARIJA 4
FIGURA 2.1: MODELO DE ELEVACIONES DE TARIJA.....12
FIGURA 2.2: HIDROGRAMA ADIMENSIONAL DE SCS 26
FIGURA 3.1: MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL DE TARIJA.....30
FIGURA 3.2: EDITO FILL SINKS 32
FIGURA 3.3: RESULTADO DE LLENADO DE TERRENO 32
FIGURA 3.4: DIRECCIÓN DE FLUJO 34
FIGURA 3.5: ACUMULACIÓN DE FLUJO.....36
FIGURA 3.6: DIRECCIÓN DE CORRIENTE 38
FIGURA 3.7: DEFINIR EL UMBRAL CORRIENTE.....39
FIGURA 3.8: SEGMENTACIÓN DE CORRIENTE 39
FIGURA 3.9: DELIMITACIÓN DE LA CUENCA 41
FIGURA 3.10: PROCESAMIENTO DE LOS POLÍGONOS DE LAS CUENCAS 42
FIGURA 3.11: PROCESAMIENTO DE LA LÍNEA DE DRENAJE.....44
FIGURA 3.12: VENTANA PARA AÑADIR ARCHIVOS EXTERNOS 45
FIGURA 3.13: LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE CONTROL.....45
FIGURA 3.14: DEFINIR EL NOMBRE DEL PUNTO DE CONTROL 46
FIGURA 3.15: PUNTO DE CONTROL.....47
FIGURA 3.16: DELIMITACIÓN DE LA CUENCA GUADALQUIVIR CON ARC HYDRO 49
FIGURA 3.17: VENTANA PARA DEFINIR NUEVO PROYECTO 50
FIGURA 3.18: DEFINIDO EL PUNTO DE DESCARGA O SALIDA 51
FIGURA 3.19: EDITOR DE PUNTO DE PROYECTO.....51
FIGURA 3.20: DEFINIR DATOS DEL PROYECTO.....51
FIGURA 3.21: ÁREA DEL NUEVO PROYECTO 52
FIGURA 3.22: VISTA DE ARCGIS UNA VEZ EXTRAÍDA LA CUENCA DE ESTUDIO. 53
FIGURA 3.23: PROCESAMIENTO DE LA CUENCA GUADALQUIVIR 54
FIGURA 3.24: PERFIL DEL RÍO 55
FIGURA 3.25: TABLA DE ATRIBUTOS PARA LA LONGITUD DEL RÍO 55
FIGURA 3.26: TABLA DE ATRIBUTO PARA LAS PENDIENTES DE RÍOS 56
FIGURA 3.27: CREACIÓN DEL TRAYECTO DE LA LONGITUD DEL RÍO.....57
FIGURA 3.28: METODO DE CENTRO DE GRAVEDAD PARA EL CENTROIDE DE LA CUENCA 58
FIGURA 3.29: LONGITUD DEL CENTROIDE EN LA TRAYECTORIA DEL RÍO 59
FIGURA 3.30: FLUJOGRAMA DE LAS OPERACIONES REALIZADAS 61
FIGURA 3.31: PROCESAMIENTO DE MAPA DE GRUPO HIDROLÓGICO 67
FIGURA 3.32: AÑADIR EL DEM DE TARIJA 69
FIGURA 3.33: MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL DE TARIJA.....69
FIGURA 3.34: RESULTADO OBTENIDO DEL PROCESO DE MAPA DE PENDIENTE 71
FIGURA 3.35: PROCESO DE MAPA DE PENDIENTES FORMATO RASTER 73
FIGURA 3.36: MAPA DE PENDIENTES FORMATO SHP 75
FIGURA 3.37: MAPA DE USO DE LA CUENCA GUADALQUIVIR 76
FIGURA 3.38: SELECCIÓN DE MÉTODOS DE MODELACIÓN PARA HMS. 83
FIGURA 3.39: AUTO NOMBRE DEL RÍO 84
FIGURA 3.40: AUTO NOMBRE DE LA CUENCA 85
FIGURA 3.41: ÁREA CAMPO AGREGADO A LA TABLA DE ATRIBUTOS DE LA CAPA DE SUBCUENCA 87
FIGURA 3.42: ELEVACIÓN Y LONGITUD CAMPOS AÑADIDO A LA TABLA DE ATRIBUTOS DEL RÍO DE CAPA.....87
FIGURA 3.43: RESULTADOS DE LA REVISIÓN DE DATOS.....88
FIGURA 3.44: HMS ESQUEMA EDITOR 89
FIGURA 3.45: ESQUEMA INICIAL HMS 90
FIGURA 3.46: ESQUEMATIZACIÓN CON LA LEYENDA DE HMS 91

FIGURA 3.47: AÑADIR COORDENADAS EDITOR 92
FIGURA 3.48: PREPARAR DATOS PARA EL MODELO DE EXPORTACIÓN DE DIÁLOGO 92
FIGURA 3.49: CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO EN HEC-HMS....94
FIGURA 3.50: IMPORTANDO ARCHIVOS DEL MODELO DE CUENCA....95
FIGURA 3.51: MODELO DE LA CUENCA 96
FIGURA 3.52: ESTABLEZCA LAS EXTENSIONES MAPA 96
FIGURA 3.53: AÑADIR MAPAS DE FONDO UTILIZANDO EL EDITOR DE MAPAS DE FONDO 97
FIGURA 3.54: SELECCIONE EL ARCHIVO DE FORMAS A AGREGAR UN MAPA DE FONDO 97
FIGURA 3.55: MAPA DE MODELO DE LA CUENCA 98
FIGURA 3.56: CURVAS IDF ESTACIÓN TRANCAS....100
FIGURA 3.57: MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES....103
FIGURA 3.58: VENTANA DEL ADMINISTRADOR DE SERIES DE DATOS. 104
FIGURA 3.59: CREACIÓN DEL MODELO METEOROLÓGICO. 105
FIGURA 3.60: ESPECIFICACIONES DE CONTROL. 106
FIGURA 3.61: CRECIENTE PARA T=100 AÑOS Y D = 6H....107
FIGURA 3.62: TORMENTA PARA T=2 AÑOS Y D=1H 108
FIGURA 3.63: TABLA DE RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN. 108
FIGURA 4.1: MAPA DE DELIMITACIÓN DE LA CUENCA DE APORTE GUADALQUIVIR 112
FIGURA 4.2: MAPA DE DELIMITACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE APORTE GUADALQUIVIR....113
FIGURA 4.3: MAPA DE TIPO DE SUELO DE LA CUENCA GUADALQUIVIR....117
FIGURA 4.4: MAPA DE TEXTURA DE SUELO DE LA CUENCA GUADALQUIVIR 118
FIGURA 4.5: MAPA DE GRUPO DE SUELO EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR....119
FIGURA 4.6: MAPA DE USOS DEL SUELO DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR CON LEYENDA DEL SCS 120
FIGURA 4.7: MAPA DE PENDIENTE DEL TERRENO EN LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR....121
FIGURA 4.8: MAPA RESULTANTE DEL PRODUCTO DE LOS MAPAS DE NÚMEROS PRIMOS 122
FIGURA 4.9: MAPA DE CN DE LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR 123
FIGURA 4.10: MAPA DE CN DE LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR POR SUBCUENCAS 124
FIGURA 4.11: ESCORRENTÍA Y CAUDAL PICO DEL HIDROGRAMA OBTENIDO DE LA SUBCUENCA CORANA 129
FIGURA 4.12: HIDROGRAMA DE ESCORRENTÍA PARA T=100 AÑOS, METODO DEL SCS, SUBCUENCA CORANA 130
FIGURA 4.13: EL CAUDAL PICO Y SU RESPECTIVO HIDROGRAMAS DE SALIDA DE LA CUENCA GUADALQUIVIR 130
FIGURA 4.1: MAPA DE C DE LA CUENCA DEL RÍO GUADALQUIVIR 135
FIGURA 4.2: HIDROGRAMAS DE SALIDA DE LA CUENCA GUADALQUIVIR 144
FIGURA 4.1: HIDROGRAMAS DE SALIDA DE LA CUENCA GUADALQUIVIR 145
FIGURA 5.1: TIRANTE MÁXIMO CALCULADO DEL RÍO....154
FIGURA 5.2: TIRANTE MÁXIMO OBSERVADO DEL RÍO 155

ÍNDICE DE ANEXOS…….…….…..PÁGINA

ANEXO I 162
ANEXO II....173