

PLAN DE DESARROLLO URBANO  
DE CIUDAD JUÁREZ



PLAN SECTORIAL DE MANEJO  
DE AGUA PLUVIAL

AYUNTAMIENTO DE JUÁREZ, CHIHUAHUA  
INSTITUTO MUNICIPAL DE INVESTIGACIÓN Y PLANEACIÓN

# PLAN DE DESARROLLO URBANO DE CIUDAD JUÁREZ



## PLAN SECTORIAL DE MANEJO DE AGUA PLUVIAL



**Chihuahua**  
GOBIERNO DEL ESTADO



**COMISION NACIONAL  
DEL AGUA**



SECRETARIA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES | **SEMARNAT**





#### **“MANEJO DE AGUA PLUVIAL”**

ESTE PLAN SECTORIAL FUE APROBADO EN LA SESIÓN DE AYUNTAMIENTO DE FECHA **DOCE DE AGOSTO DEL AÑO DOS MIL CUATRO**, Y PUBLICADO EN EL PERIODICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO NUMERO 52 CON FECHA DE VEINTINUEVE DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL CINCO.

# ÍNDICE





Índice  
**INTRODUCCIÓN**

1

**II.-MARCO JURÍDICO**

4

**III.-METODOLOGÍA DE TRABAJO**

13

**III.1. ZONIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS**

14

**III.2. VERIFICACIONES DE CAMPO**

14

**III.3 ANÁLISIS POR SUB-CUENCAS**

14

**III.4 LLUVIAS MÁXIMAS EN 24 HORAS**

14

**III.5 DISTRIBUCIÓN DE LA LLUVIA EN EL TIEMPO**

20

**III.6 ESCURRIMIENTOS**

20

**III.7 POTENCIAL HIDROLÓGICO DE LOS SUELOS**

22

**III.8 TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN Y DE RETRASO**

22

**III.9 DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PARA TORMENTAS EN 24 HORAS Y PERIODOS DE RETORNO**

22

**III.9.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE PROYECCIÓN A FUTURO**

22

**III.10 INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS**

23

**III.10.1 JUSTIFICACIÓN DE LOS PERIODOS DE RETORNO PROPUESTOS**

23

**IV.-DIAGNÓSTICO**

25

**IV.1.-ANTECEDENTES**

27

**IV.1.1 SITUACIÓN ACTUAL**

27

**IV.2.-DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

29

**IV.3.-CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO NATURAL**

30

**IV.3.1.-CLIMA**

31

**IV.3.1.1.INTEMPERISMOS**

31

**IV.3.2.-HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

32

**IV.3.3.-FISIOGRAFÍA**

34

**IV.3.4.-GEOLOGÍA**

35

**IV.3.4.1.GEOMORFOLOGÍA**

35

**IV.3.4.2.ESTRATIGRAFÍA**

35

**IV.3.4.3.TERCIARIO SEDIMENTARIO**

35

**IV.3.4.4.DEPÓSITO PARA EL BOLSÓN**

35

**IV.3.4.5.DEPÓSITO DE ABANICO ALUVIAL (TQCG)**

35

**IV.3.4.6.SISTEMA CUATERNARIO**

36

**IV.3.4.7.SEDIMENTOS ALUVIALES**

36

**IV.3.4.8.SEDIMENTOS EÓLICOS**

36

**IV.3.4.9.SEDIMENTOS LACUSTRES**

36

**IV.3.5.-HIDROGEOLOGÍA**

36

**IV.3.5.1.UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS**

36

**IV.3.5.1.1.MEDIO FRACTURADO**

36

**IV.3.5.1.1.1. ROCAS CRETÁICAS**

36

**IV.3.5.1.1.2. ROCAS IGNEAS**

37

**IV.3.5.2. MEDIO POROSO**

37

**IV.3.5.2.1 DEPÓSITOS DEL BOLSÓN (TBL)**

37

**IV.3.5.2.2 CONGLOMERADOS (TQCG)**

37

**IV.3.5.2.3. ALUVIÓN RIO GRANDE Y SEDIMENTOS ALUVIALES (QAL)**

37

**IV.3.5.2.4. SEDIMENTOS EÓLICOS**

37

**IV.3.5.2.5. SEDIMENTOS LACUSTRES**

37

**IV.4.-ANÁLISIS DE LAS CUENCAS**

39

**IV.4.1.-CUENCA ZONA I ANAPRA**

39

**IV.4.1.1.-DESCRIPCIÓN**

39

**IV.4.1.2.-ESCURRIMIENTOS CON DESCARGA DIRECTA AL RIO BRAVO**

41

**IV.4.1.2.1.-SUB-CUENCA ARROYO LADRILLERA CLAVE: ZI.1**

41

**IV.4.1.2.1.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS**

41

**IV.4.1.2.2.-SUB-CUENCA ARROYO EL TAPO CLAVE: ZI.2**

41

**IV.4.1.2.2.1.-MICRO-CUENCA ZI.2.1**

45

**IV.4.1.2.2.2.-MICRO-CUENCA ZI.2.2**

45

**IV.4.1.2.2.2.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS**

45

**IV.4.1.2.3.-SUB-CUENCA ARROYO COYOTLA CLAVE: ZI.3**

46

**IV.4.1.2.3.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS**

46

**IV.4.1.2.4.-SUB-CUENCA ARROYO EL MIMBRE CLAVE: ZI.4**

47

**IV.4.1.2.4.1.-MICRO-CUENCA ZI.4.1**

47

**IV.4.1.2.4.2.-MICRO-CUENCA ZI.4.2**

47

**IV.4.1.2.4.3.-MICRO-CUENCA ZI.4.3**

48



# Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial

Ciudad Juárez 2004

Índice

IV.4.1.2.4.4.-MICRO-CUENCA ZI.4.4	48
IV.4.1.2.4.4.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	48
IV.4.1.2.5.-SUB-CUENCA ARROYO LAS VÍBORAS CLAVE: ZI.5	49
IV.4.1.2.5.1.-MICRO-CUENCA ZI.5.1	49
IV.4.1.2.5.2.-MICRO-CUENCA ZI.5.2	49
IV.4.1.2.5.3.-MICRO-CUENCA ZI.5.3	49
IV.4.1.2.5.4.-MICRO-CUENCA ZI.5.4	50
IV.4.1.2.5.5.-MICRO-CUENCA ZI.5.5	50
IV.4.1.2.5.6.-MICRO-CUENCA ZI.5.6	51
IV.4.1.2.5.7.-MICRO-CUENCA ZI.5.7	51
IV.4.1.2.5.8.-MICRO-CUENCA DIQUE PICO DEL AGUILA ZI.5.8	51
IV.4.1.2.5.9.-MICRO-CUENCA DIQUE PUERTO LA PAZ ZI.5.9	51
V.4.1.2.5.9.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	52
IV.4.1.2.6.-SUB-CUENCA ARROYO EL MEZQUITE CLAVE: ZI.6	53
IV.4.1.2.6.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	53
IV.4.1.2.7.-SUB-CUENCA ARROYO FRANCISCO VILLA: ZI.7	53
IV.4.1.2.7.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	54
IV.4.1.2.8.-SUB-CUENCA ARROYO ALTAVISTA CLAVE: ZI.8	54
IV.4.1.2.8.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	54
IV.4.1.2.9.-SUB-CUENCA ARROYO VILLA	55
IV.4.1.2.9.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	55
IV.4.1.3.- ESCURRIMIENTOS CON DESCARGA AL VIADUCTO DIAZ ORDAZ	55
IV.4.1.3.1.-SUB-CUENCA ARROYO JARERO CLAVE: ZI.10	55
IV.4.1.3.1.1.-MICRO-CUENCA ZI.10.1	55
IV.4.1.3.1.2.-MICRO-CUENCA ZI.10.2	56
IV.4.1.3.1.3.-MICRO-CUENCA ZI.10.3	56
IV.4.1.3.1.4.-MICRO-CUENCA ZI.10.4	56
IV.4.1.3.1.5.-MICRO-CUENCA ZI.10.5	56
IV.4.1.3.1.6.-MICRO-CUENCA ZI.10.6	57
IV.4.1.3.1.6.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	57
IV.4.1.3.2.-SUB-CUENCA ARROYO ALDAMA CLAVE: ZI.11	58
IV.4.1.3.2.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	58
IV.4.1.3.3.-SUB-CUENCA ARROYO ZACATECAS CLAVE: ZI.12	58
IV.4.1.3.3.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	58
IV.4.1.3.4.-SUB-CUENCA ARROYO EL CUERVO CLAVE: ZI.13	58
IV.4.1.3.4.1.-MICRO-CUENCA ZI.13.1	59
IV.4.1.3.4.2.-MICRO-CUENCA ZI.13.2	59
IV.4.1.3.4.3.-MICRO-CUENCA ZI.13.3	59
IV.4.1.3.4.3.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	59
IV.4.1.3.5.-SUB-CUENCA ARROYO COLORADO CLAVE: ZI.14	60
IV.4.1.3.5.1.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.1	60
IV.4.1.3.5.2.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.2	60
IV.4.1.3.5.3.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.3	61
IV.4.1.3.5.4.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.4	61
IV.4.1.3.5.5.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.5	62
IV.4.1.3.5.6.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.6	62
IV.4.1.3.5.7.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.7	62
IV.4.1.3.5.8.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.8	62
IV.4.1.3.5.9.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.9	63
IV.4.1.3.5.10.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.10	63
IV.4.1.3.5.11.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.11	63
IV.4.1.3.5.12.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.12	64
IV.4.1.3.5.13.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.13	64
IV.4.1.3.5.14.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.14	64
IV.4.1.3.5.15.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.15	64
IV.4.1.3.5.15.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	64
AFLUENTES DEL COLORADO PARTE NORTE	65
AFLUENTES DEL COLORADO PARTE SUR	66
IV.4.1.3.6.- SUB-CUENCA ARROYO TIRADORES CLAVE: ZI.15	67
IV.4.1.3.6.1.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.1	67
IV.4.1.3.6.2.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.2	67
V.4.1.3.6.3.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.3	67
V.4.1.3.6.4.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.4	67
V.4.1.3.6.5.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.5	68
V.4.1.3.6.6.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.6	68
V.4.1.3.6.7.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.7	68
V.4.1.3.6.8.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.8	68
V.4.1.3.6.9.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.9	68
V.4.1.3.6.10.-MICRO-CUENCA CLAVE ZI.15.10	69
IV.4.1.3.6.10.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	69
UNIÓN DEL ALFUENTE TIRADORES AL CAUCE DEL ARROYO COLORADO	69

<b>IV.5.-CUENCA ZONA II CENTRO</b>	<b>77</b>
<b>IV.5.1.-DESCRIPCIÓN</b>	<b>77</b>
IV.5.1.1.-SUB-CUENCA S/N CLAVE: ZII.1	77
IV.5.1.1.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	81
IV.5.1.2.-SUB-CUENCA ARROYO MARIANO ESCOBEDO CLAVE: ZII.2	81
IV.5.1.2.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.2.1	81
IV.5.1.2.2.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.2.2	81
IV.5.1.2.3.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.2.3	81
IV.5.1.2.4.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.2.4	82
IV.5.1.2.4.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	82
IV.5.1.3.-SUB-CUENCA ARROYO MONTERREY CLAVE: ZII.3	83
IV.5.1.3.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	83
IV.5.1.4.-SUB-CUENCA ARROYO PANTEÓN CLAVE: ZII.4	83
IV.5.1.4.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.1	83
IV.5.1.4.2.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.2	84
IV.5.1.4.3.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.3	84
IV.5.1.4.4.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.4	84
IV.5.1.4.5.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.5	84
IV.5.1.4.6.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.6	85
IV.5.1.4.7.-MICRO-CUENCA DIQUE JUAN MATA ORTIZ CLAVE: ZII.4.7	85
IV.5.1.4.8.-MICRO-CUENCA DIQUE PANTITLÁN CLAVE: ZII.4.8	85
IV.5.1.4.9.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.9	86
IV.5.1.4.9.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	86
IV.5.1.5.-SUB-CUENCA ARROYO CONTIGUO BASURERO CLAVE: ZII.5	87
IV.5.1.5.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.5.1	87
IV.5.1.5.2.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.5.2	87
IV.5.1.5.2.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	88
IV.5.1.6.-SUB-CUENCA ARROYO TEPEYAC CLAVE: ZII.6	88
IV.5.1.6.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.1	88
IV.5.1.6.2.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.2	89
IV.5.1.6.3.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.3	89
IV.5.1.6.4.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.4	89
IV.5.1.6.5.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.5	89
IV.5.1.6.6.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.6	90
IV.5.1.6.7.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.7	90
IV.5.1.6.7.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	90
IV.5.1.7.-SUB-CUENCA ARROYO SAN ANTONIO CLAVE: ZII.7	91
IV.5.1.7.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.7.1	91
IV.5.1.7.2.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.7.2	92
IV.5.1.7.2.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	92
IV.5.1.8.-SUB-CUENCA ARROYO MERCADO ORNELAS CLAVE: ZII.8	92
IV.5.1.8.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.8.1	93
IV.5.1.8.2.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.8.2	93
IV.5.1.8.2.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	93
IV.5.1.9.-SUB-CUENCA ARROYO CARLOS AMAYA I CLAVE: ZII.9	94
IV.5.1.10.-SUB-CUENCA ARROYO CARLOS AMAYA II CLAVE: ZII.10	94
IV.5.1.10.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS PARA LAS SUB-CUENCAS CARLOS AMAYA I Y II	94
IV.5.1.11.-SUB-CUENCA ARROYO EL INDIO CLAVE: ZII.11	94
IV.5.1.11.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.1	94
IV.5.1.11.2.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.2	95
IV.5.1.11.3.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.3	95
IV.5.1.11.4.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.4	95
IV.5.1.11.5.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.5	96
IV.5.1.11.5.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	96
IV.5.1.12.-SUB-CUENCA ARROYO LIBERTAD CLAVE: ZII.12	97
IV.5.1.12.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	97
IV.5.1.13.-SUB-CUENCA ARROYO LIBERTAD 2 CBTI CLAVE: ZII.13	97
IV.5.1.13.1.-ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS	97
IV.5.1.14.-ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA ZONA II	98
<b>IV.6.-CUENCA ZONA III JARUDO</b>	<b>104</b>
<b>IV.6.1.-DESCRIPCIÓN</b>	<b>104</b>
IV.6.1.1.-SUB-CUENCA ARROYO REVOLUCIÓN CLAVE: ZIII.1	107
IV.6.1.1.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.1.1	107
IV.6.1.1.2.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.1.2	107
IV.6.1.1.3.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.1.3	107
IV.6.1.1.3.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	108
IV.6.1.2.-SUB-CUENCA ARROYO CEMENTERA CLAVE: ZIII.2	109
IV.6.1.2.1.-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.2.1	109

IV.6.1.2.2.MICRO-CUENCA DIQUE CEMENTERA CLAVE: ZIII.2.2	109
IV.6.1.2.2.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	109
IV.6.1.3.SUB-CUENCA ARROYO MILITAR O EJERCITO MEXICANO CLAVE: ZIII.3	110
IV.6.1.3.1.MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.3.1	110
IV.6.1.3.2.MICRO-CUENCA D. CAMPO MILITAR CLAVE: ZIII.3.2	111
IV.6.1.3.2.1.ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	111
IV.6.1.4.SUB-CUENCA ARROYO EL JARUDO CLAVE: ZIII.4	111
IV.6.1.4.1.MICRO-CUENCA D. OASIS REVOLUCIÓN CLAVE: ZIII.4.1	112
IV.6.1.4.2.MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.2	112
IV.6.1.4.3.MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.3	113
IV.6.1.4.4.MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.4	113
IV.6.1.4.4.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	113
IV.6.1.5.ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA ZONA III EL JARUDO	117
<b>IV.7.-CUENCA ZONA IV AEROPUERTO</b>	<b>120</b>
<b>IV.7.1.-DESCRIPCIÓN</b>	<b>120</b>
IV.7.1.1-SUB-CUENCA ARROYO LOMAS DEL REY CLAVE: ZIV.1	123
IV.7.1.1.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	123
IV.7.1.2-SUB-CUENCA ARROYO AEROPUERTO CLAVE: ZIV.2	123
IV.7.1.2.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	124
IV.7.1.3.-SUB-CUENCA ARROYO MORELIA CLAVE: ZIV.3	124
IV.7.1.3.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	125
IV.7.1.4-SUB-CUENCA ARROYO TAPIOCA CLAVE: ZIV.4	125
IV.7.1.4.1-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.1	125
IV.7.1.4.2-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.2	126
IV.7.1.4.3-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.3	126
IV.7.1.4.4-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.4	126
IV.7.1.4.5-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.5	126
IV.7.1.4.6-MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.6	127
IV.7.1.4.6.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	127
IV.7.1.5-SUB-CUENCA ARROYO ARCADAS CLAVE: ZIV.5	128
IV.7.1.5.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	129
IV.7.1.6-SUB-CUENCA ARROYO SALVARCAR CLAVE: ZIV.6	129
IV.7.1.6.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	129
IV.7.1.7-SUB-CUENCA ARROYO CAMINO A LA ROSITA CLAVE: ZIV.7	129
IV.7.1.7.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	130
IV.7.1.8-SUB-CUENCA ARROYO TABASCO CLAVE: ZIV.8	130
IV.7.1.8.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	130
IV.7.1.9-SUB-CUENCA ARROYO MORELOS CLAVE: ZIV.9	131
IV.7.1.9.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	131
IV.7.1.10-SUB-CUENCA ARROYO MORELOS II CLAVE: ZIV.10	131
IV.7.1.10.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	131
IV.7.1.11-SUB-CUENCA ARROYO INSURGENTES CLAVE: ZIV.11	132
IV.7.1.11.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	132
IV.7.1.12-SUB-CUENCA DEL ARROYO ZARAGOZA CLAVE: ZIV.12	132
IV.7.1.12.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	132
IV.7.1.13-SUB-CUENCA ARROYO EL PAPALOTE CLAVE: ZIV.13	133
IV.7.1.13.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	133
IV.7.1.14-SUB-CUENCA ARROYO INDEPENDENCIA CLAVE: ZIV.14	133
IV.7.1.14.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	133
IV.7.1.15-SUB-CUENCA ARROYO PATRIA CLAVE: ZIV.15	134
IV.7.1.15.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	134
IV.7.1.16.-ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA ZONA IV	134
<b>IV.8.-CUENCA ZONA V RÍO BRAVO</b>	<b>138</b>
<b>IV.8.1.-DESCRIPCIÓN</b>	<b>138</b>
IV.8.1.1.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.1	138
IV.8.1.1.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	138
IV.8.1.2.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.2	142
IV.8.1.2.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	142
IV.8.1.3.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.3	142
IV.8.1.3.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	142
IV.8.1.4.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.4	142
IV.8.1.4.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	143
IV.8.1.5.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.5	143
IV.8.1.5.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	143
IV.8.1.6.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.6	143
IV.8.1.6.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	143
IV.8.1.7.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.7	143
IV.8.1.7.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	144
IV.8.1.8.- SUB-CUENCA CLAVE: ZV.8	144

Índice	
IV.8.1.8.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	144
IV.8.1.9.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.9	144
IV.8.1.9.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	144
IV.8.1.10.-SUB-CUENCA CLAVE: ZV.10	144
IV.8.1.10.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	145
IV.8.1.11.-ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS PARA LA ZONA V RÍO BRAVO	145
<b>IV.9.-CUENCA ZONA VI ACEQUIAS</b>	<b>146</b>
IV.9.1.-DESCRIPCIÓN	146
IV.9.1.1-SUB-CUENCA ZONA ZVI.1	146
IV.9.1.1.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	146
IV.9.1.2-SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.2	147
IV.4.6.2.2.1.-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	147
IV.9.1.3-SUB-CUENCA CLAVE: ZV1.3	147
IV.9.1.3.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	147
IV.9.1.4-SUB-CUENCA CLAVE: ZV1.4	147
IV.9.1.4.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	150
IV.9.1.5- SUB-CUENCA CLAVE: ZV1.5	150
IV.9.1.5.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	150
IV.9.1.6- SUB-CUENCA CLAVE: ZV1.6	150
IV.9.1.6.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	150
IV.9.1.7. ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS PARA LA ZONA IV ACEQUIAS	151
<b>IV.10.-CUENCA ZONA VII CHAMIZAL</b>	<b>152</b>
IV.10.1.DESCRIPCIÓN	152
IV.10.1.1-SUB-CUENCA RÍO BRAVO - ACEQUIA MADRE CLAVE: ZVII.1	152
IV.10.1.1.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	152
IV.10.1.2.-SUB-CUENCA CENTRAL CLAVE: ZVII.2	152
IV.10.1.2.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	154
IV.10.1.3-SUB-CUENCA AMERICAS CLAVE: ZVII.3	154
IV.10.1.3.1-ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS	154
IV.10.1.4-ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA ZONA VII CHAMIZAL	154
<b>IV.11.-CUENCA ZONA VIII EL BARREAL</b>	<b>156</b>
IV.11.1.DESCRIPCIÓN	156
IV.11.1.1. SUB-CUENCA ARROYO STA. ELENA CLAVE: ZVIII.1	158
IV.11.1.1.1. MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.1	158
IV.11.1.1.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.2	158
IV.11.1.1.3. MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.3	158
IV.11.1.1.4. MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.4	159
IV.11.1.1.5. MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.5	159
IV.11.1.1.6. ESCURRIMIENTOS DE LA SUB CUENCA ZVIII.1	159
IV.11.1.2. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.2	160
IV.11.1.2.1.ESCURRIMIENTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.2	160
IV.11.1.3. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.3	160
IV.11.1.3.1. ESCURRIMIENTOS DE LA SUBCUENCA ZVIII.3	161
IV.11.1.4. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.4	161
IV.11.1.4.1.ESCURRIMIENTOS DE LA SUB CUENCA ZVIII.4	161
IV.11.1.5. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.5	162
IV.11.1.5.1.ESCURRIMIENTOS DE LA SUB CUENCA ZVIII.5	162
IV.11.1.6 SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.6	162
IV.11.1.6.1.ESCURRIMIENTOS DE LA SUB CUENCA ZVIII.6	162
IV.11.1.7. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.7	163
IV.11.1.7.1.ESCURRIMIENTOS DE LA SUB CUENCA ZVIII.7	163
IV.11.1.8. SUB-CUENCA NORTE CLAVE: ZVIII.8	163
IV.11.1.9. SUB-CUENCA NORTE CLAVE: ZVIII.9	164
IV.11.1.9.1.ESCURRIMIENTOS DE LA SUB CUENCA ZVIII.9	164
IV.11.1.10. SUB-CUENCA NORTE CLAVE: ZVIII.10	164
IV.11.1.10.1.ESCURRIMIENTOS DE LA SUB CUENCA ZVIII.10	164
IV.11.1.11. SUB-CUENCA NORTE CLAVE: ZVIII.11	165
IV.11.1.11.1.ESCURRIMIENTOS DE LA SUB CUENCA ZVIII.11	165
IV.11.1.12. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB CUENCAS	165
IV.11.1.13. ANÁLISIS DE ESCURRIMIENTO EN LA ZONA VIII EL BARREAL	167
IV.11.2. RESUMEN GENERAL DE LAS CUENCAS	169
<b>V. ESTRATEGIA</b>	<b>178</b>
<b>V.1. OBJETIVOS</b>	<b>178</b>
<b>V.2. PLANEACIÓN PARA CONTROL DEL AGUA PLUVIAL</b>	<b>179</b>
V.2.1. PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LAS ZONAS I. ANAPRA, II. CENTRO, III. JARUDO Y IV. AEROPUERTO.	179
V.2.2 PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LAS ZONAS V., RÍO BRAVO, VI. ACEQUIAS Y VII. CHAMIZAL.	180
V.2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LA ZONA VIII. EL BARREAL.	181



<b>V.3. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS POR ZONAS (CUENCAS) EN CONDICIONES FUTURAS</b>	<b>183</b>
<b>V.3.1. ZONA I ANAPRA</b>	<b>183</b>
V. 3.1.1. DESCRIPCIÓN	183
V. 3.1.2. CARACTERÍSTICAS DE SUBCUENCAS Y MICRO CUENCAS DE LA ZONA I EN CONDICIONES FUTURAS	183
V. 3.1.3. ANÁLISIS DE ESCURRIMIENTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN CONDICIONES FUTURAS ZONA I ANAPRA	186
V. 3.1.4. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	190
V.3.1.4.1 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO DE DIQUES RETENCIÓN DE AGUA PLUVIAL	190
V. 3.1.5 ENCAUZAMIENTO DE ARROYOS - DIMENSIONAMIENTO, ZONA I ANAPRA	190
<b>V.3.2. ZONA II CENTRO</b>	<b>193</b>
V. 3.2.1. DESCRIPCIÓN	193
V. 3.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUB-CUENCAS DE LA ZONA II CENTRO EN CONDICIONES FUTURAS	196
V. 3.2.2.1 ESCURRIMIENTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN CONDICIONES FUTURAS ZONA II CENTRO.	196
V. 3.2.3. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	200
V.3.2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO DE DIQUES DE RETENCIÓN DE AGUA PLUVIAL	200
V. 3.2.4. ENCAUZAMIENTO DE ARROYOS - DIMENSIONAMIENTO	201
<b>V.3.3. ZONA III JARUDO</b>	<b>203</b>
V. 3.3.1. DESCRIPCIÓN	203
V.3.3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS EN CONDICIONES FUTURAS	204
V.3.3.2.1. ESCURRIMIENTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN CONDICIONES FUTURAS ZONA III. JARUDO	207
V. 3.3.3. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	209
V. 3.3.3.1 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO DE DIQUES DE RETENCIÓN DE AGUA PLUVIAL	209
V.3.3.4. ENCAUZAMIENTO DE ARROYOS-DIMENSIONAMIENTO	210
<b>V.3.4. ZONA IV AEROPUERTO</b>	<b>212</b>
V. 3.4.1. DESCRIPCIÓN	212
V.3.4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS DE LA ZONA IV AEROPUERTO EN CONDICIONES FUTURAS	215
V.3.4.3. ESCURRIMIENTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN CONDICIONES FUTURAS	215
V. 3.4.4. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	218
V. 3.4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO DE DIQUES DE RETENCIÓN DE AGUA PLUVIAL	219
V.3.4.5. ENCAUZAMIENTO DE ARROYOS - DIMENSIONAMIENTO	219
<b>V.3.5. ZONA V RIO BRAVO</b>	<b>221</b>
V. 3.5.1. DESCRIPCIÓN	221
V.3.5.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS PARA LA ZONA V RÍO BRAVO EN CONDICIONES FUTURAS	223
V.3.5.2.1.ESCURRIMIENTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN CONDICIONES FUTURAS ZONA V RIO BRAVO	223
V. 3.5.3. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	223
V. 3.5.4. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE DIQUES DE RETENCIÓN DE AGUA PLUVIAL	224
V.3.5.5. DREN INTERCEPTOR RÍO BRAVO	224
<b>V.3.6. ZONA VI ACEQUIAS</b>	<b>226</b>
V. 3.6.1. DESCRIPCIÓN	226
V.3.6.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS PARA LA ZONA VI ACEQUIAS EN CONDICIONES FUTURAS	226
V.3.6.2.1. ESCURRIMIENTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN CONDICIONES FUTURAS	226
V.3.6.3. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	229
V. 3.6.4. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO, ENCAUZAMIENTO - DIMENSIONAMIENTO	229
V.3.6.5. DREN PLUVIAL ACEQUIA DEL PUEBLO	229
V.3.6.5.1. DESCRIPCIÓN	229
V.3.6.5.2. ESCURRIMEINTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO, DREN PLUVIAL ACEQUIA DEL PUEBLO	230
V.3.6.5.3. DIMENSIONAMIENTO DEL DREN PLUVIAL ACEQUIA DEL PUEBLO	231
<b>V. 3.7. ZONA VII CHAMIZAL</b>	<b>233</b>
V. 3.7.1. DESCRIPCIÓN	233
V. 3.7.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUB-CUENCAS DE LA ZONA VII CHAMIZAL EN CONDICIONES FUTURAS	233
V. 3.7.2.1. ESCURRIMIENTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN CONDICIONES FUTURAS ZONA VII CHAMIZAL	234
V. 3.7.3. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	234
V. 3.7.4. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO, ENCAUZAMIENTO - DIMENSIONAMIENTO	234
<b>V. 3.8. ZONA VIII EL BARREAL</b>	<b>236</b>
V. 3.8.1. DESCRIPCIÓN	236
V. 3.8.2. ESQUEMA DE FLUJO DE LOS ESCURRIMIENTOS	236
V. 3.8.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	237
V.3.8.3.1 CRITERIOS	238
V. 3.8.3.1.1. ÁREA DEL PLAN PARCIAL DE LA ZONA SUR	239
V. 3.8.4. ESCURRIMIENTOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO ZONA VIII EN CONDICIONES FUTURAS	241
V. 3.8.5. VASOS DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO	244
V. 3.8.6. VASOS DE FILTRACIÓN Y POZOS DE ABASORCIÓN	248
V.3.8.7. RESUMEN MICROCUENCAS Y POR ÁREAS DE DESARROLLO	250
V.3.8.7.1 CANALIZACIÓN DE ARROYOS Y OBRAS DE PROTECCIÓN AL INGRESO DE LOS DIQUES	250
V.3.8.8. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA	250

**VI. ANÁLISIS PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL**

256

**VI.1. OBJETIVOS**

256

**VI.2. ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO**

256

**VI.2.1. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL**

256

**VI.2.1.1. DEPÓSITOS DE ABANICO ALUVIAL**

258

**VI.2.1.2. DEPÓSITOS LACUSTRES**

258

**VI.2.1.3. SEDIMENTOS FLUVIALES**

258

**VI.2.1.4. SEDIMENTOS EÓLICOS**

258

**VI.3. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA**

259

**VI.3.1. ASPECTOS TEÓRICOS DEL MÉTODO ELÉCTRICO**

259

**VI.3.2. TRABAJO DE CAMPO Y GABINETE**

260

**VI.3.2.1. RESULTADOS**

260

**VI.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO**

260

**VI.4.1. GEOMETRÍA DEL SISTEMA ACUÍFERO**

262

**VI.4.2. PIEZOMETRÍA DEL SISTEMA ACUÍFERO**

262

**VI.4.2.1. PIEZOMETRÍA DEL ACUÍFERO SOMERO**

263

**VI.4.2.1.1. PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO DEL ACUÍFERO SOMERO**

263

**VI.4.2.1.2. EVOLUCIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO DEL ACUÍFERO SOMERO**

263

**VI.4.2.2. PIEZOMETRÍA DEL ACUÍFERO PROFUNDO**

263

**VI.4.2.2.1. PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO DEL ACUÍFERO PROFUNDO**

264

**VI.4.2.2.2. ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO DEL ACUÍFERO PROFUNDO**

264

**VI.4.2.2.3. EVOLUCIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO DEL ACUÍFERO PROFUNDO**

264

**VI.4.3. BALANCE HIDROGEOLÓGICO**

264

**VI.5. ACCIONES PARA MEJORAR LAS CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS DEL SISTEMA ACUÍFERO**

265

**VI.5.1. SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA FUENTE**

266

**VI.5.2. APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS PLUVIALES**

266

**VI.6. INFILTRACION DE AGUAS PLUVIALES**

266

**VI.6.1. PROCESOS DE URBANIZACIÓN**

267

**VI.6.2. MÉTODOS PARA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS PLUVIALES**

270

**VI.6.3. CALIDAD DEL AGUA PLUVIAL**

271

**VI.6.3.1. GENERALIDADES**

271

**VI.6.4. PROCESO DE COLMATACIÓN**

272

**VI.6.5. APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES: ASR (ALMACENAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE AGUA EN EL ACUÍFERO)**

274

**VI.6.6. CALIDAD DE AGUAS PLUVIALES, INFILTRACION Y USO AGRÍCOLA EN OTROS PAÍSES**

275

**VI.6.7. SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN AGUA PLUVIAL**

279

**VI.6.8. COMPARATIVO DE LA NORMATIVIDAD MEXICANA Y AUSTRALIANA**

281

**VI.6.9. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS PLUVIALES DE CIUDAD JUÁREZ**

282

**VI.6.10. EVENTOS DE LLUVIA**

282

**VI.6.11. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO**

284

**VI.6.12. CALIDAD DE LAS AGUAS PLUVIALES DE CIUDAD JUÁREZ**

286

**VI.6.13. RESULTADO DEL ANÁLISIS PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL AL SUBSUELO**

291

**VI.6.14. SEDIMENTACIÓN DE LOS SÓLIDOS PRESENTES EN LA ESCORRENTÍA Y EN ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO**

292

**VI.6.15. DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES DE SEDIMENTOS DEPOSITADOS POR LA ESCORRENTÍA, POR EVENTO DE LLUVIA EN SITIOS SELECCIONADOS**

294

**VI.6.16. OBRAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL**

295

**VI.6.16.1. ZONAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL**

295

**VI.6.16.2. ESTRUCTURAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA PLUVIAL**

297

**VI.6.16.3. VELOCIDAD DE LA INFILTRACIÓN**

301

**VI.6.16.4. ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DEL SUELO**

302

**VI.6.16.5. VOLÚMENES SUSCEPTIBLES DE INFILTRAR**

303

**VI.6.16.5.1. CÁLCULOS DEL GASTO DE INFILTRACIÓN**

304

**VI.6.16.6. GASTOS DE INFILTRACIÓN EN LOS ESTADOS UNIDOS**

306

**VI.6.17. CONDICIONES LITOLÓGICAS PARA LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES**

306

**VII. NORMATIVIDAD**

308

**VII.1. NORMATIVIDAD EN MÉXICO PARA RECARGA E INFILTRACION DE AGUA AL SUBSUELO**

309

**VII.2. EXPERIENCIAS EN OTROS PAÍSES**

309

**VII.3. NORMAS GENERALES PARA LAS ACCIONES URBANAS**

310

**VII.3.1. ACCIONES DE PLANEACIÓN URBANA**

311

**VII.3.2. ACCIONES RELATIVAS A LA URBANIZACIÓN Y A LA PROPIEDAD**

311

**VII.3.3. ACCIONES RELATIVAS A LA EDIFICACIÓN**

311

**VII.4. UTILIZACIÓN DE ACEQUIAS Y DRENES**

312

**VII.5. LINEAMIENTOS GENERALES SOBRE EL DRENAJE DE LAS VÍAS URBANAS**

312

**VII.5.1. BOMBEO DE LAS VÍAS URBANAS**

312

**VII.5.2. UTILIZACIÓN DE LAS VÍAS O ARTERIAS URBANAS**

313

**VII.6. CAUCES DE ARROYOS E INFRAESTRUCTURA PARA CONTROL DE AVENIDAS**

314

**VII.7. NORMAS PARA DESARROLLO DE PROYECTOS EN MATERIA DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA CONTROL DE AGUAS PLUVIALES Y ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS PARA INFILTRACIÓN**

314

**VII.8. DISEÑO DE ENCAUZAMIENTOS**

317

**VII.8.1. REQUERIMIENTOS PARA PERMITIR EL ESCURRIMIENTO POR VIALIDADES**

317

VII.8.2. INSTALACIONES PARA AEROPUERTOS, ESTACIONES DE FERROCARRIL, AUTOBUSES Y CENTROS COMERCIALES	318
VII.8.3. CUNETAS Y CONTRACUNETAS EN CAMINOS Y CARRETERAS	318
VII.8.4. ESTRUCTURAS DE CRUCE	318
VII.8.5. PUENTES DE FERROCARRIL	318
VII.8.6. PUENTES, CANALES O TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA	318
VII.8.7. PUENTES PARA TUBERÍAS DE PETRÓLEO Y GAS	318
VII.8.8. ALCANTARILLAS PARA PASO DE PEQUEÑAS CORRIENTES	318
VII.8.9. DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES	319
VII.8.9.1. CORRIENTES LIBRES	319
VII.8.9.2. CORRIENTES CON OBRAS DE CONTROL	319
VII.8.10. DELIMITACIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN EN OBRAS HIDRÁULICAS	319
VII.8.11. ENCAUZAMIENTO DE CORRIENTES	319
VII.8.11.1. CORRIENTES LIBRES EN ZONA:	319
VII.8.12. CORRIENTES CONTROLADAS	319
VII.8.13. OBRAS DE DESVIACIÓN TEMPORAL	319
VII.8.14. PRESAS DE ALMACENAMIENTO E INFILTRACIÓN	319
VII.8.15. REQUISITOS PARA CONSTRUCCIÓN DE DIQUES	319
<b>VII.9. LINEAMIENTOS A SEGUIR EN MATERIA DE RECARGA AL SUBSUELO</b>	319
VII.9.1. ESTRATEGIA PARA CIUDAD JUÁREZ	319
VII.9.1.1. INFILTRACIÓN	320
VII.9.1.2. MÉTODOS DE REGARGA ARTIFICIAL	320
<b>VII.10. REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL Y TRATADA</b>	321
VII.10.1. REQUISITOS	321
VII.10.2. REQUISITOS PARA PROYECTO EJECUTIVO DEL SISTEMA DE RECARGA	322
VII.10.2.1. CANALIZACIÓN Y CONDUCCIÓN	322
VII.10.2.2. CRITERIOS Y GEOMETRÍA DE LAS ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO CON PROCESOS DE INFILTRACIÓN	323
VII.10.2.3. REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PLUVIAL Y TRATADA A INFILTRAR	323
VII.10.2.4. PERMISO TEMPORAL DE INFILTRACIÓN	323
VII.10.2.5. PRE-TRATAMIENTO	324
VII.10.2.6. EFECTO DE LAVADO INICIAL	324
VII.10.2.7. MONITOREO	326
VII.10.2.8. LINEAMIENTOS PARA CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE CONTAMINANTES	326
VII.10.2.8.1. SÓLIDOS DISUELTOS	327
VII.10.2.8.2. COLIFORMES	327
VII.10.2.8.3. GRASAS Y ACEITES	327
VII.10.2.8.4. TIEMPO MÍNIMO DE RESIDENCIA	327
VII.10.2.8.5. CRITERIOS Y LÍMITES PERMISIBLES	327
<b>VII.11. REAGRUPAMIENTO PARCELARIO</b>	329
<b>VII.12. ZONA VIII EL BARREAL</b>	329
<b>VIII. INSTRUMENTACIÓN</b>	331
<b>VIII.1. INTRODUCCIÓN</b>	332
<b>VIII.2. MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO</b>	333
<b>VIII.3. ACCIONES PARA UNA NUEVA ESTRUCTURA</b>	334
<b>VIII.4. ORGANIZACIÓN, PRINCIPALES FUNCIONES</b>	335
VIII.4.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS REQUERIDAS PARA LAS INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE CONTROL Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS PLUVIALES	335
VIII.4.2. PRINCIPALES FUNCIONES	336
VIII.4.3. PRINCIPALES TAREAS	336
VIII.4.3.1. ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	337
VIII.4.3.2. CONSTRUCCIÓN MEDIANTE IMPORTANCIA PRIORITARIA DE ESTRUCTURAS PLUVIALES	338
VIII.4.3.3. OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, ADMINISTRACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE AGUAS PLUVIALES	338
VIII.4.3.4. FUENTES DE INGRESOS	339
<b>VIII.5. EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS PLUVIALES</b>	339
<b>IX. PROGRAMACIÓN</b>	342
<b>IX.1. ZONA I ANAPRA</b>	343
IX.1.1. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN DIQUES	343
IX.1.2. CAUCES DE ARROYOS, DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE INVERSIÓN POR TRAMOS	343
IX.1.3. RESÚMEN DE INVERSIONES	346
<b>IX.2. ZONA II CENTRO</b>	346
IX.2.1. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA EN DIQUES	346
IX.2.2. CAUCES DE ARROYOS, DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE INVERSIÓN POR TRAMOS	348
IX.2.3. RESÚMEN DE INVERSIONES	350
<b>IX.3. ZONA III JARUDO</b>	351
IX.3.1. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA, PARA RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN DIQUES	351
IX.3.2. CAUCES DE ARROYOS, DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE INVERSIÓN POR TRAMOS	351
IX.3.3. RESÚMEN DE INVERSIONES	353
<b>IX.4. ZONA IV AEROPUERTO</b>	354
IX.4.1. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA RETENCIÓN, CONTROL, E INFILTRACIÓN DE AGUA EN DIQUES	354

Índice	
IX.4.2. ENCAUZAMIENTO DE ARROYOS, DIMENSIONAMIENTO Y COSTOS DE INVERSIÓN POR TRAMOS	354
IX.4.3. RESÚMEN DE INVERSIONES	357
<b>IX.5. ZONA V RÍO BRAVO</b>	358
IX.5.1. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	358
IX.5.1.2. ENCAUZAMIENTOS, COSTOS DE INVERSIÓN POR TRAMOS	358
IX.5.1.3. DRÉN INTERCEPTOR RÍO BRAVO (DRÉN CHAMIZAL-ZARAGOZA)	359
<b>IX.6. ZONA VI ACEQUIAS</b>	360
IX.6.1. COSTOS DE OBRA EN VASOS DE RETENCIÓN	360
IX.6.2. ENCAUZAMIENTOS	360
IX.6.2.1. DRÉN PLUVIAL ACEQUIA DEL PUEBLO	361
IX.6.2.1.1. INVERSIÓN REQUERIDA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL PLUVIAL (DRÉN) "ACEQUIA DEL PUEBLO"	361
<b>IX.7. ZONA VII CHAMIZAL</b>	363
IX.7.1. COSTOS DE OBRA EN VASOS DE RETENCIÓN	363
IX.7.2. ENCAUZAMIENTOS	363
<b>IX.8. ZONA VIII EL BARREAL</b>	363
IX.8.1. PROYECTOS DE VASOS DE RETENCIÓN, CONTROL E INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL	363
IX.8.1.1. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA RETENCIÓN, CONTROL, E INFILTRACIÓN DE AGUA EN DIQUES Y VASOS DE RETENCIÓN	364
<b>IX.9. INVERSIONES PARA REHABILITACIÓN DE OTRAS ESTRUCTURAS</b>	366
<b>IX.10. RESUMEN GENERAL DE INVERSIONES POR ETAPAS</b>	366
<b>X. BENEFICIO-COSTO</b>	368
<b>X.1. MÉTODO UTILIZADO</b>	369
<b>X.2. DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS</b>	369
X.2.1. ZONAS I, II, III Y IV	369
X.2.2. ZONA V. RÍO BRAVO, ZONA VI. ACEQUIAS Y ZONA VII. CHAMIZAL	370
X.2.3. DREN PLUVIAL ACEQUIA DEL PUEBLO	371
X.2.4. ZONA VIII. EL BARREAL	373
X.2.4.1. ANÁLISIS DE COSTOS	374
X.2.4.2. BENEFICIOS	375
X.2.4.2.1. RESUMEN DE BENEFICIOS	378
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	380





## GLOSARIO





## GLOSARIO

**Actividad Antropogénica.** Cualquier actividad realizada por el hombre.

**Acuífero.** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento

**Agua Meteorica.** Es cualquier agua colectada sobre la superficie terrestre, esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo. (También rocío y escarcha que en algunas regiones constituyen una parte pequeña pero apreciable de la precipitación total).

**Aguas Nacionales.** Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del Párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

**Agua para Uso y Consumo Humano.** Agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud. También se denomina como agua potable. (ref: NOM-127-SSA).

**Agua tratada.** Agua residual adecuada y confiablemente tratada de que es adecuada para un uso benéfico directo controlado.

**Alcantarilla.** Estructura de Cruce para permitir el paso de corrientes pluviales. Acueducto subterráneo, o sumidero, fabricado para recoger las aguas llovedizas y darles paso.

**Aguas residuales.** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos; y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. (ref: RGTO.)

**Área de infiltración.** Superficie del terreno donde el agua residual es aplicada con objeto de infiltrarla al subsuelo.

**Balance Hidrológico.** El Balance Hidrológico relaciona las variables que intervienen en el ciclo hidrológico. Se aplica en todos los casos que tienen que ver con la distribución de los recursos hidráulicos en el ámbito global, o en cuencas particulares. Es imprescindible en los estudios de regulación de embalses y en los proyectos de suministro de agua para acueducto, riego y generación hidroeléctrica.

**Bordo.** Es un vaso que posee características naturales de los componentes del suelo. Resguardo o muro natural ó artificial hecho de tierra, céspedes, estacas, rocas, etc. utilizado para retener el agua.

**Cartografía.** Ciencia para representar de manera gráfica un área geográfica en una superficie plana.

**Cauce de una corriente.** El canal natural o artificial que

tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento.

**Ciclo Hidrológico.** Modelo que describe el movimiento del agua entre la hidrosfera, litosfera, atmósfera y biosfera.

**Condiciones Fisiográficas.** «Estudio de las formas físicas de la Tierra, de sus causas y todas las relaciones entre ellas» (Diccionario de la Naturaleza, 1987).

**Colmatación.** Declinación de las tasas de recarga por la obturación del medio poroso, como resultado de uno o más procesos físicos, químicos o biológicos, debido a la interacción de la fuente de agua, los constituyentes de la misma y el medio poroso.

**Crecientes.** Se denomina de esta manera a la presencia de Gastos extraordinarios. El estudio de las crecientes es importante en el diseño de puentes, drenajes y obras de control de inundaciones.

La Comisión. La Comisión Nacional del Agua, órgano administrativo.

**Criterios Ecológicos de Calidad del Agua.** Marco de referencia en el que se precisan los niveles de los parámetros y sustancias que se encuentran en el agua o sus efectos como son color, olor o sabor, potencial de hidrógeno y sus niveles permisibles. Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Cuenca Hidrológica.** El territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión del recurso hidráulico.

**Chubasco.** Aguacero de corta duración y muy abundante acompañado de viento.

**Dique.** Muro artificial hecho para contener la fuerza de las aguas. Estructura que atraviesa un curso de agua dotada de una serie de compuertas u otros mecanismos de control, con el fin de controlar el nivel del agua aguas arriba, regular el flujo o derivar caudales hacia un canal.

**Descarga.** Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales aun cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita (ref: RGTO).

**Drenaje pluvial.** Duración (t). Es el período de análisis



asignado para las lluvias de corta duración, conocidas también como tormentas. Son eventos que por lo general tienen duraciones entre 5 minutos y 24 horas, y se utilizan para el cálculo de crecientes.

**Drenar.** Avenamiento o salida a la excesiva humedad de los terrenos mediante la construcción de cavidades.

**Duración (t).** Es el período de análisis asignado para las lluvias de corta duración, conocidas también como tormentas. Son eventos que por lo general tienen duraciones entre 5 minutos y 24 horas, y se utilizan para el cálculo de crecientes.

**Escurrecimiento Pluvial.** Deslizamiento, aplicado a los excedentes de agua que fluye como consecuencia de la saturación o impermeabilidad de una superficie. Puede ser referenciado a flujos laminares, preferentemente en suelos con niveles topográficos extremadamente bajos, que no presentan unión de flujos.

**Eventos estocásticos.** Están compuestos de una parte determinística y una aleatoria. Los Eventos Hidrológicos, tales como aguaceros, caudales, niveles de embalse, etc son Eventos Estocásticos porque, de un lado tienen un patrón medio de comportamiento a largo plazo, y por el otro el pronóstico de sus magnitudes en un momento dado tiene un mayor o menor grado de incertidumbre. El patrón medio corresponde a la componente Determinística y la incertidumbre a la componente Aleatoria.

**Factores de las lluvias.** Se les denomina a la Intensidad, Duración, Frecuencia y Distribución Temporal.

**Factores de la cuenca vertiente.** Se les denomina a la Morfometría, la Capacidad de Infiltración y la Capacidad de almacenamiento.

**Fisiografía.** Campo del conocimiento que estudia las características físicas y los fenómenos que se suceden un punto geográfico de la tierra, desde el punto de vista espacial

**Frecuencia ( f ).** Es una medida de la probabilidad de ocurrencia de eventos mayores o iguales que el que se analiza. Generalmente se relaciona con el período de retorno ( Tr ). Por ejemplo, el aguacero que tiene una frecuencia del uno por mil tiene una probabilidad de ser igualado o excedido una vez cada mil años en promedio. Para este aguacero el período de retorno es de mil años.

**Gasto hidráulico.** Cantidad de líquido que, en determinadas circunstancias, pasa por una conducción, orificio o tubería por unidad de tiempo.

**Hidrología.** Campo de la geografía física que estudia la hidrosfera

**Hidrosfera.** Agua que existe en la tierra en cualquier estado o condición, incluye la atmosférica, oceánica, lacustre, corrientes superficiales, glacial, en forma de nieve, en el subsuelo, y que puede encontrarse evaporada, condensada, precipitada, depositada, como escurrecimiento, infiltrada, sublimizada, transpirada y como corriente de agua subterránea

**Hidrología superficial.** Campo de la hidrología que estudia las aguas superficiales.

**Holístico.** Concerniente a un todo.

**Intensidad ( i ).** El volumen de precipitación por unidad de tiempo. Se expresa en milímetros por hora (mm/h)

**Infiltración.** Movimiento del agua hacia el interior de las capas de suelo

**Tasa de infiltración.** Tasa o velocidad con que se mueve el agua hacia el interior de las capas de suelo

**Mejores Prácticas de Manejo (MPM).** Cualquier programa. Tecnología, proceso, criterio de localización, método operativo, medidas o estructuras de control, prevención ó reducción de impactos, riesgos y contaminación que permita la mayor eficiencia u optimización de recursos.

**Metros cúbicos.** Medida equivalente a 1000 litros (m3)

**Micro-cuenca.** Área o sector con características únicas de distinta índole, que reciben y conducen las aguas pluviales hacia la Sub-cuenca de la cual son tributarias.

**Modelación hidrológica.** Simulación de los escurrecimientos pluviales superficiales mediante programas de computo

**Morfometría.** Se refiere a las características físicas de la cuenca vertiente. Las principales son el Área, la Longitud del cauce principal, la Forma, la Pendiente del cauce, y la Pendiente de la ladera.

**Monitoreo.** Frecuencia de toma de muestras, registro, análisis de parámetros y evaluación para conocer la evolución del material o asunto en cuestión.

**Nivel freático.** Límite superior de la zona saturada, en el cual el agua contenida en los poros se encuentra sometida a la presión atmosférica.

**Normas.** Las normas oficiales mexicanas expedidas por «La Comisión» en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización referidas a la conservación, seguridad y calidad en la explotación, uso, aprovechamiento y administración de las aguas nacionales y de los bienes nacionales a los que se refiere el artículo 113

**Parámetro.** Variable que se utiliza como referencia para

Glosario

determinar la calidad física, química y biológica del agua.

**Pendiente.** Cuesta o declive de un terreno.

**Periodo de retorno (Tr).** Periodos que analizados estadísticamente permiten estimar la frecuencia con que una tormenta puede ocurrir.

**Permeabilidad.** Es la facilidad que un cuerpo ofrece a ser atravesado por un fluido. Desde el punto de vista Hidrogeológico se le conoce como Conductividad Hidráulica K, que es un concepto más preciso, siendo la constante de la proporcionalidad lineal entre el caudal y el gradiente hidráulico.

**Persona física o moral.** Los individuos, los ejidos, las comunidades, las asociaciones, las sociedades y las demás instituciones a las que la ley reconozca personalidad jurídica, con las modalidades y limitaciones que establezca la misma

**Pluviometría.** Los estudios pluviométricos analizan el régimen de lluvias en una región a partir de los datos de estaciones pluviométricas. Los resultados se presentan en forma de Curvas Isoyetas, Hietogramas y Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia. Los períodos de análisis pueden ser de corta duración cuando se estudian eventos extremos como los aguaceros, y de duración mediana a larga cuando se estiman volúmenes de agua lluvia disponible para su utilización en proyectos de suministro.

**Pozo de absorción.** Obra de ingeniería diseñada para infiltrar agua de lluvia al subsuelo por gravedad para drenar su zona de infiltración.

**Pozo de infiltración o inyección.** Obra de ingeniería que permite la recarga artificial directamente al acuífero.

**Proyecto de Recarga Artificial (PRA).** Proyecto planeado de recarga artificial elaborado con el propósito de recargar agua residual por método superficial o directo.

**Proyecciones.** Extrapolación de la información estadística en diferentes escenarios.

**Recarga natural.** Infiltración natural por precipitación pluvial, de cuerpos de agua superficiales y del flujo subterráneo desde formaciones adyacentes.

**Reuso.** Significa el uso del agua residual tratada conforme a la normativa aplicable.

**Régimen de Caudales.** Es la relación existente entre la cantidad de lluvia y las características de la cuenca vertiente.

**Recarga artificial:** Es el conjunto de técnicas hidrogeológicas que permiten almacenar un volumen de agua en un acuífero e incrementar la disponibilidad

del agua subterránea, a través de obras específicas construidas para tal fin.

**Recarga incidental.** Aquella que es consecuencia de alguna actividad humana, como riego de jardines, fugas de agua en redes de distribución y alcantarillado, descargas de fosas sépticas e infiltraciones en canales de tierra y otros; que no cuenta con la infraestructura específica para la recarga artificial. (NOM-003-ECOL-1997)

**Régimen de Caudales.** Es la relación existente entre la cantidad de lluvia y las características de la cuenca vertiente.

**Ribera o zona federal.** Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por «La Comisión», de acuerdo con lo dispuesto en el reglamento de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar.

**Siemens.** Unidad de medición de la conductividad específica de un material en disolución. Se expresa como Siemens/cm o S/cm.

**Sistema de recarga.** Obra o conjunto de obras construidas con el fin específico de recargar un acuífero.

**Sistema de agua potable y alcantarillado.** El conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.

**Sub-cuenca.** Porción amplia de la cuenca, que por condiciones de nivel o barrera tiene su propia área de escurrimiento y que contribuye al total de las aportaciones que fluyen hacia la vertiente final.

**TPH's.** Término abreviado con que se denomina a los hidrocarburos totales del petróleo

**Tasa de infiltración.** Tasa o velocidad con que se mueve el agua hacia el interior de las capas de suelo

**Tiempo de residencia.** Tiempo que el agua recargada artificialmente permanece en el acuífero antes de ser extraída.

**Transmisividad.** Caudal que se filtra por el área dada por el espesor total del acuífero y un ancho unitario, bajo un gradiente unitario a temperatura de 20°C.

**Unidad hidrogeológica.** Conjunto de estratos geológicos hidráulicamente conectados entre sí, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales subterráneas.

**Uso consuntivo.** El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo.

**Variación temporal o patrón.** Está representada por el hietograma de la lluvia. La duración del aguacero se divide en «n» intervalos iguales, y a cada intervalo le corresponde una parte de la precipitación total.

**Vaso de lago, laguna o estero.** El depósito natural de aguas nacionales limitado por la cota de la creciente máxima ordinaria

**Vaso de Captación.** Estructura hidráulica diseñada y construida para captar almacenamientos de agua

**Vaso Regulador.** Estructura hidráulica diseñada para captar agua, por lo general de origen pluvial, que permite modificar el régimen hidráulico del flujo y almacenar temporalmente el agua, para descargarla posteriormente mediante estructuras de desfogue controlado.

**Volumen.** Magnitud física que expresa la extensión de un cuerpo en tres dimensiones: largo, ancho y alto. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**Zonas Inundables.** Se conocen como aquellas que son anegadas durante eventos extraordinarios, por ejemplo aguaceros intensos, crecientes poco frecuentes o avalanchas. No se incluyen entre las zonas inundables los cauces mayores o rondas de los ríos, los cuales son ocupados con frecuencia del orden de una vez en 10 años. Las Zonas inundables se clasifican de acuerdo con las causas que generan las inundaciones. Estas causas son las siguientes:

1. Encharcamiento por lluvias intensas sobre áreas planas.
2. Encharcamiento por deficiencias de drenaje superficial.
3. Desbordamiento de corrientes naturales.
4. Desbordamiento de ciénagas.
5. Avalanchas producidas por erupción volcánica, sismos, deslizamientos y formación de presas naturales.
6. Obstáculos al flujo por la construcción de obras

civiles: Puentes, espolones y obras de encauzamiento, viviendas en los cauces y represamientos para explotación de material aluvial.

## 7. Sedimentación.

**Zona de protección.** La faja de terreno inmediata a las presas, estructuras hidráulicas e instalaciones conexas, para su protección y adecuada operación, conservación y vigilancia, de acuerdo con lo dispuesto por la Comisión Nacional del Agua cuando dichas obras sean de propiedad federal y en caso de ser infraestructura local, la que establezca el Plan de Desarrollo Urbano y/o la normativa técnica de este Plan Sectorial.

**Zona Urbana.** Relativo a la ciudad.



## I. INTRODUCCIÓN

El Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial se genera a partir de la necesidad de contar con un instrumento que permita definir las directrices y estrategias que se requieren para proceder a dar solución de manera ordenada y progresiva al problema de las inundaciones en la ciudad y del riesgo que estas representan para la población, fundamentalmente motivado por un proceso histórico de crecimiento urbano desvinculado a una planeación acorde con las características del entorno natural, en el cual se encuentra enclavada la Sierra de Juárez, caracterizada por fuertes pendientes que le imprimen importantes velocidades a los escurrimientos pluviales que drenan desde las partes altas, matizadas por una topografía muy irregular y accidentada, que conforme se aleja de la formación montañosa, se hace menos escarpada hasta gradualmente constituirse en un valle que se amplía en sentido de Norte a Sur.

La construcción de un sistema para el control de avenidas pluviales durante la década de los sesentas, permitió en su momento dar respuesta al control de las avenidas, creando para ello una serie de estructuras de regulación, que hacen posible contener los volúmenes escurridos y los arrastres de suelo, permitiendo desfogar de manera controlada los volúmenes captados y descargarlos en los arroyos que cruzan por la ciudad. Esta estrategia original, recomendó el encauzamiento y canalización de los escurrimientos por entre la traza urbana, para descargarlos hacia el río Bravo o bien hacia otras estructuras de drenado como los drenes agrícolas, sin embargo el descuido de las autoridades encargadas mantener y operar el sistema pluvial y de manejar la planeación del desarrollo urbano, originó que gran parte de la infraestructura gradualmente pasara por un proceso de desatención, a la vez que contribuyó al asentamiento de la población de manera irregular en los arroyos y diques. Esto finalmente trajo como consecuencia el tener que utilizar el sistema de drenaje sanitario como una solución intermedia, olvidándose de crear la infraestructura requerida para el manejo adecuado de los escurrimientos de las aguas pluviales.

De manera muy particular los escurrimientos de agua pluvial han sido considerados en esta ciudad como un elemento natural que necesariamente debe ser controlado y/o desalojado de las áreas urbanas, poniendo poca atención en la utilización de estos volúmenes. La baja disponibilidad de agua en la región ha obligado la búsqueda de nuevas alternativas para seguir sosteniendo el ritmo de crecimiento de esta ciudad, y aunque se han hecho algunos esfuerzos mediante la incorporación de estructuras hidráulicas que favorezcan la conservación del agua, tales como parques hundidos, pozos de absorción y otros tipos de estructuras, esto se ha hecho hasta hoy en día, pensando en solucionar de manera particular el manejo de los escurrimientos en cada uno de los predios que se han urbanizado o bien se encuentran en proceso de urbanización, ciertamente esta es y ha sido una solución que responde a proyecciones temporales de muy corto alcance, sin embargo no es quizá la mejor, ya que el atomizar el número de estructuras como pueden ser los pozos de absorción que requieren de mantenimiento constante y vigilancia para los mismos, la solución se revierte, creando problemas adicionales si no se cuenta con la estructura operativa dentro de las instancias de gobierno para mantener en operación esta infraestructura. Es preciso recordar, que quien lleva a cabo un desarrollo habitacional o de cualquier otra índole, se encuentra obligado a crear la infraestructura necesaria para el control y desalojo de las aguas pluviales en su predio, y por lo general no toma en cuenta el resto de las superficies circundantes, al final, éste entrega las obras de control para que el municipio se haga cargo de las mismas, cuando que no existe como ya se ha mencionado, una instancia a la fecha, dedicada a vigilar la operación y mantenimiento de ellas.

Debemos hacer énfasis en que la problemática de las inundaciones requiere de un esquema integral y no de soluciones predio por predio. Es menester generar con anticipación la planificación en materia de control, manejo y aprovechamiento de escurrimientos pluviales, incluyendo las Mejores Prácticas de Manejo (MPM) posibles, y por supuesto fundamentar las propuestas mediante estudios de Beneficio / Costo para cada Zona y de aquellas en crecimiento. De manera muy especial la Zona de la Laguna intermitente de El Barreal, debe ser atendida prioritariamente ante la magnitud de la problemática que enfrenta, respecto a la superficie inundable y la pretensión de ser abierta al desarrollo urbano en el corto plazo.

Siendo el Instituto Municipal de Investigación y Planeación Municipal, el responsable en el municipio de proponer y desarrollar las estrategias de desarrollo urbano, ha considerado que la solución al problema de los escurrimientos pluviales, no debe ser solo para las nuevas zonas de crecimiento, sino también para el resto de la ciudad, con una visión de carácter holístico, que vaya más allá de las soluciones parciales, en la búsqueda de un proceso de administración de las aguas pluviales, vinculado al Desarrollo Sustentable e íntimamente ligado a las acciones de conservación y restauración del entorno ambiental, para que las estrategias y soluciones que se propongan e instrumenten se proyecten de manera gradual sin perder la visión de la factibilidad de su implementación en el corto y mediano plazo.

En este instrumento, se describe el desarrollo de las estrategias para un uso más eficiente del agua en la región, incorporando los volúmenes de agua pluvial a un esquema real de apoyo a los esfuerzos de conservación del recurso, un aprovechamiento eficiente de los mismos, las estrategias para el control y su manejo, evitando al máximo el desalojo y exportación estos importantes volúmenes hacia otras cuencas y favoreciendo el medio natural, como el elemento vital de Sustentabilidad de todas las actividades que se llevan a cabo en la región.

## II.- MARCO JURÍDICO





## I. MARCO JURIDICO:

Durante el año 2001, en materia de desarrollo urbano, fue elaborado el "Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio" para el periodo de gobierno 2001-2006, en el que se expone entre otras cosas, que "el deterioro de los recursos naturales ha puesto en gran riesgo la Sustentabilidad del desarrollo en nuestro país."

Por esta razón se ha incluido "el cuidado del medio ambiente como un asunto prioritario dentro de la agenda de seguridad nacional", exhortándose a todo el país a través de diversos programas de concientización, a detener y revertir la pérdida del capital natural: agua, bosques y selvas. Para fortalecer este tipo de acciones y coadyuvar al uso eficiente de los recursos acuíferos, la C.N.A. ha publicado en el Diario Oficial de la Federación, algunas Normas Oficiales Mexicanas, como normas definitivas obligatorias. Y es que realmente hay una genuina necesidad de crear conciencias entre los diferentes actores sociales respecto al valor económico que tiene el agua y el costo que representa extraerla y suministrarla, destacando el beneficio que obtiene la sociedad en su conjunto.

El marco jurídico de actuación Federal en que se apoyan los diferentes Planes de Desarrollo Urbano, se encuentra dispersa en diferentes instrumentos legales, como son: la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en los artículos: 26, 27 párrafos primero, tercero y cuarto; 73 Fracción XXIX-C y XXIX-D; Así como el artículo 115 Fracción V, inciso a); La Constitución Política del Estado de Chihuahua; La Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua; Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; Ley Nacional de Planeación en su artículo: 28; Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en sus artículos: 4, 8 y 23; y la Ley General de Asentamientos Humanos en sus artículos: 6 y 9.

Complementando lo anterior, pero dentro del ámbito Estatal y Municipal, se encuentra el Código Municipal para el Estado de Chihuahua; La Ley Ecológica para el Estado de Chihuahua; Ley de Planeación para el estado de Chihuahua; El Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, Chihuahua; y El Reglamento de Planeación para el Municipio de Juárez.

De conformidad con los artículos 9, 15 y 16 de la Ley General de Asentamientos Humanos; Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua, Artículo 37.- Corresponde a los municipios en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, formular, aprobar y administrar los Planes o Programas Municipales de Desarrollo Urbano, de Centros de Población y los demás que de estos deriven, así como evaluar y vigilar su cumplimiento, de conformidad con la legislación local. Los municipios ejercerán sus atribuciones en materia de Desarrollo Urbano a través de los Cabildos de los Ayuntamientos o con el control y evaluación de estos. Artículo 169, las fosas sépticas y los drenes superficiales para el desalojo del agua pluvial, se permitirán solo cuando las condiciones topográficas así lo demanden. Sin embargo las primeras se encuentran prohibidas en zonas de recarga acuifera y en las zonas urbanas; Artículo 171, los propietarios de terrenos que cuenten con escurrimientos naturales, deberán realizar obras de canalización y encauzamiento, revestimiento de conducción y aprovechamiento, mediante la construcción de bordos, diques o represas, conforme al estudio hidráulico que la autoridad municipal estipule, en cuanto a su ubicación y tipo.

En julio del año 2002, tomando en cuenta la estrategia general de desarrollo urbano que se aplica a nivel nacional, y que obra, como ya se mencionó anteriormente, en las diferentes legislaciones Federales, Estatales y Municipales, se concluyó la elaboración del Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, Chihuahua. En los talleres de participación ciudadana que se realizaron con motivo del proceso de elaboración del mismo, se pudo percibir dentro de algunas de las necesidades planteadas, que las actividades productivas demandan el aprovechamiento eficiente del agua en todas sus acepciones, para sostener el crecimiento de la población y las actividades económicas, a fin de asegurar la disponibilidad y la calidad del recurso hídrico existente.

En el artículo 22, fracción II, de la Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Chihuahua, se establece que los Planes Municipales de Desarrollo Urbano y de Centros de Población pueden ser actualizados y complementados, mediante la incorporación de los



#### Diagnóstico

resultados de la Planeación Sectorial a mayor detalle y profundidad de la Infraestructura, equipamiento y servicios de cobertura municipal.

Por otra parte, en lo relativo a las Normas Generales del Desarrollo Urbano, incluidas en el Plan de Desarrollo Urbano en cita, se establece que “Las acciones urbanas que impliquen un desarrollo urbano, requerirán resolver la dotación de la infraestructura básica y el drenaje pluvial.” Y que “Cada porción de suelo que se vaya desarrollando aportará los derechos de agua correspondientes a la superficie por urbanizar, en función de los requisitos que hayan sido establecidos por la autoridad competente y a través de los planes maestros o planes sectoriales que para tal efecto se elaborarán.”

En este contexto, debemos entender que el Plan Sectorial de Infraestructura y Drenaje Pluvial que aquí nos ocupa, se deriva del Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, Chihuahua, y que este tiene como objetivo primordial la planeación a mayor detalle y profundidad de la Infraestructura, Equipamiento y Servicios de cobertura municipal, para el manejo integral de las aguas pluviales, sus escurrimientos, encauzamientos, almacenamientos y procesos que deriven en el aprovechamiento sustentable del recurso.

El esquema que se pretende llevar a cabo en la elaboración del Plan Sectorial en cuestión, está dirigido a lograr la planeación correctiva de las diversas zonas de la ciudad que requieren soluciones para evitar las inundaciones y daños causados a la población por los escurrimientos sin control, mediante la utilización de prácticas de manejo y obras adecuadas, así como de la Planeación Hidrológica Estratégica en las nuevas zonas de crecimiento y en proceso de urbanización.

Con fundamento en la Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Chihuahua y como seguimiento a las necesidades planteadas durante los Foros de Consulta Pública, generados durante el proceso de planeación participativa de la población, para la elaboración del Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, Chihuahua, este documento tiene como objetivo primordial impulsar la planeación a mayor detalle y profundidad de las estrategias para resolver la compleja problemática de los escurrimientos pluviales.

## DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES

### LEY DE AGUAS NACIONALES

En el Título Cuarto, capítulo I, **artículos 16, 17 y 18** de la Ley de Aguas Nacionales, se establece lo concerniente a Derechos de Uso o Aprovechamiento de Aguas Nacionales.:

**“Artículo 16.-** Son aguas nacionales, las que se enuncian en el párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aún cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso original, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.”

**“Artículo 17.-** Es libre la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales superficiales por medios manuales para fines domésticos y de abrevadero, siempre que no se desvíen de su cauce ni se produzca una alteración en su calidad o una disminución significativa en su caudal, en los términos del reglamento.”

**“Artículo 18.-** Las aguas nacionales del subsuelo podrán ser libremente alumbradas mediante obras artificiales, excepto cuando el Ejecutivo Federal por causa de interés público reglamente su extracción y utilización, establezca zonas de veda o declare su reserva.

Independientemente de lo anterior, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo causará las contribuciones fiscales que señale la ley. En las declaraciones fiscales correspondientes se deberá señalar que se encuentra inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua, en los términos de la presente ley.”

En los Artículos 83 y 84 de la Ley de Aguas Nacionales, se establece lo concerniente a Control de Avenidas y Protección contra Inundaciones.:

**“Artículo 83.-** La Comisión Nacional del Agua, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, o en concertación con personas físicas o morales, podrá construir y operar, según sea el caso,



las obras para el control de avenidas y protección de zonas inundables, así como caminos y obras complementarias que hagan posible el mejor aprovechamiento de las tierras y la protección a centros de población, industriales y, en general, a las vidas de las personas y de sus bienes.

La Comisión Nacional del Agua, en los términos del reglamento, clasificará las zonas en atención a sus riesgos de posible inundación, emitirá las normas y recomendaciones necesarias, establecerá las medidas de operación, control y seguimiento y aplicará los fondos de contingencia que se integren al efecto.”

**“Artículo 84.-** La Comisión Nacional del Agua determinará la operación de la infraestructura hidráulica para el control de avenidas y tomará las medidas necesarias para dar seguimiento a fenómenos climatológicos extremos, promoviendo o realizando las acciones preventivas que se requieran; Asimismo, realizará las acciones necesarias que al efecto acuerde su Consejo Técnico para atender las zonas de emergencia hidráulica o afectadas por fenómenos climatológicos extremos, en coordinación con las autoridades competentes.”

En los **Artículos 85, 86, 87, 91 y 96** de la Ley de Aguas Nacionales, se establece lo concerniente a Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas.:

**“ Artículo 85.** Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, en los términos de ley.”

**“Artículo 86.** La Comisión” tendrá a su cargo:

I.- Promover y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura federal y los servicios necesarios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas respectivas y las condiciones particulares de descarga, en los términos de ley;

II.- Formular programas integrales de protección de los recursos hidráulicos en cuencas hidrológicas y acuíferos, considerando las relaciones existentes entre los usos del suelo y la cantidad y calidad del

agua;

VI.- Promover o realizar las medidas necesarias para evitar que basura, desechos, materiales y sustancias tóxicas, y lodos producto de los tratamientos de aguas residuales, contaminen las aguas superficiales o del subsuelo y los bienes que señala el artículo 113; y

VII.- Ejercer las atribuciones que corresponden a la Federación en materia de prevención y control de la contaminación del agua y de su fiscalización y sanción, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, salvo que corresponda a otra dependencia conforme a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.”

**“Artículo 87.-** «La Comisión» determinará los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos pueden recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas, mediante la expedición de Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales, las cuales se publicarán en el Diario Oficial de la Federación, lo mismo que sus modificaciones, para su observancia.

Las declaratorias contendrán:

I.- La delimitación del cuerpo de agua clasificado;

II.- Los parámetros que deberán cumplir las descargas según el cuerpo de agua clasificado conforme a los periodos previstos en el reglamento de esta ley;

III.- La capacidad del cuerpo de agua clasificado para diluir y asimilar contaminantes; y

IV.- Los límites máximos de descarga de los contaminantes analizados, base para fijar las condiciones particulares de descarga.”

**“Artículo 91.-** La infiltración de aguas residuales para recargar acuíferos, requiere permiso de “La Comisión” y deberá ajustarse a las normas oficiales mexicanas que al efecto se emitan.”

**“Artículo 96.** La Comisión Nacional del Agua promoverá en el ámbito de su competencia, las normas o disposiciones que se requieran para hacer compatible el uso de los suelos con el de las aguas, con el objeto de preservar la calidad de las mismas dentro de un ecosistema, cuenca o acuífero.”



En los **Artículos 97, 98, 99, 100 y 101** de la Ley de Aguas Nacionales, se establece lo concerniente a Inversión e Infraestructura Hidráulica.:

**“Artículo 97.-** Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por sí o por terceros, cualesquiera obra de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento.

La administración y operación de estas obras serán responsabilidad de los usuarios o de las asociaciones que formen al efecto, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales.”

**“Artículo 98.-** Cuando con motivo de dichas obras se pudiera afectar el régimen hidráulico e hidrológico de los causes o vasos propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, y en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda se requerirá del permiso en los términos de los artículos 23 y 42 de esta ley y su reglamento.

En estos casos, la Comisión Nacional del Agua podrá expedir las normas oficiales mexicanas que se requieran o las que le soliciten los usuarios. Igualmente, supervisará la construcción de las obras, y podrá en cualquier momento adoptar las medidas correctivas que sea necesario ejecutar para garantizar el cumplimiento del permiso y de dichas normas.”

**«Artículo 99.-** La Comisión» proporcionará a solicitud de los inversionistas, concesionarios o asignatarios, los apoyos y la asistencia técnica para la adecuada construcción, operación, conservación, mejoramiento y modernización de las obras hidráulicas y los servicios para su operación. “La Comisión” proporcionará igualmente los apoyos y la asistencia técnica que le soliciten para la adecuada operación, mejoramiento y modernización de los servicios hidráulicos para su desarrollo autosostenido, mediante programas específicos que incluyan el manejo eficiente y la conservación del agua y el suelo, en colaboración con las organizaciones de usuarios.”

**“Artículo 100.-** “La Comisión” establecerá las normas o realizará las acciones necesarias para evitar que la

construcción u operación de una obra altere desfavorablemente las condiciones hidráulicas de una corriente o pongan en peligro la vida de las personas y la seguridad de sus bienes.”

**“Artículo 101.-** «La Comisión» realizará por sí o por terceros las obras públicas federales de infraestructura hidráulica que se desprendan de los programas de inversión a su cargo, conforme a la ley y disposiciones reglamentarias. Igualmente, podrá ejecutar las obras que se le soliciten y que se financien total o parcialmente con recursos distintos de los federales. En caso de que la inversión se realice total o parcialmente con recursos federales, o que la infraestructura se construya mediante créditos avalados por el Gobierno Federal, “La Comisión” en el ámbito de su competencia establecerá las normas, características y requisitos para su ejecución y supervisión, salvo que por ley correspondan a otra dependencia o entidad.”

En el Artículo 102 de la Ley de Aguas Nacionales, se establece lo concerniente a Participación de Inversión Privada y Social en Obras Hidráulicas Federales.:

**“Artículo 102.-** Se considera de interés público la promoción y fomento de la participación de los particulares en el financiamiento, construcción y operación de infraestructura hidráulica federal, así como en la prestación de los servicios respectivos.

Para tal efecto, “La Comisión” podrá:

I.- Celebrar con particulares contratos de obra pública y servicios con la modalidad de inversión recuperable, para la construcción, equipamiento y operación de infraestructura hidráulica federal, pudiendo quedar a cargo de una empresa la responsabilidad integral de la obra y su operación, en los términos del Reglamento;

II.- Otorgar concesión total o parcial para operar, conservar, mantener, rehabilitar y ampliar la infraestructura hidráulica construida por el Gobierno Federal y la prestación de los servicios respectivos; y

III.- Otorgar concesión total o parcial para construir, equipar y operar la infraestructura hidráulica federal y para prestar el servicio respectivo. Para el trámite, duración, regulación y terminación de la concesión a la que se refiere la fracción II, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley para las



concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de agua y lo que disponga el reglamento. Los usuarios de dicha infraestructura tendrán preferencia en el otorgamiento de dichas concesiones.”

En los Artículos 113, 114, 116 Y 117 de la Ley de Aguas Nacionales, se establece lo concerniente a Bienes Nacionales a cargo de “LA COMISION”:

**“Artículo 113.-** La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de “La Comisión”:

II.- Los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional;

III.- Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;

IV.- Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el artículo 3o. de esta Ley;

V.- Los terrenos de los cauces y los de los vasos de lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, descubiertos por causas naturales o por obras artificiales;

VII.- Las obras de infraestructura hidráulica financiadas por el Gobierno Federal, como presas, diques, vasos, canales, drenes, bordos, zanjas, acueductos, distritos o unidades de riego y demás construidas para la explotación, uso, aprovechamiento, control de inundaciones y manejo de las aguas nacionales, con los terrenos que ocupen y con las zonas de protección, en la extensión que en cada caso fije “La Comisión”. En los casos de la fracciones IV, V y VII la administración de los bienes, cuando corresponda, se llevará a cabo en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad.”

**“Artículo 116.-** Los terrenos ganados por medios artificiales al encauzar una corriente o al limitar o desecar parcial o totalmente un vaso de propiedad nacional, pasarán del dominio público al privado de la Federación mediante decreto de desincorporación. Las obras de encauzamiento o limitación se considerarán como parte integrante de los cauces y vasos correspondientes, y de la zona federal y de la zona de protección respectivas, por lo que estarán sujetas al dominio público de la Federación.”

**“Artículo 117.-** Por causas de interés público, el Ejecutivo Federal, a través de “La Comisión”, podrá reducir o suprimir mediante declaratoria la zona federal de corrientes, lagos y lagunas de propiedad nacional, así como la zona federal de la infraestructura hidráulica, en las porciones comprendidas dentro del perímetro de las poblaciones.

Las entidades federativas y los municipios o en su caso los particulares interesados en los terrenos a que se refiere este artículo, deberán realizar previamente las obras de control y las que sean necesarias para reducir o suprimir la zona federal.

“La Comisión” podrá convenir con los gobiernos de las entidades federativas o municipios, o en su caso con los particulares interesados, por asignación o por subasta pública, que éstos se hagan cargo de la custodia, conservación y mantenimiento de dichos bienes.”

## REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES

**“Artículo 3º.-** Para efectos del artículo 1º., de la «Ley», y de este «Reglamento», las disposiciones respectivas se aplican a las aguas continentales. La regulación en materia de preservación y control de la calidad del agua, en los términos de la «Ley» y el Título Séptimo del presente «Reglamento», se aplica también a las aguas de las zonas marinas mexicanas que define como tales el artículo 3o., de la Ley Federal del Mar.”

**“Artículo 4º.-** Para efectos de las fracciones VIII del artículo 3o., y IV, del artículo 113 de la «Ley», por lo que se refiere a la delimitación, demarcación y administración de las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, se estará a lo siguiente:

I.- El nivel de aguas máximas ordinarias a que se refiere la fracción VIII, del artículo 3o., de la «Ley», se entiende como el que resulta de la corriente ocasionada por la creciente máxima ordinaria dentro de un cauce sin que en éste se produzca desbordamiento. La creciente máxima ordinaria estará asociada a un período de retorno de cinco años.

Para el caso de corrientes que presenten flujo nulo



Diagnóstico

durante uno o más años de su período de registro, “La Comisión” determinará el período de retorno equivalente que tome en cuenta esta situación. Para el caso de estas corrientes y de las cuencas sin registro hidrométrico, la creciente máxima ordinaria se obtendrá a partir de tormentas máximas ordinarias, a las que se asociará el período de retorno correspondiente y el cálculo del escurrimiento respectivo se hará con las normas oficiales mexicanas que expida “La Comisión”. Para determinar la creciente máxima ordinaria de un cauce ubicado aguasabajo de una presa, se deberá considerar la ocurrencia simultánea de la creciente máxima ordinaria que genera la cuenca propia de dicho cauce y los caudales máximos posibles que descarga la presa, después de regular la creciente máxima ordinaria que genera su cuenca alimentadora, para el mismo período de retorno de cinco años.

En los ríos en llanuras de inundación, para efectos de lo dispuesto en este artículo, se tomará el punto más alto de la margen o ribera.

En el caso de barrancas profundas, “La Comisión” determinará la ribera o zona federal de corrientes o depósitos de agua, únicamente cuando la inclinación de dicha faja sea de treinta grados o menor, en forma continua;

IV.- La delimitación y demarcación del cauce y zona federal se llevará a cabo por “La Comisión” o por tercero autorizado, y a su costa, observándose el siguiente procedimiento:

- a). Una vez realizados los trabajos de delimitación, se publicará aviso de demarcación en el Diario Oficial de la Federación y en el periódico de mayor circulación de la entidad federativa correspondiente, notificándose simultáneamente en forma personal, a los propietarios colindantes;
- b). Se levantará acta circunstanciada, en la que se asienten los trabajos realizados, los documentos que exhibieron los propietarios colindantes y lo que hayan manifestado, así como la fijación de las mojoneras provisionales;
- c). Los trabajos técnicos de delimitación y los planos correspondientes estarán a disposición de los interesados, para que en un término que no exceda de 10 días hábiles, a partir de la fecha de levantamiento del acta circunstanciada, expongan lo que a su derecho convenga, vencido dicho plazo “La Comisión” resolverá en un término no mayor a

15 días hábiles sobre la demarcación correspondiente.”

**“Artículo 5º.-** Para efectos de la fracción XIII, del artículo 3º., de la “Ley”, “La Comisión” para fijar la extensión de las zonas de protección de las presas, estructuras hidráulicas e instalaciones conexas, se sujetará a las condiciones de seguridad y del necesario mantenimiento y operación eficiente de la infraestructura hidráulica, así como sus ampliaciones futuras, según se desprenda de los diseños respectivos, y en todo caso la anchura de la franja alrededor de la infraestructura no excederá de 50 metros.”

**“Artículo 12.-** Para efectos de lo dispuesto en la fracción XV, artículo 9º., de la “Ley”, la declaratoria de aguas nacionales que emita “La Comisión” tendrá por objeto hacer del conocimiento de los usuarios las corrientes o depósitos de agua que tienen tal carácter, sin que la falta de declaratoria afecte su carácter de nacional.

Para expedir la declaratoria respectiva se realizarán o se recabarán los estudios técnicos que justifiquen o comprueben que la corriente o depósito de que se trate reúne las características que la “Ley” señala para ser aguas nacionales, igualmente se tomarán en cuenta los criterios que se señalan en el artículo 4o., de este “Reglamento”.

La declaratoria correspondiente se publicará en el Diario Oficial de la Federación, y comprenderá además de la descripción general y las características de dicha corriente o depósito de agua nacional, los cauces, vasos y zonas federales, sin que sea necesario efectuar las demarcaciones en cada caso.”

**«Artículo 28.** Para efectos del Artículo 17 de la Ley de Aguas Nacionales, es libre la explotación, uso o aprovechamiento de aguas superficiales por medios manuales para uso doméstico o abrevadero, siempre y cuando no exista una disminución significativa de su caudal. Se presumirá que existe disminución cuando la extracción se efectúe mediante sistemas de bombeo, equipo o cualquier otro medio mecánico o eléctrico que haga presuponer un consumo mayor al que se requiere normalmente para uso doméstico o abrevar el ganado, que conforme a la Ley Agraria se



puede tener en los terrenos colindantes con la ribera o zona federal respectiva.”

**“Artículo 127.-** La Comisión Nacional del Agua fomentará el establecimiento de programas integrales de control de avenidas y prevención de daños por inundaciones, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas que al efecto se requieran. Dentro de la programación hidráulica se fomentará el desarrollo de proyectos de infraestructura para usos múltiples, en los cuales se considere el control de avenidas y la protección contra inundaciones.

Conforme a lo anterior, La Comisión Nacional del Agua podrá prestar la asesoría y apoyo técnico que se le requieran para el diseño y construcción de las obras que controlen corrientes de propiedad nacional, así como las relativas a la delimitación de zonas federales. El comportamiento y operación de las obras que no diseñe o construya directamente La Comisión Nacional del Agua será responsabilidad de quien las realice.”

**“Artículo 129.-** «La Comisión», en el ámbito de su competencia y en coordinación con las demás autoridades competentes y con las personas responsables, promoverá la integración y actualización de un inventario del estado de las obras hidráulicas públicas, privadas o sociales, con la finalidad de identificar medidas necesarias para la protección de la infraestructura hidráulica.

Conforme a lo anterior, la ejecución de las medidas identificadas será responsabilidad de los titulares de las obras y en su caso de los administradores o concesionarios que tengan a su cargo su operación y conservación, sin perjuicio de la responsabilidad que corresponda a los primeros.”

**“Artículo 130.-** «La Comisión», conforme a los lineamientos que acuerde su Consejo Técnico, promoverá el establecimiento y aplicación de fondos de contingencia, integrados con aportaciones de la Federación, de los gobiernos de las entidades federativas y de las personas interesadas, para lograr la disminución de daños y prever la solución de problemas.”

**«Artículo 131.** Para efectos de los artículos 83 y 98 de la Ley de Aguas Nacionales, La Comisión Nacional del Agua, en el ámbito de su competencia, otorgará el permiso para la construcción de obras públicas de protección contra inundaciones o promoverá su construcción y operación, según sea el caso, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, o en concertación con las personas físicas o morales interesadas. No quedan comprendidas en lo dispuesto en este artículo, las obras públicas de drenaje pluvial en los centros de población, las cuales están a cargo y bajo la responsabilidad de las autoridades locales.”

**“Artículo 132.** La Comisión Nacional del Agua promoverá y, en su caso, realizará los estudios necesarios que permitan clasificar las zonas inundables asociadas a eventos con diferente probabilidad de ocurrencia, en atención a los riesgos que presentan a corto y largo plazos. Asimismo promoverá, dentro de la programación hidráulica, el establecimiento de las zonas restringidas y de normas para el uso de dichas zonas, que establezcan las características de las construcciones con objeto de evitar pérdidas de vidas y daños.”

**“Artículo 157.** Para efectos del artículo 98 de la «Ley», las personas que pretendan realizar obras que impliquen desviación del curso de las aguas nacionales de su cauce o vaso, alteración al régimen hidráulico de las corrientes o afectación de su calidad, al solicitar el permiso respectivo de “La Comisión”, deberán acompañar el proyecto y programa de ejecución de las obras que pretendan realizar, y demostrar que no se afecta riesgosamente el flujo de las aguas ni los derechos de terceros aguas abajo.

“La Comisión” resolverá si acepta o rechaza el proyecto y, en su caso, dará a conocer a los interesados las modificaciones que deban de hacer a éste para evitar que cualquier afectación al régimen hidrológico de las corrientes no imponga riesgos en la seguridad de las personas y sus bienes, no altere la calidad del agua ni los derechos de terceros.

En el permiso respectivo, “La Comisión” fijará los plazos aproximados para que los solicitantes realicen los estudios y formulen los proyectos definitivos, inicien las obras y las terminen.



Diagnóstico

*El procedimiento a que se refiere este artículo se aplicará a las obras o trabajos que se realicen para dragar, desecar y en general, modificar el régimen hidráulico de los cauces, vasos, lagos, lagunas y demás depósitos de agua de propiedad nacional."*

**"Artículo 167.-** Los propietarios de los terrenos colindantes con los bienes nacionales a cargo de "La Comisión", a que se refiere el artículo 113 de la "Ley", deberán permitir, cuando no existan vías públicas u otros accesos para ello, el libre acceso a dichos bienes por lugares que para el efecto convenga "La Comisión" con los propietarios, teniendo derecho al pago de la compensación que fije "La Comisión" con base en la justipreciación que se formule conforme a la ley.

*En caso de negativa por parte del propietario colindante, "La Comisión" solicitará la intervención de la Procuraduría General de la República, para que por su conducto, se inicie el juicio respectivo tendiente a obtener la declaratoria de servidumbre de paso."*

**"Artículo 168.-** Los propietarios de los terrenos colindantes o aledaños a las riberas o a la zona federal a cargo de "La Comisión", de conformidad con lo que prevé el párrafo tercero del artículo 114 de la "Ley", deberán dar aviso por escrito a la misma cuando tengan conocimiento de que debido a las corrientes o movimientos de agua en los vasos se estén cubriendo o inundando sus terrenos en forma continua o cíclica. En este caso, los interesados darán aviso asimismo de la ejecución de las obras de defensa o rectificación que en su caso pretendan realizar, mismas que deberán sujetarse a los requisitos técnicos que establezca "La Comisión".

**"Artículo 171.-** Para efectos de los artículos 97 y 98 de la "Ley":

*I.- Sólo podrán ejecutarse obras para encauzamiento, dragado, limitación o desecación parcial o total de corrientes y depósitos de agua de propiedad nacional, previo permiso de "La Comisión", la que determinará la forma y términos para ejecutar dichas obras, y*

*II.- "La Comisión", en el ámbito de su competencia, podrá permitir la construcción de canales y dársenas en la ribera o zona federal de corrientes, lagos o lagunas a su cargo.*

*El permiso a que se refiere el presente artículo se podrá tramitar conjuntamente con la concesión de la zona federal a cargo de "La Comisión", cuando ésta se requiera para el proyecto aprobado o con motivo de la actividad a realizar."*

**"Artículo 172.-** Para efectos del artículo anterior, los permisos que se otorguen para realizar las obras respectivas, deberán contener entre otros los siguientes datos:

*I.- Nombre, nacionalidad y domicilio de la persona física o moral a quien se otorgue el permiso;*

*II.- Plazo para la realización de las obras;*

*III.- Condiciones técnicas que deban cumplirse, y*

*IV.- Uso o aprovechamiento que se hubiese solicitado para los terrenos que se ganen con el encauzamiento, limitación o desecación de la corriente o vaso respectivo."*

**"Artículo 173.-** Para efectos del artículo 117 de la "Ley", cuando la zona federal de corrientes, lagos y lagunas se encuentren dentro del perímetro o fundo legal de las poblaciones de su jurisdicción, las autoridades estatales o municipales acompañarán a su solicitud el plano del área urbana, para que se determinen las zonas federales de supresión o desincorporación.

*Revisados y aprobados los planos, "La Comisión" convocará a los colindantes a través de aviso de demarcación publicado en el Diario Oficial de la Federación y en la gaceta o periódico oficial de la o de las entidades federativas respectivas, para que el día y hora que se señale estén presentes y tengan conocimiento de los límites de la zona federal que colinda con su predio. Enterados y estando de acuerdo los colindantes con los linderos señalados, se levantará un acta en la que se hará constar su conformidad."*

## PLAN DE DESARROLLO URBANO DE CIUDAD JUAREZ

*"En materia de Uso, Manejo, Aprovechamiento y*



*Disposición Final del Agua en cualquier desarrollo urbano, se deberá cumplir con las Normas Técnicas NMX para calidad de los productos, equipos, maquinarias, materiales y servicios que se utilizan en la construcción de infraestructura hidráulica o en el manejo, conducción y distribución de agua en todos sus usos, así como con las Normas Ecológicas (ECOL) para el control y conservación de su calidad y cantidad, así como de Salud (SS) conforme a la legislación vigente. “*

*“A fin de establecer una planeación apropiada para las zonas de reserva, es necesario que los proyectos que se presenten a la autoridad competente para su autorización en materia de control y manejo de aguas pluviales, consideren de manera obligada los estudios, planes maestros y criterios en esta materia, contenidos en el plan de desarrollo urbano y en las guías técnicas de diseño para encauzamientos y estructuras de control y aprovechamientos hidráulicos.”*

*“Para las acciones urbanas que impliquen un desarrollo urbano, se requerirá resolver la dotación de la infraestructura básica y el drenaje pluvial. La aprobación de cualquier desarrollo ubicado en las áreas de reserva para crecimiento, se deberá contar con el análisis de las factibilidades de agua potable en términos legales y en términos técnicos.”*

*“Los costos de dotación de infraestructura para el desarrollo correrán a cargo de propietarios fraccionadores, promotores o promoventes, de acuerdo a los artículos 124, 130 y 143 de la Ley de desarrollo urbano del Estado, a través de los procedimientos establecidos en leyes y reglamentos para cada tipo de acción urbana y en su caso, en función de los esquemas previstos en este plan para distribuir equitativamente los costos entre los propietarios beneficiarios.”*

*“Asimismo, con la finalidad de fomentar el reuso de las aguas residuales, se promoverá el uso de líneas de agua tratada en aquellas zonas en que se contemple la construcción de sistemas de tratamiento de agua residual con factibilidad para su aprovechamiento en los desarrollos urbanos. El riego de parques y áreas verdes se hará con agua de reuso, así como las obras de urbanización y la construcción que no requieran de agua potable. “*

*“Debido a que las aguas subterráneas son la única fuente actual de abastecimiento de agua potable en*

*la ciudad, la protección de las mismas respecto de la contaminación antropogénica adquiere gran importancia. Por ello se debe tomar en cuenta que la autorización para el asentamiento de industrias y establecimientos de servicio que puedan representar riesgo de contaminación del suelo y por consiguiente de las aguas subterráneas, deben tomar en cuenta el estudio de los Índices de Vulnerabilidad a la Contaminación del Sistema Acuífero de la Zona Urbana de Cd. Juárez, JMAS, 1997, considerando el término de Vulnerabilidad como las características intrínsecas que determinan la sensibilidad de un acuífero a ser adversamente afectado por una carga contaminante (Foster, 1987). “*

*“Es responsabilidad de la autoridad competente, exigir previo a la autorización de los permisos correspondientes, un análisis de los riesgos que represente la ubicación propuesta de la actividad que se trate, tomando en cuenta todos los elementos de ordenamiento territorial, los lineamientos técnicos en materia de prevención de la contaminación y los planos de vulnerabilidad, con objeto de reducir al mínimo el potencial de afectación en caso de derrames, o cualquier evento incidental que pueda suscitarse. Por lo que debe garantizar la observación de todas las normas y reglamentaciones para el manejo de químicos, solventes, combustibles, residuos peligrosos, fertilizantes y plaguicidas.”*

### III.- METODOLOGÍA





### III.1. ZONIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Se tomaron como base, los planos y características de los arroyos descritos por la Comisión Nacional del Agua y que aparecen en el documento "Sistema Integral de Regulación y Drenaje Pluvial para Ciudad Juárez, Chihuahua", respetando la nomenclatura de las 8 Zonas en que fue dividida la Cuenca General con influencia primaria para la ciudad. El propósito fundamental fue el de hacer compatibles los resultados del nuevo estudio con el ya mencionado y otros que se han realizado con anterioridad. De esta manera se obtuvieron valores con mayor precisión con relación a los volúmenes de lluvia por periodos de retorno, los caudales que se generan y los gastos esperados en función de las condiciones fisiográficas y topográficas actuales, los coeficientes de escurrimiento ("N" de Chow), los tiempos de concentración (tc en horas) y los tiempos de retraso (tr en horas), para cada una de las Sub-cuencas y Micro-Cuencas consideradas. La información fue seleccionada y clasificada con el orden requerido para cumplir con los objetivos del presente estudio, destacándose entre otros, la información sobre:

- Climatología,
- Topografía,
- Crecimiento Histórico de la Ciudad,
- Usos del Suelo,
- Hidrología,
- Planes Sectoriales,
- Geología y
- Geohidrología

De manera muy especial se hace énfasis en la información climatológica e hidrométrica.

La información climatológica incluye registros de precipitación, temperatura, humedad atmosférica, evaporación y vientos en la cuenca objeto del estudio y en cuencas vecinas de la misma región. La información básica que se consideró se basa en los registros de:

- Lluvias totales mensuales.
- Lluvias máximas diarias.
- Temperaturas medias mensuales.
- Humedad relativa. Medias mensuales.
- Evapotranspiración. Totales mensuales.

La información hidrométrica comprende los registros de los caudales en tramos seleccionados de las corrientes de drenaje. Estos caudales constituyen la información más valiosa.

### III.2. VERIFICACIONES DE CAMPO

Se realizaron recorridos de campo con el propósito de conocer físicamente las condiciones actuales de los cauces principales, áreas de inundación y zonas de futuro crecimiento.

Con el fin de estructurar un plan de trabajo para la obtención de resultados, se formaron zonas de estudio, las cuales corresponden con las Sub-cuencas establecidas en el estudio elaborado por la Comisión Nacional del Agua<sup>1</sup>, respetando la nomenclatura y límites de las mismas. Sin embargo, se realizaron divisiones adicionales al interior de cada una de las zonas tomando los parteaguas de cada afluente y las estructuras de control existentes como los límites, formando así una serie de micro cuencas.

### III.3. ANÁLISIS POR SUB-CUENCAS

Con este esquema de parteaguas de los afluentes y las áreas tributarias de las estructuras de control, se desarrolló el análisis hidrológico para cada una de las Sub-cuencas y Micro-Cuencas y la relación que existe entre ellas, así como el impacto que se tiene en caso de registrarse precipitaciones de importancia en el área de estudio.

Respecto al análisis de uso actual del suelo y de las proyecciones de desarrollo futuro, en este aspecto se incluyen las clasificaciones de los suelos y la determinación de las áreas potencialmente erosionables.

### III.4. LLUVIAS MÁXIMAS EN 24 HORAS

Se asoció la lluvia máxima en 24 hrs a varios periodos de retorno, utilizando las distribuciones de extremos y la normal, adoptando los resultados de la distribución exponencial calculados estos por el método de los momentos. Esta distribución es la que más se ajusta

<sup>1</sup>. SIRDPCJ

TABLA III.1.(1) PRECIPITACIÓN MENSUAL EN MM, ESTACIÓN CD. JUÁREZ

ESTACIÓN CD. JUÁREZ													
PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm													
COORDENADAS				LATITUD		LONGITUD		ALTITUD					
				31 44' 23.4"		106 26' 28.8"		990 MSNM					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1957	5.5	11.0	0.1	1.5	7.0	0.0	33.0	90.0	0.0	36.5	15.0	2.0	201.60
1958	27.3	38.7	82.4	3.0	27.5	17.3	30.8	35.8	149.8	40.7	8.2	0.0	461.50
1959	6.5	0.1	0.0	1.0	2.5	29.5	5.5	46.5	0.0	13.5	12.0	8.5	125.60
1960	18.9	11.5	5.6	1.0	0.0	0.0	82.0	18.0	0.1	1.0	2.0	29.0	169.10
1961	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	4.0	21.0	37.2	45.0	1.0	2.0	29.0	139.40
1962	24.5	9.0	1.0	0.1	0.0	0.0	88.0	0.1	113.0	21.0	5.0	1.0	262.70
1963	2.0	15.8	0.0	1.0	0.3	2.0	1.1	86.0	31.5	40.5	24.0	6.0	210.20
1964	2.5	7.5	10.5	1.0	0.1	1.0	27.0	34.0	15.0	6.0	0.0	15.0	119.60
1965	11.0	7.0	3.0	0.1	0.1	0.4	0.0	26.0	36.0	0.0	0.0	37.0	120.60
1966	5.0	2.0	0.1	35.0	6.0	62.0	16.0	110.0	33.0	5.5	1.0	0.0	275.60
1967	0.0	0.1	2.0	0.1	0.0	33.0	64.1	36.5	12.8	15.4	10.1	15.4	189.50
1968	12.5	35.2	29.9	5.1	0.0	0.1	220.6	23.0	3.0	8.6	93.2	9.0	440.20
1969	0.5	0.9	3.9	0.1	10.7	3.0	50.8	25.1	12.3	17.8	14.0	25.4	164.50
1970	0.1	16.2	13.9	0.0	3.5	14.1	53.9	17.2	33.5	27.4	0.1	0.6	180.50
1971	3.9	4.7	0.0	11.5	0.2	0.2	89.6	41.0	27.7	36.9	5.1	16.8	237.60
1972	11.6	0.0	0.1	0.0	0.1	89.2	27.5	106.5	38.3	36.9	9.9	8.8	50.00
1973	50.0	46.5	10.1	0.1	6.4	12.3	125.3	1.8	0.1	4.6	1.6	0.0	258.80
1974	7.4	0.1	7.3	0.1	0.2	8.1	40.8	34.3	193.7	45.0	16.5	16.7	370.20
1975	25.1	9.3	4.2	0.1	0.1	0.1	14.9	18.6	68.0	4.4	0.1	16.4	161.30
1976	11.0	14.4	0.1	5.2	37.7	14.2	86.2	7.7	49.8	32.8	10.5	9.7	279.30
1977	17.0	0.1	6.4	3.5	1.1	2.7	36.2	19.7	15.5	48.0	1.6	6.1	157.90
1978	6.3	12.3	0.9	0.1	14.8	22.9	7.2	138.0	144.0	62.6	9.7	5.2	424
1979	27.0	16.1	0.1	9.9	14.8	0.7	39.0	60.6	9.4	0.0	0.2	7.5	185.3
1980	15.4	15.0	7.1	6.9	3.2	0.4	10.6	44.7	82.0	28.0	9.7	0.2	223.2
1981	20.7	12.9	12.0	28.5	31.1	2.3	81.3	67.7	14.5	9.1	9.0	2.2	291.3
1982	19.1	15.0	0.1	1.2	6.1	5.5	17.6	26.7	120.6	0.1	19.7	73.3	305
1983	8.9	16.0	9.1	20.1	12.0	13.1	7.2	53.0	17.1	40.8	15.8	1.7	214.8
1984	9.1	0.0	5.8	0.1	12.2	70.1	35.7	128.3	12.1	86.0	16.6	38.2	414.2
1985	27.9	6.5	12.7	3.1	0.1	2.4	18.9	14.8	41.2	64.8	3.3	1.9	197.6
1986	0.1	12.7	8.1	0.1	25.4	67.6	100.8	52.8	15.2	10.0	34.6	39.1	366.5
1987	6.9	5.9	11.0	8.3	7.1	34.2	14.0	103.1	17.8	3.7	9.8	129.2	351
1988	5.7	10.1	3.7	9.7	6.1	2.8	41.2	90.9	37.3	12.9	2.4	16.1	238.9
1989	4.4	25.3	14.7	0.0	15.9	0.6	360.2	75.7	22.8	10.7	0.1	5.9	536.3
1990	12.4	4.4	12.6	9.8	3.0	0.1	97.0	71.5	66.5	16.2	39.7	8.1	341.3
1991	30.1	19.6	2.3	0.2	6.5	0.3	61.9	63.5	51.0	5.0	18.0	97.0	355.4
1996	2.5	5.0	0.0	18.0	0.0	27.0	69.5	50.0	16.0	0.0	7.5	0.0	195.5
1997	27.5	12.0	20.3	10.5	19.5	28.0	36.5	40.0	36.5	4.0	28.0	45.5	308.3
1998	2.0	7.0	6.0	1.0	Inap.	10.0	16.5	32.5	22.0	59.8	11.0	8.5	176.3
1999	5.0	0.0	1.0	Inap.	4.0	38.0	42.0	24.0	27.0	18.0	0.0	19.3	178.3
2000	0.0	2.0	2.0	3.0	0.0	93.0	91.0	38.0	0.0	30.0	24.0	11.0	294.0
2001	3.0	6.0	1.0	0.0	0.0	28.0	18.0	41.0	35.0	0.0	23.0	22.0	174.0
2002	1.0	38.0	0.0	0.0	0.0	27.5	90.0	29.0	9.0	67.0	0.0	42.0	303.5
FROM	11.4	11.2	7.4	4.9	7.0	18.3	55.4	49.1	39.9	23.1	12.2	19.7	253.6
MAX	50.0	46.5	82.4	35.0	37.7	93.0	360.2	138.0	193.7	86.0	93.2	129.2	536.3
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0
DESV.	11.2	11.3	13.5	7.9	9.5	24.9	64.0	33.9	44.3	22.3	16.2	26.6	106.4



TABLA III.1.(2) PRECIPITACIÓN MENSUAL EN MM, ESTACIÓN C.M. VALLE DE JUÁREZ

ESTACIÓN C.M. VALLE DE JUÁREZ													
PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm													
COORDENADAS:				LATITUD		LONGITUD		ALTITUD		Clave C3601			
				31 44'		106 29'		1127 MSNM					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1931	18.5	32.5	12.0	54.9	0.2	19.3	17.3	32.7	29.5	6.5	12.4	9.8	245.6
1932	3.9	7.5	0.8	0.0	25.0	3.1	20.4	28.3	88.0	52.6	0.0	12.2	241.8
1933	6.8	7.9	0.0	2.7	0.5	44.5	23.0	3.6	11.7	25.7	3.8	0.0	130.2
1934	0.0	13.9	9.3	0.8	17.2	6.7	11.2	11.4	3.2	20.0	7.8	5.9	107.4
1935	2.3	13.6	6.0	0.0	2.0	3.6	3.6	47.2	29.2	7.9	31.5	12.4	159.3
1936	17.0	1.2	0.0	3.3	10.0	3.0	17.0	71.5	104.8	10.0	37.4	7.6	282.8
1937	4.0	8.2	14.8	0.0	4.0	11.5	17.7	22.6	7.8	37.0	21.7	17.5	166.8
1938	33.1	6.3	14.5	0.0	2.0	81.6	16.0	15.0	60.7	5.9	0.0	8.7	243.8
1939	14.0	0.7	9.0	8.0	0.0	0.0	19.5	15.2	29.5	28.2	22.5	3.9	150.5
1940	11.1	12.5	1.0	0.0	7.5	23.7	31.6	22.7	9.2	28.5	29.5	3.6	180.9
1941	12.2	14.0	43.9	43.0	47.9	5.8	31.3	82.1	103.3	47.2	4.3	15.3	450.3
1942	5.0	12.0	0.0	42.7	0.0	13.5	22.5	97.4	21.8	54.0	0.0	38.0	306.9
1943	7.5	0.0	2.5	0.0	0.0	24.8	23.4	6.5	56.5	0.0	44.9	22.0	188.1
1944	10.5	36.1	3.0	0.0	8.4	44.1	97.1	37.2	14.3	48.6	13.2	16.2	328.7
1945	2.2	5.5	21.0	0.0	0.0	0.0	9.5	12.5	4.5	110.5	0.0	0.0	165.7
1946	31.2	0.0	0.0	0.0	12.5	1.5	43.8	41.7	18.0	8.5	7.0	63.5	227.7
1947	17.0	0.0	12.0	4.8	17.7	14.8	36.6	31.7	0.0	7.9	16.0	16.4	174.9
1948	3.6	18.1	0.5	1.6	0.0	29.6	50.5	26.5	5.1	4.4	0.0	15.8	155.7
1949	45.2	6.5	1.0	0.8	23.4	16.6	26.3	28.0	46.9	26.0	0.0	25.1	245.8
1950	10.8	4.1	0.0	0.0	15.0	15.2	94.9	2.8	22.4	7.6	0.0	0.0	172.8
1951	4.9	12.9	12.4	8.2	0.0	0.0	16.4	13.1	0.5	16.7	2.3	9.1	96.5
1952	0.5	23.4	25.7	29.7	8.9	45.5	55.6	48.8	3.0	0.0	2.8	1.3	245.2
1953	0.0	13.7	3.3	9.1	0.5	4.1	39.9	4.1	4.8	16.5	0.0	11.4	107.4
1954	6.4	0.0	3.0	1.8	7.4	10.7	26.2	105.2	27.7	7.4	0.0	0.3	196.1
1955	10.7	0.0	1.5	0.0	7.6	3.3	95.0	22.1	1.3	24.9	3.6	0.0	170.0
1956	8.1	3.8	0.0	2.5		4.6	32.8	39.1	8.1	1.0	0.0	14.5	114.5
1957	7.1	15.7	3.9	2.9	7.8	0.0	31.9	127.7	0.0	57.4	10.5	0.6	265.5
1958	27.3	38.7	82.4	3	27.5	17.3	30.8	35.8	149.8	42.7	8.2	0	463.5
1959	7.0	0.0	1.2	3.0	0.0	8.9	9.6	36.7	0.5	24.0	3.5	5.5	99.9
1960	19.0	12.0	6.0	0.0	0.0	21.0	99.0	10.0	0.0	31.0	3.0	60.0	201.0
1961	17.0	0.0	6.0	0.0	0.0	6.0	22.0	32.0	20.0	2.0	45.0	18.0	168.0
1962	24.0	19.0	2.0	1.0	0.0	0.0	36.0	0.0	112.0	21.0	6.0	4.0	225.0
1963	3.0	16.0	0.0	0.0	0.0	2.0	11.0	19.0	12.0	27.0	11.0	0.0	101.0
1964	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	11.0	26.0	20.0	10.0	0.0	7.0	94.0
1965	6.0	16.0	14.0	0.0	2.0	19.0	3.0	21.0	38.0	2.0	1.0	28.0	150.0
1966	14.0	9.0	0.0	34.0	4.0	94.0	27.0	80.0	45.0	0.0	2.0	4.0	313.0
1967	0.0	0.0	3.0	3.0	5.0	18.0	64.0	36.0	17.0	0.0	10.0	15.0	171.0
1968	12.0	35.0	30.0	5.0	0.0	0.0	210.0	27.0	2.0	3.0	44.0	9.0	377.0
1969	1.0	2.0	4.0	0.0	11.0	0.0	50.0	17.0	12.0	18.0	19.0	28.0	162.0
1970	0.0	16.0	14.0	0.0	4.0	14.0	54.0	26.0	34.0	27.0	0.0	1.0	189.0
1971	3.0	1.0	0.0	12.0	0.0	0.0	83.0	35.0	28.0	32.0	5.0	12.0	211.0
1972	11.0	0.0	0.0	0.0	1.0	75.0	36.0	108.0	38.0	34.0	10.0	12.0	325.0
1973	40.0	47.0	10.0	0.0	6.0	12.0	125.0	2.0	0.0	5.0	2.0	0.0	249.0
1974	7.0	0.0	7.0	0.0	0.0	8.0	41.0	34.0	194.0	45.0	16.0	17.0	369.0
1975	16.0	19.0	4.0	0.0	0.0	0.0	15.0	10.0	68.0	4.0	0.0	16.0	152.0
1976	11.0	15.0	0.0	5.0	37.0	14.0	86.0	3.0	50.0	33.0	11.0	10.0	275.0
1977	17.0	0.0	6.0	4.0	1.0	3.0	36.0	19.0	16.0	49.0	2.0	6.0	159.0
1978	6.0	12.0	1.0	0.0	15.0	23.0	7.0	64.0	144.0	63.0	10.0	5.0	350.0
1979	21.7	16.6	0.1	8.3	21.1	2.0	50.0	61.7	16.8	0.0	0.1	6.2	204.6
1980	14.0	14.7	6.7	23.7	0.1	0.1	35.6	48.7	93.3	26.0	26.6	0.9	290.4
1981	53.9	12.7	8.1	30.9	24.0	9.0	28.7	46.4	21.5	16.4	6.2	1.5	259.3
1982	16.0	14.5	0.1	2.0	12.0	5.0	37.4	9.8	117.0	0.1	8.0	72.7	294.6
1983	7.1	18.7	9.5	39.5	19.3	20.0	14.1	39.2	19.7	50.1	14.7	2.9	254.8
1984	7.9	0.0	14.5	0.0	9.9	101.0	26.0	99.8	26.0	109.1	0.5	39.3	434.0
1985	26.7	6.7	10.8	3.0	0.1	3.3	12.5	45.6	29.3	42.4	3.7	0.1	184.2
1986	0.1	7.3	6.9	0.1	25.2	95.1	61.6	25.9	13.6	9.5	35.4	44.8	325.5
1987	0.1	9.2	10.1	3.1	1.8	62.8	3.5	119.0	20.8	0.2	12.3	125.4	368.3
1988	5.4	11.3	2.0	5.1	2.1	0.9	38.0	152.5	54.2	33.4	3.2	5.4	313.5
1989	0.9	25.9	10.8	0.0	9.6	3.8	19.9	71.2	31.8	13.4	0.0	44.0	231.3
1990	13.7	4.6	4.9	11.2	3.0	0.1	67.7	93.6	68.3	16.6	42.2	15.5	341.4

TABLA III.1.(2) PRECIPITACIÓN MENSUAL EN MM, ESTACIÓN C.M. VALLE DE JUÁREZ

ESTACIÓN C.M. VALLE DE JUÁREZ													
PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm													
COORDENADAS:				LATITUD		LONGITUD		ALTITUD		Clave C3601			
				31 44'		106 29'		1127 MSNM					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1991	29.6	24.7	0.1	3.6	32.3	13.4	54.1	86.0	79.8	7.0	21.2	90.3	442.1
1992	34.6	11.1	17.2	29.7	109.7	3.5	24.7	39.5	10.4	20.3	7.4	70.1	378.2
1993	78.8	9.2	0.0	4.5	0.0	27.8	30.8	70.4	32.9	3.1	12.7	17.8	288.0
1996	2.5	5.0	0.0	18.0	0.0	27.0	69.5	50.0	16.0	0.0	7.5	0.0	195.5
1997	27.5	12.0	20.3	10.5	19.5	28.0	36.5	40.0	36.5	4.0	28.0	45.5	308.3
1998	2.0	7.0	6.0	1.0	0.0	10.0	16.5	32.5	22.0	59.8	11.0	8.5	176.3
1999	5.0	0.0	1.0	0.0	4.0	38.0	42.0	24.0	27.0	18.1	0.0	19.3	178.4
PROM.	15.7	11.5	9.1	7.8	13.0	19.7	45.4	46.3	39.0	22.1	10.6	22.4	245.7
MAX	78.8	47.0	82.4	54.9	109.7	101.0	210.0	152.5	194.0	110.5	45.0	125.4	463.5
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.4
DESV.	18.7	11.1	15.3	11.6	24.6	25.9	40.6	37.2	44.7	24.1	12.1	30.0	106.8

a la muestra, según la prueba de Smirnov - Kolmogorov. Después se compararon los resultados con los obtenidos de las curvas isomáximas, de la SARH dando valores similares

Con la información anterior, se analizó la probabilidad de precipitación para diferentes periodos de retorno revisando diferentes métodos, obteniendo los siguientes resultados:

TABLA III.4.- Lluvias Máximas en 24 hrs.  
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HRS. EN MM (EST. JUÁREZ 1969 -

AÑO	CHAMIZAL	JUÁREZ	ADOPTADO
1969	19.5		19.5
1970	36.2		36.2
1971	55.5		55.5
1972	38.2		38.2
1973	80.2		80.2
1974	52.7		52.7
1975	63		63
1976	28.1		28.1
1977	28.7		28.7
1978	62.5		62.5
1979	26.5		26.5
1981	30.9	24	30.9
1982	53.9	51	53.9
1983	30	23	30
1984	38.7	50	50
1985	32.2	25.7	32.2
1986	30.5	24	30.5
1987	33.5	70.5	70.5
1988	28.3	35.6	35.6
1989	23	24.3	24.3
1990	29.4	34.9	34.9
1991		40	40
1992		44	44
1993		27.4	27.4

FUENTE: IMP

TABLA III.4 (2) PARÁMETROS DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	VALOR
MEDIA	41.088
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	15.8144
COEFICIENTE DE ASIMETRÍA	0.8905

FUENTE: IMP

TABLA III.4.(3) DISTRIBUCIÓN GUMBEL

DISTRIBUCIÓN GUMBEL						
PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN A PARTIR DEL AJUSTE						
	ALFA	0.0886	MEDIA			40.6275
	BETA	34.1138	DESV. ESTANDAR			14.4725
			COEF. DE ASIMETRÍA			1.1396
PERIODO DE RETORNO (EN AÑOS) PRECIPITACIÓN EN MM						
EVENTO ESTIMADO	5	25	100	500	1000	1000
	51.05	70.22	86.04	104.26	112.09	138.09

FUENTE: IMP



TABLA III.4.(4) DISTRIBUCIÓN NORMAL

DISTRIBUCIÓN NORMAL	PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN A PARTIR DEL AJUSTE					
	A	41.088	MEDIA			41.088
	B	16.6259	DESV. ESTANDAR			16.6259
			COEF. DE ASIMETRÍA			16.6259
PERIODO DE RETORNO (EN AÑOS) PRECIPITACIÓN EN MM						
EVENTO ESTIMADO	5	25	100	500	1000	1000
	55.08	70.2	79.77	88.95	92.47	102.92

FUENTE: IMIP

TABLA III.4 (5) DISTRIBUCIÓN LOG. NORMAL DE 2 PARÁMETROS

TABLA III-4 (C) DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL DE 2 PARÁMETROS						
DISTRIBUCIÓN LOGNORMAL DE 2 PARÁMETROS	PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN A PARTIR DEL AJUSTE					
	DELTA	0	MEDIA			41.009
	MU-L	3.6502	DESV. ESTANDAR			15.10.83
	SIGMA-L	0.3568	COEF. DE ASIMETRIA			0
PERIODO DE RETORNO (EN AÑOS) PRECIPITACIÓN EN MM						
EVENTO ESTIMADO	5	25	100	500	1000	1000
	51.95	71.87	88.26	107.46	115.9	145.03

FUENTE: IMIP

TABLA III.4 (6) DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 3 PARÁMETROS

DISTRIBUCIÓN LOGNORMAL DE 3 PARÁMETROS	PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN A PARTIR DEL AJUSTE					
	DELTA	12.6801	MEDIA		41.1922	
		3.2009				
	MU-L	0.5466	DESV. ESTANDAR COEF. DE ASIMETRÍA		16.826	
	SIGMA-L				1.9759	
PERIODO DE RETORNO (EN AÑOS) PRECIPITACION EN MM						
EVENTO	5	25	100	500	1000	1000
ESTIMADO	51.58	76.63	100.28	131.12	145.68	200.21

FUENTE: IMIP

TABLA III.4.(7) DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 2 PARÁMETROS

DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 2 PARÁMETROS		PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN A PARTIR DEL AJUSTE				
	ALFA	4.8734	MEDIA			41.088
	BETA	8.4311	DESV. ESTANDAR			14.1505
	DELTA	0	COEF. DE ASIMETRIA			0.6888
PERIODO DE RETORNO (EN AÑOS) PRECIPITACIÓN EN MM						
EVENTO ESTIMADO	5	25	100	500	1000	1000
	52.25	68.86	61.01	93.92	99.22	116.11

FUENTE: IMIP

TABLA III.4 (8). DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 3 PARÁMETROS

DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 3 PARÁMETROS		PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN A PARTIR DEL AJUSTE				
	ALFA	10.7065	MEDIA			41.088
	BETA	2.1869	DESV. ESTANDAR			15.8328
	DELTA	17.6743	COEF. DE ASIMETRÍA			1.3524
PERIODO DE RETORNO (EN AÑOS) PRECIPITACIÓN EN MM						
EVENTO ESTIMADO	5	25	100	500	1000	1000
	52.26	74.5	92.61	113.22	122.05	151.4

FUENTE: IMIP

TABLA III.4(9) DISTRIBUCIÓN EXPONENCIAL ( ADOPTADA )

DISTRIBUCIÓN EXPONENCIAL	PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN A PARTIR DEL AJUSTE					
	ALFA	23.4921	MEDIA			42.252
	BETA	18.7599	DESV. ESTANDAR			18.7599
			COEF. DE ASIMETRÍA			2
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
EVENTO ESTIMADO (MM)	5	25	100	500	1000	1000
	53.69	83.88	109.88	140.88	153.08	196.28

FUENTE : IMIP

TABLA III.4 (10) PRUEBAS DE BONDAD DEL AJUSTE (DIFERENCIA MAYOR)

DISTRIBUCIÓN	KOLMOGOROV-SMIRNOV	SUMA DE LOS CUADRADOS DE LOS EVENTOS ESTUDIADOS Y OBSERVADOS	SUMA DE LOS CUADRADOS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE LAS PROBABILIDADES ESTIMADAS Y LAS OBSERVADAS
GUMBEL	0.1173	0.406X10 <sup>3</sup>	0.1013
NORMAL	0.1541	0.56X10 <sup>3</sup>	0.1587
LONG-NORMAL 2 PARAMETROS	0.1144	0.31X10 <sup>3</sup>	0.0922
LONG-NORMAL 3 PARAMETROS	0.0858	0.209X10 <sup>3</sup>	0.0529
GAMMA 2 PARAMETROS	0.137	0.442X10 <sup>3</sup>	0.1395
GAMMA 3 PARAMETROS	0.0885	0.21X10 <sup>3</sup>	0.0573
EXPONENCIAL	0.0643	0.1235X10 <sup>3</sup>	0.0246

FUENTE: IMIP

TABLA III.4 (11) COMPARACIÓN DE LOS CRITERIOS EMPLEADOS PARA ESTIMACIÓN DE LLUVIA

TR AÑOS	EXPONENCIAL P 24 HR. (ADOPTADO)	CURVAS P 24 HR.
	(MM)	(MM)
5	54	50
25	83	70
100	110	110
500	140	
1,000	153	150
10,000	196	200

FUENTE: IMIP

### III.5 DISTRIBUCIÓN DE LA LLUVIA EN EL TIEMPO

Posteriormente la lluvia en 24 horas se distribuyó en el tiempo, tomando en cuenta la fórmula de Chen-Lung-Chen. Esta fórmula toma en cuenta la relación de lluvias de 1 a 24 hr. y periodos de retorno de 2 años. Resultando dicha relación de 0.53 y fué tomada de las curvas de E.U. debido a que en la zona no se tiene esa información. En la Tabla III.5 se muestra la distribución de la lluvia para diferentes periodos de retorno:

### III.6 ESCURRIMIENTOS

En las Tablas se presentan las características de los escurrimientos para diferentes tipos de terreno de donde se seleccionaron los datos para los análisis del presente estudio.

TABLA III.5 DISTRIBUCIÓN DE LLUVIA EN EL TIEMPO

TIEMPO (Hrs)	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS					
	5	25	100	500	1000	10000
1	27	42	55	70	76.5	98.1
1.75	30.5	47.5	62.1	79.1	86.4	110.8
2	31.4	48.9	63.9	81.4	88.9	114.1
3	34.3	53.4	69.8	88.9	97.2	124.7
4	36.5	56.8	74.4	94.7	103.5	132.7
5	38.3	59.7	78.1	99.4	108.7	139.3
6	39.9	62.1	81.3	103.5	113.1	145
12	46.4	72.2	94.6	120.3	131.5	168.7
24	54	84	110	140	153	196

FUENTE: IMIP

El cálculo de los caudales pico para cada sitio crítico seleccionado se realizó con el modelo de simulación hidrológica HEC-HMS.

Este modelo fue alimentado con la siguiente información:

- 1.- Nombre de la Sub-cuenca
- 2.- Área de la Sub-cuenca
- 3.- Numero de escurrimiento N II
- 4.- Tiempo de concentración y de retraso
- 5.- Distribución de la precipitación en una tormenta de 24 hrs. Se incluye una serie de datos para cada periodo de retorno

Los primeros cuatro parámetros se refieren principalmente a las características físicas y de tiempos de concentración de los gastos pico, los cuales se obtuvieron de la siguiente manera:

- 1.- Nombre o Identificación de la Sub-cuenca.- Esta dada de acuerdo a la clasificación asignada a cada Micro-cuenca
- 2.- Área de la Sub-cuenca.- Obtenida directamente de los planos digitalizados manejados en programa Autocad.
- 3.- Numero de escurrimiento N II.- El Coeficiente "N" representa el porcentaje ponderado de zona urbanizada o de lomerío, su valor afecta directamente a los porcentajes de escurrimiento, siendo el valor menor de 68 para zonas de lomeríos y de 85 para zonas totalmente urbanizadas.

Se utilizó la siguiente tabla:

TABLA III.6 NÚMERO DE ESCURRIMIENTO N II

USO DE LA TIERRA: TIPO DESUELO O COBERTURA	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE	A	B	C	D
BOSQUES (SEBRADOS O CULTIVADOS)	ESPARCIDO Ó BAJA TRANSPIRACIÓN	45	66	77	83
	DENSO Ó ALTA TRANSPIRACIÓN.	36	60	73	79
CAMINOS	DE TIERRA	72	82	87	89
	SUPERFICIE DURA	74	84	90	92
BOSQUE NATURALES	MUY ESPARCIDO Ó	56	75	86	91
	BAJA TRANSPIRACIÓN.	46	68	78	84
	ESPARCIDO O BAJA TRANSPIRACIÓN	36	60	70	78
	NORMAL	26	52	62	69
	DENSO O ALTA TRANSPIRACIÓN	15	44	54	61
DESCANSO (SIN CULTIVO)	SURCOS CULTIVOS	77	86	91	94
CULTIVOS DE SURCO	SURCOS RECTOS	70	80	87	90
	SURCOS (CURVAS DE NIVEL)	67	77	83	87
	TERRAZAS	64	73	79	82
CEREALES	SURCOS RECTOS	64	76	84	88
	SURCOS (CURVAS DE NIVEL)	62	74	82	85
	TERRAZAS	60	71	79	82
LEGUMINOSA (SEBRADAS CON MAQUINARIA O AL BOLEO) O POTRERO DE ROTACIÓN	SURCOS DE ROTACIÓN	62	75	83	87
	SURCOS (CURVAS DE NIVEL)	60	72	51	84
	TERRAZAS	57	70	78	82
PASTIZAL	POBRE	68	79	66	89
	NORMAL	49	69	79	84
	BUENO	39	61	74	80
	CURVAS DE NIVEL POBRE	47	67	81	88
	CURVAS DE NIVEL NORMAL	25	59	75	83
	CURVAS DE NIVEL BUENO	6	35	70	79

FUENTE: IMIP



### III.7 POTENCIAL HIDROLÓGICO DE LOS SUELOS

#### Suelo Tipo

##### Tipo A

(Potencial de escurrimiento mínimo). Incluye arenas profundas con poco limo y arcilla y a los loess muy permeables.

##### Tipo B

Incluye a los suelos arenosos menos profundos que el tipo a y loess menos profundos a menos compactos que el del tipo a: el grupo en conjunto, tiene una infiltración superior a la media después de su completo humedecimiento.

##### Tipo C

Comprende suelos pocos profundos y los que contiene cantidades considerables de arcilla y coloides, aunque menos que los del tipo d. El grupo tiene una infiltración inferior a la media después de la presaturación.

##### Tipo D

(Potencial de escurrimiento máximo). Incluye principalmente arcillas con alto porcentaje de bufamiento.

### III.8. TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN Y DE RETRASO

Fue calculado con la ecuación

$$T_c = (0.000325 \times L^{0.77}) / (S^{0.375})$$

El Tiempo de retraso fue calculado como el 60% del tiempo de concentración

$$T_r = 0.6 T_c$$

### III.9 DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PARA TORMENTAS DE 24 HORAS Y PARA VARIOS PERIODOS DE RETORNO

Para obtener los gastos máximos y volúmenes escurridos para cuenca se tomaron los datos de precipitación para tormentas con diferentes periodos de retorno, los cuales se presentaron anteriormente,

Diagnóstico

en donde se realizó el análisis estadísticos de lluvias máximas en 24 horas, resultando lo siguiente:

En el análisis de gastos máximos, se consideró lo siguiente:

La Distribución de la precipitación que se aplicó al modelo, se presenta en la siguiente tabla:

TABLA III.9. PRECIPITACIÓN PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN UNA TORMENTA DE 24 HORAS.

TR AÑOS	P 24 HRS. ( MM )
5	54
25	83
100	110
500	140
1000	153
10,000	196

FUENTE: IMIP

Los datos anteriores fueron aplicados al modelo de simulación el cual procesó la información con el método de Soil Conservation Service (SCS) de los E. U., obteniendo del mismo los gastos máximos y volúmenes escurridos para cada periodo de retorno.

#### III.9.1. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE PROYECCIÓN A FUTURO

Los métodos de análisis de proyección al futuro se basan en la generación series de lluvias o de caudales y en la aplicación de modelos de simulación. Estos métodos se recomiendan solamente cuando los análisis de frecuencias de las series históricas presentan un grado de confiabilidad aceptable, o sea, cuando la información existente está clasificada como buena.

Como en todos los casos es difícil establecer con toda certeza la calidad de los datos que nos han sido proporcionados, sin embargo se puede afirmar que no fue necesario recurrir a la generación de series históricas para generar series estocásticas.

TABLA III.9. (2). DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PARA UNA TORMENTA  
DE 24 HORAS EN DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

TIEMPO	TR=5 AÑOS	TR=25 AÑOS	TR=100 AÑOS	TR=500 AÑOS	TR=1,000 AÑOS	TR=10,000 AÑOS
5 MIN	8.2	11.9	15.1	19.2	21	26.93
15 MIN	16.4	23.8	30.1	38.3	41.46	53.68
1 HR	27	42	55	70.1	76.5	98.1
2 HR	31.4	48.9	63.9	81.4	88.9	114.1
3 HR	34.3	53.4	69.8	88.9	97.2	124.7
6 HR	39.9	62.1	81.3	103.5	113.1	145
12 HR	46.4	73.2	94.6	120.3	131.5	168.7
24 HR	54	84	110	140	153	196

FUENTE: IMIP

Para determinar las características de la cuenca vertiente, se llevó a cabo la localización del sitio de interés del estudio en el cauce-corriente seleccionado; luego se delimitó su área sobre la mejor cartografía disponible y se dimensionó el área, longitud del cauce-corriente, pendiente del cauce y pendiente del terreno. Además, se estudió las condiciones del suelo y su cobertura para estimar las condiciones de infiltración.

Para conocer el potencial de generación de escurrimiento se utilizó la modelación hidrológica con HEC-HMS, como ya se ha mencionado anteriormente.

Consiste en un modelo matemático que tiene como objetivo simular el proceso de transformación lluvia-escurrimiento, obteniendo la predicción sobre la salida del sistema como respuesta a una entrada específica del mismo.

Las entradas requeridas para esta modelación son las siguientes:

#### Modelo de Cuenca

- Área de la Cuenca ( $A_c$ )
- Tiempo Pico (en función de la Pendiente ( $S_c$ ) y Longitud del Cauce ( $L_c$ ))
- Gasto base ( $Q_b$ )(en caso de existir)
- Hidrograma

#### Modelo de Lluvias

- Frecuencia de Lluvias (1 hr., 2hr, 3hr, 6 hr., etc.)

#### Vasos de Almacenamiento.

- En caso de contar con vasos de almacenamiento, se alimentó con elevaciones-

Capacidades-Descargas.

#### Coefficientes de Musking “k” y “s”

- En los cauces el tránsito se realizó considerando los que corresponden a almacenamiento y traslado, respectivamente.

Una vez que se elaboraron los modelos para cada una de las zonas de estudio, se obtuvieron los resultados de Gasto y Volumen escurrido para diferentes periodos de retorno (TR) en tormentas de 24 horas, de donde se seleccionaron las de 5 años, considerándola como una tormenta normal intensa; de 25 años, representativa de los eventos de máxima registrados históricamente hasta la fecha y de 100 años como dato base para la elaboración de los proyectos a realizar.

### III.10 INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos del modelo, se integraron a la información recopilada y a los recorridos de campo, concluyendo con un análisis del comportamiento de los escurrimientos y su impacto en la zona urbana y suburbana actual. La resultante del análisis se describe en lo particular para cada Zona o Cuenca de estudio.

#### III.10.1 JUSTIFICACIÓN DE LOS PERIODOS DE RETORNO PROPUESTOS

1.- Se calculó un TR de 5 años como representativo de las tormentas intensas normales,



superiores a las tormentas promedio en la región (TR=2 años), las cuales nos da una estimación de los gastos y volúmenes que actualmente provocan problemas fuertes pero sin consecuencias graves.

2.- Se calculó un TR de 25 años como representativo de las máximas tormentas registradas estadísticamente en los últimos 50 años, que han provocado problemas serios con consecuencias graves según las condiciones actuales. El objetivo de la propuesta de solución es tomar este parámetro como base de garantía de cero problemas y aprovechamiento total de los escurrimientos. Las dimensiones de las estructuras de control tendrán la capacidad para regular al 100% los gastos pico y volúmenes de agua esperados sin verter y sin problemas de inundación en todas las cuencas.

3.- Se calculó un TR de 100 años para el diseño de los encauzamientos, en donde se esperan gastos regulados por las estructuras de control pero contando con la capacidad suficiente para desalojar los vertidos de las mismas, más los escurrimientos generados en su propia área de influencia. Tienen un factor de seguridad para admitir gastos de tormentas de un TR = 500 años considerando el bordo libre.

La CNA establece que en zonas urbanas debe de considerar un TR de 500 a 1000 años para diseño de encauzamientos, sin embargo, en la ciudad se tienen muchas limitantes de espacio, derivado de una falta de vigilancia, aplicación de la Ley y descuido en los procesos de urbanización.

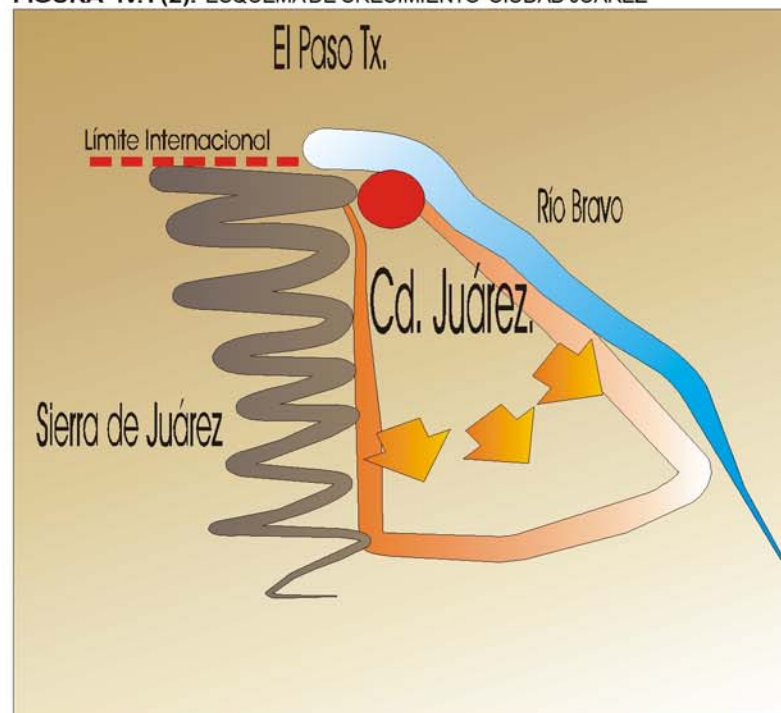
En el oficio dirigido al Instituto Municipal de Investigación y Planeación por la Gerencia de Aguas Superficiales y Control de Ríos de la CNA (Oficio No. BOO.05.02.02.1423) hace mención que *"una vez revisado el documento, la metodología empleada para la determinación de caudales y volúmenes escurridos, para diferentes periodos de retorno, corresponde a la recomendada en esta CNA; a saber técnicas para la determinación de lluvia máxima en 24 horas; parámetros fisiográficos considerados, coeficientes de escurrimientos deducidos con base en el tipo y uso del suelo; condiciones de su superficie; y modelos o relaciones lluvia escurrimiento empleados"* y concluye que *"la toma de decisiones, definición de directrices y estrategias de solución a los problemas de inundación"* que se indican en el Plan Sectorial de Agua Pluvial es un auxiliar válido para los proyectos elaborados con estos criterios.

## IV.- DIAGNÓSTICO

**FIGURA IV.1 (1) CARTOGRAFÍA DEL INEGI.**



**FIGURA IV.1 (2). ESQUEMA DE CRECIMIENTO CIUDAD JUÁREZ**





## IV. DIAGNÓSTICO

### IV. 1.- ANTECEDENTES

Ciudad Juárez se localiza dentro de la zona desértica del Estado de Chihuahua y las lluvias son escasas, estas se caracterizan por ser torrenciales, de tal forma, que en un solo evento de lluvia se puede precipitar el equivalente a más de la tercera parte de la precipitación anual, provocando graves problemas de inundación al permanecer el agua almacenada superficialmente por largo tiempo en la zona, con consecuentes retrasos a las obras que se realizan así como grandes molestias y riesgos a los habitantes. Esta problemática se agudizará en la medida que avanza la urbanización, al compactarse y pavimentarse sobre los suelos generando mayores tasas de escurrimiento hacia las zonas mas bajas de la ciudad, por lo que es imperativo dar solución a esta problemática.

Los asentamientos poco controlados, se reflejan en modificaciones del ecosistema, debido a la gran actividad antropogénica que se presenta. Este permanente asentamiento que ha caracterizado a esta ciudad durante los últimos treinta años, permite pensar en una dinámica migratoria acentuada y el consecuente impacto en la expansión de la mancha urbana. Otro de los problemas graves que se dan en las partes altas, tiene que ver con la modificación en los patrones naturales de escurrimiento de las aguas pluviales, que aún cuando la precipitación no alcanza niveles promedio por encima de los 260 mm anuales, el hecho de presentarse en la modalidad de chubasco crea permanentemente condiciones de riesgo para los nuevos y antiguos moradores de las partes medias y bajas de la sierra.

Tanto el flujo migratorio como el crecimiento normal de la población, crean la necesidad de considerar la apertura de nuevas áreas al desarrollo urbano, con objeto de dar alternativa a la fuerte demanda del suelo, siendo en la actualidad las áreas del Barreal, Integración Ecológica y Oriente Zaragoza las que se encuentran en revisión y planeación; algunas de estas áreas presentan condiciones topográficas inadecuadas en donde concurren escurrimientos pluviales de distintas Sub-cuencas y las propias del lugar, lo que provoca que en algunos casos estas se inunden, requiriendo una solución para el manejo de las aguas pluviales y así evitar representen un riesgo para quienes se asienten en lo futuro sobre dichos terrenos.

### IV.1.1. SITUACIÓN ACTUAL

Gran parte de la mancha urbana de Ciudad Juárez se localiza en una zona plana y semiplana, la cual está flanqueada por el poniente por la Sierra de Juárez, cuyos escurrimientos son drenados por arroyos que atraviesan la Ciudad, algunos de los cuales descargan directamente al Río Bravo, mientras que otros en canales y drenes del Sistema de Riego del Distrito 009 Valle de Juárez.

En general, las precipitaciones en Ciudad Juárez como ya se ha mencionado, se caracterizan por ser aisladas y de corta duración, presentándose ocasionalmente en forma de chubascos y tormentas en zonas específicas que producen escurrimientos de cuantía que al no contar con un sistema de drenaje pluvial adecuado, provocan sistemáticamente problemas de inundaciones en puntos específicos y bien identificados; lo cual se ve agravado por el arrastre de lodos que, junto con la basura, obstruyen las contadas estructuras de drenaje pluvial con que cuenta la Ciudad. Ante la carencia de obras de defensa contra inundaciones por los escurrimientos que produce la Sierra de Juárez, la Junta Federal de Mejoras Materiales construyó en el periodo de 1964 a 1980 una serie de presas secas o diques, cuyo objetivo es de regular las avenidas y retener azolves; posteriormente el Ayuntamiento de Juárez también construyó algunos diques; contándose actualmente con alrededor de 72 obras entre diques, bordos y alcantarillas. Es importante mencionar que la mayoría de estas obras requieren ser rehabilitadas dado su avanzado grado de azolvamiento y deterioro por falta de mantenimiento y vigilancia, deficiencias constructivas, falta de protección contra la erosión, aunado a la invasión de sus vasos, y en algunos casos invasión de las mismas cortinas y vertedores.

Del estudio "Sistema Integral de Regulación y Drenaje Pluvial para Ciudad Juárez" realizado por la Comisión Nacional del Agua en el año 2001, con participación del personal de la Dirección de Obras Públicas del Municipio y del Instituto Municipal de Investigación y Planeación, se pudo analizar la problemática de los Diques y Bordos existentes, así como generar propuestas para rehabilitar y mejorar el sistema integral de regulación y conducción pluvial. Como resultante del estudio mencionado, se inspeccionaron y clasificaron 80 obras hidráulicas, de las cuales se reconocieron 29 alcantarillas, 11 bordos 39 diques y un lago. La información correspondiente se presenta



en la Tabla IV.1.1 anexa a este documento.

Constatando que todas las estructuras existentes -a excepción de las 8 que se propusieron para construcción- presentan serios problemas estructurales por falta de mantenimiento, abandono, azolvamiento e invasión de vasos y estructuras por edificaciones urbanas, requiriéndose la rehabilitación de las obras existentes.

Hasta la fecha existe una fuerte preocupación respecto a las nuevas estructuras y/o obras de regulación que se han venido construyendo por las diversas administraciones municipales, ya que estas siguen causando dudas respecto a sus criterios de diseño y en especial a la falta o inexistencia de los estudios hidrológicos correspondientes para estimar los caudales de escurrimiento derivados de los distintos tiempos de retorno y su correlación con la definición de las áreas tributarias.

El estudio **“Manejo Integral de las Aguas Pluviales y Sanitarias de Ciudad Juárez y las Nuevas Áreas de Crecimiento del Barreal, Integración Ecológica y Oriente Zaragoza”** realizado en el 2002 por el IMIP, como seguimiento a la información generada por la CNA, logró realizar una recopilación de la información existente, su análisis en gabinete y un análisis hidrológico tomando en cuenta los datos, conceptos y planteamientos sustanciales de la información recabada para cada una de las Cuencas y Sub-

**FIGURA IV.1.** FOTOGRAFIA SATELITAL CIUDAD JUAREZ



cuencas que integran el Sistema Hidrográfico con origen en la Sierra de Juárez y la denominada Zona Sur, para de esta manera llevar a cabo las estimación precisa de los volúmenes de escorrentía, los tiempos de travesía y de concentración, así como las estimaciones de los periodos de retorno con escenarios 5-25-50-100 años. Información utilizada en el desarrollo de las estrategias en el marco del Manejo Sustentable del Agua y con referencia al sector que tiene a su cargo la planeación del desarrollo urbano, de las oficinas encargadas del control de las avenidas y la protección a la población, así como del manejo del agua en la zona urbana, este último al cual le genera enormes daños en su infraestructura.

Las propuestas de solución recomendadas por la CNA y las nuevas generadas en el estudio del IMIP en su Segunda Etapa, pudieron ser evaluadas y definidas mediante el análisis hidrológico y la modelación de los eventos a distintos periodos de retorno, considerando así las recomendaciones y las mejores alternativas, para que estas sean integradas al Plan Sectorial de Agua Pluvial para Ciudad Juárez, a fin de que el crecimiento de esta ciudad no siga careciendo de planeación y de una regulación que impida que los vasos de los diques sigan invadidos por viviendas y sujetos a todo tipo de contaminación; Asimismo, los cauces aguas abajo de estas obras, sigan una tendencia a desaparecer y en el mejor de los casos sean desviados y/o reducidos, por lo que es menester que el diagnóstico y las recomendaciones referidas por el estudio SIRDPCJ y el estudio para el “Manejo Integral de las Aguas Pluviales y Sanitarias de Ciudad Juárez y las Nuevas Áreas de Crecimiento del Barreal, Integración Ecológica y Oriente Zaragoza” realizado en el 2002 sean atendidas.

Ante esta situación, los estudios realizados recomiendan fuertemente la necesidad, de que la administración actual y las futuras retomen formalmente la problemática, constituyendo una oficina dedicada a la operación y mantenimiento y que en el menor plazo se atiendan las recomendaciones que observan algunas obras de control de avenidas, ya que representan riesgo de colapsarse al presentarse un evento extraordinario, con riesgos de gran dimensión, dada la alta densidad de población que habita aguas abajo de estas obras.

Diagnóstico

## IV.2.- DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Ciudad Juárez, se localiza en la franja Norte–Centro del Estado de Chihuahua, en una región cuyas características climáticas corresponden a un clima considerado por su humedad y temperatura como templado seco con verano cálido<sup>2</sup>, según se puede observar en el gráfico de la cartografía del INEGI. Las características físicas de la región han determinado el crecimiento de la ciudad. Al norte, se tiene el Río Bravo, que constituye la frontera internacional; al poniente el macizo montañoso denominado Sierra de Juárez; y al sur se encuentra una amplia extensión desértica caracterizada por grandes arenales. Desde tiempos remotos, los asentamientos humanos de la región crecieron al borde del río. En su origen, la ciudad se ubicó en el extremo de un triángulo, cuyos lados verticales son la sierra y el río. De ahí, fue expandiendo el límite inferior hacia el sur y sureste, hasta llegar a las dimensiones actuales. De acuerdo a las condiciones fisiográficas, presenta un conjunto de

Sierras Plegadas en el extremo poniente que se extienden hacia el sur y son denominadas como Sierra de Juárez, en la porción correspondiente a los Estados Unidos Mexicanos, en tanto que dentro del territorio de los Estados Unidos de América se les conoce como las Montañas Franklin; estas sierras exhiben pendientes fuertes, contrastando con una planicie de muy suaves desniveles con lomeríos en el Oriente. a pesar de las fuertes pendientes de la Sierra de Juárez, una parte importante de la mancha urbana se encuentra enclavada sobre las faldas de la sierra sobre todo en las partes medias y bajas de esta, con una escasa planeación urbana que ha repercutido en cambios morfológicos de consideración en las zonas ocupadas.

El crecimiento de la zona urbana ha provocado la desaparición de gran parte de las especies de flora y fauna autóctonas del área, conforme el borde del crecimiento de la mancha urbana se expande, en tanto que la zona natural aledaña o de borde, es sometida a la presión que ejercen los asentamientos humanos y sus actividades, alterándose constantemente el equilibrio natural.

**FIGURA IV.2.** FOTOGRAFIA AEREA CIUDAD JUAREZ



<sup>2</sup> Gráfico INEGI-2001



### IV.3. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO NATURAL

Geográficamente la zona se localiza entre las coordenadas 31° 31' 20" y 31° 46' 40" de Latitud Norte y 106° 20' 00" y 106° 32' 30" de longitud oeste, al Norte esta limitada por el Río Bravo, al Oriente por una línea imaginaria trazada de Norte a Sur a la altura de El Sauzal, al Sur por el parte aguas de la cuenca de El Barreal que llega hasta el Km. 28 de la Carretera Cd. Juárez – Chihuahua y al Occidente por el parte aguas de la Sierra de Juárez.

En sus condiciones naturales, previas a la fundación de asentamientos humanos, la zona donde se establece Ciudad Juárez tenía las características propias de los ecosistemas del llamado desierto chihuahuense<sup>3</sup>. Este ecosistema es una gran región con características biológicas, fisiográficas y climáticas similares, que se extiende desde una parte de los estados de Arizona, Texas y Nuevo México, en los Estados Unidos, hasta los estados mexicanos de San Luis Potosí e Hidalgo, pasando por Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas y parte de Nuevo León. Este desierto esta rodeado por las Montañas Rocallosas, la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental. Al igual que otros desiertos de Norteamérica, se caracteriza por planicies aluviales, pendientes suaves y montañas dispersas.

La zona que rodea la ciudad y que todavía conserva rasgos de la vegetación natural, esta formada por pastos halófilos, (foto IV.3) tales como diferentes especies de navajita (*Bouteloua* spp.) y zacate búfalo (*Buchloe dactyloides*), así como los dos tipos predominantes de matorral propios del desierto<sup>4</sup>.

**a) Matorral desértico micrófilo.** Se caracteriza por tener elementos arbustivos de hojas pequeñas. Se encuentra generalmente en terrenos aluviales de textura arenosa o arcillosa, ocupando las llanuras, los fondos de los valles y las partes bajas de los abanicos aluviales al pie de las sierras. Algunas de las plantas mas destacadas de este tipo de vegetación son la gobernadora (*Larrea tridentata*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), huizache (*Acacia farnesiana*) etc.

**b) Matorral desértico rosetófilo.** Se caracteriza por especies con hojas en roseta que se desarrolla preferentemente sobre suelos someros de cerros de origen sedimentario. Entre las plantas más



FIGURA IV.3. PANORÁMICA DE LA PLANICIE DESÉRTICA



FIGURA IV.4. MATORRAL DESÉRTICO MICROFILO



FIGURA IV.5. MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO

<sup>3</sup>MacMahon, James; *Deserts*; National Audubon Society Nature Guides; 1985

<sup>4</sup>INEGI; Guías para la Interpretación de la Cartografía.- Uso del Suelo; 1990

Diagnóstico

características de este tipo de matorral en nuestra región destacan las yucas (*Yuca spp.*) y los agaves (*Agave spp.*).

### IV.3.1. CLIMA

De acuerdo a la clasificación de climas realizada por Köppen y modificada por Enriqueta García (1964) para las condiciones de la República Mexicana, el clima de la región es muy seco o desértico y se clasifica por su humedad y temperatura como BWkx'(e'), templado con verano cálido, ver Tabla (1) IV.3.1

La temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C; la del mes más frío entre -3 y 18 °C, y la del mes más caliente mayor a 18 °C, con régimen de lluvias intermedio y muy extremoso.

Con base en datos de la estación climatológica Cd. Juárez, la temperatura promedio anual en ésta ciudad es de 18.45°C, siendo los meses más calurosos de Junio a Agosto y los más fríos de Noviembre a Marzo. La precipitación media anual en la franja estudiada es de 250 mm. En el período analizado, presentándose las mayores precipitaciones entre los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre; y las menores en Marzo y Abril.

De acuerdo a estudios previos y a los análisis de estaciones climatológicas de la zona norte del Estado,

Tabla 1. IV.3.1.-CLASIFICACIÓN DEL CLIMA

GRUPO	TIPO	POR SU HUMEDAD	REGIMEN DE LLUVIAS	POR OSCILACIÓN TÉRMICA ANUAL
B	W	K	X'	E
SECO	MUY SECO O ÁRIDO	TEMPLADO CON VERANO CALIDO	INTERMEDIO	MUY EXTREMOSO

FUENTE: INEGI

la precipitación aumenta hacia el suroeste, pasando la isoyeta de 200 mm por Praxedis G. Guerrero, la de 250 mm entre Samalayuca y Cd. Juárez y la de 300 mm al Sur de Villa Ahumada.

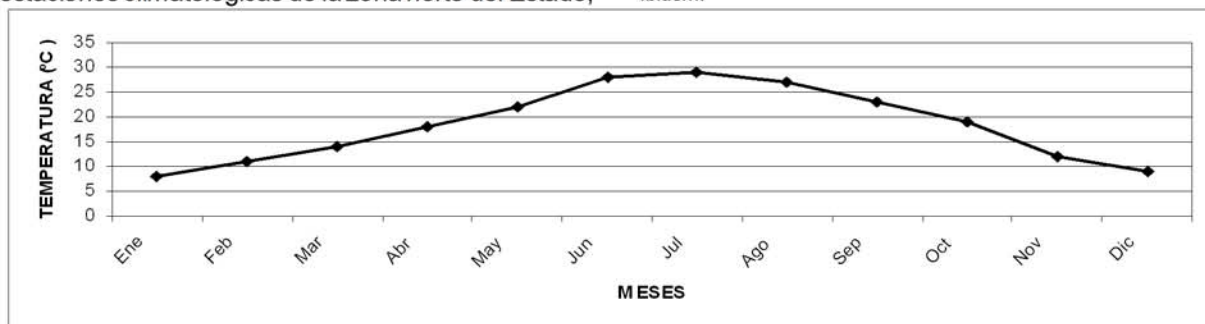
Respecto a la temperatura de acuerdo a la información de las mismas estaciones, prácticamente el área de estudio se encuentra entre las isotermas de los 17 y 18°C. Las cuales aumentan su valor hacia el noroeste y sureste es decir hacia Cd. Juárez y Ojinaga, y lo disminuyen hacia el suroeste, con rumbo a la ciudad de Casas Grandes.

#### IV.3.1.1. INTEMPERISMOS.

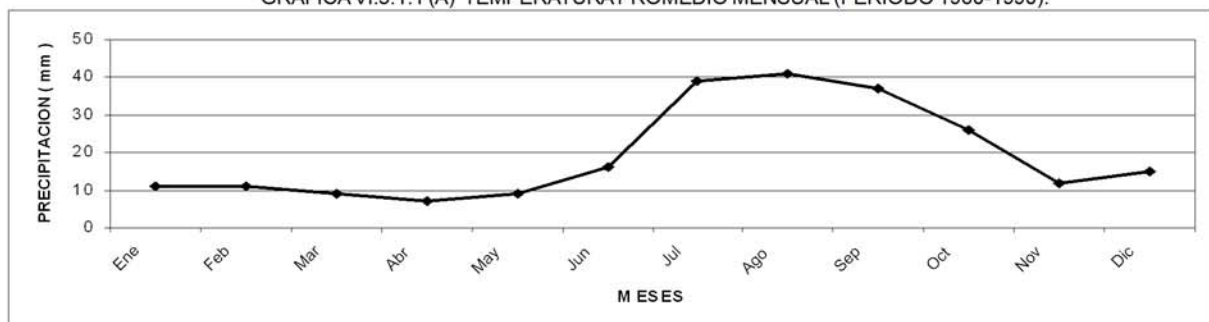
En cuanto a intemperismos severos, las heladas ocurrieron en un promedio de 47.8 días anuales entre 1981 y 2000<sup>5</sup>, siendo 1998 el año con menos fenómenos

<sup>5</sup> Vivó, J.A. y J.C. Gómez; *Climatología de México*; Instituto Panamericano de Geografía e Historia; 1946

<sup>6</sup> Ibidem.



GRÁFICA VI.3.1.1 (A) TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL (PERIODO 1960-1990).



GRÁFICA VI.3.1.1 (B) PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (PERIODO 1903-1998).



de este tipo, reportando 22 días, mientras que el más abundante fue 1988 con 83 días.

La ciudad se encuentra en la isolínea de insolación anual del 80%<sup>6</sup>. Estos porcentajes expresan la fracción de insolación con respecto al potencial total de luz solar.

Dentro de la zona urbana se presenta el fenómeno de la "isla de calor", donde la temperatura experimenta una elevación de 2 a 3 grados por la absorción de energía térmica de las superficies oscuras que recubren el suelo urbano. Este efecto se magnifica por la ausencia de vegetación y del proceso denominado evapotranspiración que contribuye a refrescar el ambiente. Sólo las pocas zonas arboladas permiten experimentar este fenómeno. El efecto de la isla de calor se irá incrementando conforme crezca la ciudad y difícilmente podrá mitigarse ante la ausencia de áreas verdes.

Las Gráficas IV.3.1 A y B muestra el comportamiento de la temperatura y la precipitación promedio mensual para los periodos 1960-1990 y 1903-1998, respectivamente, obtenidas de la estación meteorológica de Cd. Juárez (CILA, 1990 y 1998). La temperatura y la precipitación media anual para los mismos periodos analizados es de 17°C y de 233 mm, respectivamente. Las gráficas de Temperatura Promedio Mensual y Precipitación Promedio Mensual.

### IV.3.2. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

En forma general, de acuerdo a la clasificación de Regiones Hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua, la zona de estudio se encuentra en la Región Hidrológica 24 "Río Bravo", misma que tiene como principal corriente el Río Bravo, del cual tomó su nombre; es una corriente de régimen perenne que fluye de noroeste a sureste, limitando el área de estudio en su porción norte; así mismo, desde Cd. Juárez, Chih., hasta su desembocadura en el Golfo de México en la ciudad de Matamoros, Tamps., es frontera internacional entre México y los E.U.A. (país en el que nace). Las aguas del Río Bravo en esta zona, se utilizan para regar las áreas agrícolas en ambos lados de la frontera. En el lado mexicano se tiene el Distrito de Riego No. 9 de Ciudad Juárez, a lo largo de la margen derecha del Río.

El flujo promedio del Río, entre 1939 y 1991, fue de

145 millones de m<sup>3</sup> por año. Una parte de este flujo se desvía hacia México, basado en los acuerdos del Convenio Internacional entre los Estados Unidos de Norteamérica y México, firmado en mayo de 1906 y modificado en 1934, que especifica alrededor de 74 millones de m<sup>3</sup> anuales. Sin embargo, el promedio, de agua recibida siempre ha sido menor. En efecto, entre 1938 y 1968 sólo se recibieron, en promedio, 57.0 millones de m<sup>3</sup> anuales mientras que entre 1968 y 1995 se tuvo un promedio de 64.9 millones de m<sup>3</sup> anuales.

Este volumen es suministrado durante los meses de marzo a septiembre por medio de una presa derivadora y conducido hacia las zonas de riego mediante dos acequias principales conocidas como la "Acequia Madre" y la "Acequia del Pueblo". Durante los meses invernales, los canales se encuentran secos. Ambas acequias abrazan las antiguas tierras de labrantía, hoy ocupadas en su mayor parte por la mancha urbana.

La Acequia Madre conduce el flujo por el brazo oriente, mientras que la Acequia del Pueblo lo hace por el poniente. Los dos canales se vuelven a juntar al oriente de la ciudad (colocar Foto), para correr hacia el Valle de Juárez en forma paralela al Río Bravo.

Además de las acequias mencionadas existen numerosas acequias secundarias que llevaban el agua a cada predio en particular.

Con el avance de la urbanización, éstas están desapareciendo junto con la flora que creció en sus orillas. Es posible ver grandes troncos de árboles secos, algunos de ellos centenarios, que han muerto por la falta de agua al clausurarse los canales secundarios. También se ha discutido la continuidad de los propios canales principales, ya que al alejarse cada vez más las tierras de labrantía de la zona urbana, se pretende cambiar la toma de las acequias río abajo y aprovechar su derecho de vía actual para fines inmobiliarios. Esta propuesta condenaría a la muerte a toda la vida vegetal que ha crecido junto a los canales a largo de más de 200 años<sup>7</sup>.

En la Sierra de Juárez, localizada al poniente, se originan la mayor parte de los arroyos que atraviesan la ciudad, los cuales han experimentado fuertes crecientes según se observa en la profundidad y

<sup>7</sup> Sánchez R., D. O., Martínez L., J. A., Chacón A., D.; *Salvemos las Acequias*; IMIP, JMAS, Meridiano 107 Editores, 1999.



Diagnóstico

anchura que tienen muchos cauces. Estas corrientes pluviales de tipo intermitente sólo se presentan durante la época de lluvias y suelen tener muy corta duración. En ocasiones forman rápidas avenidas que pueden resultar muy peligrosas y han causado fatalidades y pérdidas materiales debido al asentamiento de viviendas precarias en sus cauces.

Los escurrimientos pluviales que atraviesan la ciudad son 66 arroyos. De ellos los más importantes son El Indio, El Mimbres, Las Víboras y El Colorado que se ubican al extremo Nor-Poniente y El Jarudo que se localiza al Sur-Poniente, con numerosas corrientes menores localizadas entre los dos extremos.

Estos escurrimientos se ubican dentro de ocho Sub-Cuencas principales tres descritas en la Tabla IV.3.2. La mayor parte de los arroyos descargan hacia el Río Bravo y atraviesan una buena porción de terrenos urbanos entre su origen y destino. Debido a que dichas corrientes se encuentran secas gran parte del año, la población deposita en sus cauces desperdicios de todo tipo. Es común encontrar en los cauces basureros clandestinos que contienen desde desperdicios orgánicos domésticos, hasta desechos industriales, incluidos, en ocasiones, residuos peligrosos. La contaminación que resulta del agua pluvial que se desliza por dichos cauces en la época lluviosa se disemina a lo largo de las cuencas respectivas hasta llegar al Río.

En la década de 1970 se construyeron 72 obras de regularización entre diques, bordos y alcantarillas, con el fin de detener las avenidas repentinas que causaban inundaciones en las partes bajas. En aquella época, los diques se encontraban en zonas despobladas, sin embargo, el crecimiento desordenado que siguió en las décadas subsecuentes dejó estas estructuras en medio de conglomerados humanos que invadieron sus vasos y dañaron sus cortinas. En la actualidad, gran

TABLA IV.3.2.- IDENTIFICACIÓN DE SUBCUENCAS

SUBCUENCAS	
ZONA I	ANAPRA
ZONA II	CENTRO
ZONA III	JARUDO
ZONA IV	AEROPUERTO
ZONA V	RIO BRAVO
ZONA VI	ACEQUIAS
ZONA VII	CHAMIZAL
ZONA VIII	EL BARREAL

FUENTE: IMIP

FIGURA IV.3.2. ACEQUIA DEL PUEBLO Y ACEQUIA MADRE



FUENTE: IMIP

parte de estas estructuras de captación y almacenamiento se encuentran sumamente deteriorados y varios han perdido totalmente su funcionalidad.

En el estudio «Sistema Integral de Regulación y Drenaje Pluvial para Cd. Juárez, Chih.,» encabezado por la Comisión Nacional del Agua, determinó los trabajos y las inversiones requeridas para rehabilitarlos y proveer protección adicional contra las inundaciones. Cuando los diques llegan a captar agua, gran parte de ella se descarga a través de una obra de toma; el agua que no alcanza a salir, permanece por largo tiempo.

En los cauces de los arroyos se presentan corrientes efímeras como ya se ha mencionado, generalmente de primero y segundo orden. Los arroyos de la Zona I nacen en la Sierra de Juárez, drenan y descargan directamente en el Río Bravo, Los que pertenecen a la Zona II, descargan en la Acequia del pueblo, dentro de la mancha urbana de la ciudad, El Jarudo y sus afluentes que pertenecen a la Zona III descargan en el Dren 2-A, La serie de arroyos de la Zona IV descargan



TABLA IV.3.3. PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

NOMBRE	AUTOR	AÑO
SIERRAS Y CUENCAS	E. RAISZ	1964
ANTIGUA ZONA LACUSTRE	M. ÁLVAREZ JR.	1958
MESA DEL NORTE	GARFIAS	1949
MESA CENTRAL DEL NORTE	E. ORDÓÑEZ	1936

FUENTE: IMIP

una parte al Dren 2-A y otra parte al Canal Principal de riego del Distrito 09 de Juárez. En las Zonas V, VI y VII los escurrimientos no tienen cauces definidos, los escurrimientos drenan hacia las partes mas bajas de la zona urbana provocando encharcamientos e inundaciones en diferentes partes de la ciudad, para luego llegar al drenaje sanitario hasta desalojarse totalmente. En la Zona VIII perteneciente a la cuenca cerrada de El Barreal el agua drena hacia el centro, donde se forman láminas de agua generalmente muy pequeñas (algunos centímetros) y extraordinariamente hasta de 50 cm. cubriendo una zona de inundación de aproximadamente 12 km<sup>2</sup>.

De acuerdo con la cartografía existente, se presentan innumerables modificaciones a los patrones de esorrentía de origen natural, debido a la dinámica de los asentamientos y las propias actividades antropogénicas que se realizan en la Cuenca y Subcuencas, sin embargo mediante el adecuado procesamiento de la información aerofotogramétrica con que se ha contado, complementada con controles de campo, ha sido posible obtener restitutiones en sitios específicos del área del proyecto.

Las corrientes que drenan por los cauces naturales y las inundaciones son eventos que se presentan por desbordamiento en los tramos bajos de las corrientes naturales donde la pendiente del cauce es pequeña y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida, por lo general sobre las planicies que son potencialmente inundables durante las crecientes extraordinarias. En la mayoría de los casos las inundaciones que se presentan en la ciudad son producidas por las crecientes extraordinarias que no pueden evitarse debido a las modificaciones en los cauces, por lo que se ha procedido a mitigar sus efectos mediante los métodos de Control de Inundaciones, utilizando para ello estructuras de control como son diques, bordos y alcantarillas. En general se puede decir que el comportamiento de se encuentra

definido por el Régimen de Caudales.

### IV.3.3.FISIOGRAFÍA

De acuerdo a la clasificación de Provincias Fisiográficas realizada por E. Raisz, (1964), la zona se localiza en la porción centro occidental de la Provincia Cuencas y Sierras, la cual está limitada al oriente por la Sierra Madre Oriental, al sur por las Sierras Transversales y al occidente por la Sierra Madre Occidental.

Manuel Álvarez Jr., (1958) denomina a esta provincia, Antigua Zona Lacustre siendo ésta una subprovincia de la Mesa Central del Norte (E. Ordóñez, 1936), también llamada Mesa del Norte (Garfias 1949) (Tabla IV.3.3)

La Provincia Fisiográfica de Cuencas y Sierras, se caracteriza por ser una extensa zona desértica en la que emergen grandes bloques montañosos, principalmente de rocas sedimentarias marinas de edad cretácica separados por amplias llanuras, las que al paso del tiempo, durante el Terciario y Cuaternario han sido rellenadas por depósitos aluviales, fluviales y lacustres, a lo que se le ha denominado bolsones, típicos de esta provincia, y caracterizados por su escasa pendiente, y por presentar, en la mayoría de los casos, una laguna en su porción central, a la cual Ordóñez llamó Barreal, que en la mayoría de los casos son temporales, como las lagunas de Patos y de El Cuarenta, ubicadas al sur, fuera de la zona de estudio.

Localmente los rasgos topográficos más importantes en la zona de estudio son: el Valle del Río Bravo denominado localmente Valle de Juárez, y las sierras aisladas, angostas y alargadas que presentan una orientación preferencial noroeste-sureste, como la Sierra de Juárez, El Presidio, Guadalupe, La Esperanza y San Ignacio, las cuales en general presentan un flanco escarpado y el otro con pendientes muy fuertes, seguido de una zona de transición constituida por lomeríos y una planicie ondulada que desaparecen en las cercanías del río, donde se forma la planicie aluvial del Río Bravo.



## IV.3.4. GEOLOGÍA

### IV.3.4.1. GEOMORFOLOGÍA

De acuerdo al comportamiento de las diferentes rocas ante los agentes atmosféricos y a sus formas adoptadas ante los procesos de intemperismo y erosión, se diferenciaron dos unidades geomorfológicas en la zona de estudio: Planicie Ondulada y Planicie Lacustre.

**Planicie Ondulada.-** Se asignó este nombre al relieve formado por una conjunto de dunas fijas, constituidas por arenas finas bien clasificadas producto de la intensa actividad eólica que ha actuado sobre las rocas preexistentes dándole al relieve una forma ondulada.

**Planicie Lacustre.-** Como planicie lacustre se definió a la parte topográficamente más baja del de la zona y de pendiente muy suave, constituida por los depósitos lacustres, consistentes en arenas, limos y arcillas. A esta geoforma pertenece la zona de inundación de la Laguna el Barreal.

Con base en las características geomorfológicas que presenta la zona de estudio como son: su alto grado de intemperismo y erosión, su relieve suave presentando extensas áreas planas o semiplanas, la litología y permeabilidad de los materiales por los que atraviesa; se le puede ubicar en una etapa de madurez.

### IV.3.4.2. ESTRATIGRAFÍA

Regionalmente en la zona afloran rocas del Mesozoico, Cenozoico y Reciente. Las primeras están representadas por una secuencia marina depositada en un marco sedimentológico transgresivo en la paleocuena de Chihuahua y en el borde de la paleopenínsula de Aldama. Esta secuencia es de carácter arcillo-arenoso hacia la base, calcáreo-arcilloso en su parte media y termina en calcáreo de facies postarrecifal.

El Cenozoico en la región evolucionó como un área continental: siendo representado en el Terciario por rocas intrusivas de composición ácida e intermedias, y por depósitos conglomeráticos; y en el Cuaternario o Reciente, por depósitos de sedimentos clásticos gruesos a finos de origen aluvial, lacustre y eólico.

### IV.3.4.3. Terciario Sedimentario

El Terciario Sedimentario de la región esta representado por dos formaciones depositadas en ambientes diferentes: los Depósitos de Abanico Aluvial y los Depósitos de Bolsón.

### IV.3.4.4. DEPÓSITOS DE BOLSÓN (TB)

Estos depósitos consisten en estratos de gravas, arenas y arcillas no consolidados, depositados en un ambiente lacustre, en una interestratificación múltiple. De acuerdo a un pozo perforado en la porción estadounidense del bolsón, estos depósitos presentan un espesor máximo de 2743 m (Meyer, 1976), acuniándose hacia las estribaciones de las sierras que los limitan al este y oeste.

Estratigráficamente estos sedimentos en donde presentan el máximo espesor, sobreyacen discordantemente a un granito y más al oriente, a una formación calcárea; y subyacen a los depósitos de edad cuaternaria consistentes en arenas eólicas y en sedimentos aluviales (Qal).

En los pozos de agua potable de Cd. Juárez, los sedimentos de depósitos de bolsón perforados, consisten principalmente en estratos de arena y arcilla y solo los que se encuentran cercanos a la sierra perforaron gravas de los abanicos aluviales.

En forma general los depósitos de bolsón presentan una granulometría gruesa en las estribaciones de la sierra, y fina principalmente arcillas y limos, en el centro del valle, en ambos lados de la frontera internacional.

### IV.3.4.5. DEPÓSITOS DE ABANICO ALUVIAL (TQCG).

Estos depósitos son conglomerados poco consolidados, constituidos por estratos gruesos de gravas, arenas y arcillas, o mezclas de dos o de los tres constituyentes. Los estratos de estos depósitos son de espesor y extensión muy irregular, desapareciendo o cambiando lateral y verticalmente su granulometría en forma gradual, predominando generalmente, los estratos con alto contenido de grava y arcilla; y existiendo en menor proporción estratos de arena y/o arcilla.

Estos conglomerados están asociados a depósitos



de abanicos aluviales de edad terciaria y probablemente en algunos casos, la edad de estos abanicos se extienda hasta finales del Terciario y principios del Cuaternario (Pliocuatnario); sin embargo, no se pudo recabar todas las evidencias necesarias para poder definir su edad con mayor precisión.

Estratigráficamente se encuentran sobreyaciendo en discordancia erosional a las rocas del Cretácico y subyacen a los depósitos de edad Cuaternaria consistentes en arenas eólicas y en los sedimentos aluviales (Qal). Estos depósitos se encuentran distribuidos en las estribaciones de la sierra de Juárez.

#### **IV.3.4.6. SISTEMA CUATERNARIO**

El Cuaternario de la zona está representado por depósitos de sedimentos aluviales (Qal), lacustres y por sedimentos eólicos recientes.

#### **IV.3.4.7. SEDIMENTOS ALUVIALES**

Estos sedimentos se encuentran distribuidos en los cauces de los arroyos principales de la zona y en las márgenes del Río Bravo. En los cauces de los arroyos, los depósitos consisten en gravas y arenas mal clasificadas y de poco espesor; mientras que los depósitos ubicados en las márgenes del Río Bravo, son sedimentos que tienen espesores que varían de 30 a 90 m.

Los sedimentos aluviales depositados por el Río Bravo en los Estados Unidos son denominados Aluvión Río Grande, donde predominan principalmente, los depósitos de grava y arena con algunos estratos de arcilla intercalados.

#### **IV.3.4.8. SEDIMENTOS EÓLICOS**

Los depósitos de sedimentos eólicos están constituidos de arenas finas y limos, conformando un sistema de dunas fijas y móviles, generalmente de poco espesor. Estratigráficamente los sedimentos aluviales y eólicos sobreyacen en discordancia erosional, a los depósitos de abanico aluvial y a los sedimentos de bolsón del Terciario.

#### **IV.3.4.9 SEDIMENTOS LACUSTRES**

Se localizan al sur de la zona urbana de Cd. Juárez en una pequeña cuenca endorreica de relativa poca

extensión denominada El Barreal. En estos sedimentos el tamaño de partículas dominantes es el de las arcillas y arenas cementadas en los primeros metros, predominando los estratos arenosos a mayor profundidad. Localmente la geología de la zona esta representada por sedimentos aluviales, eólicos y lacustres que sobreyacen a los sedimentos de bolsón, consistentes en estratos intercalados de arena y arcilla.

### **IV.3.5. HIDROGEOLOGÍA**

#### **IV.3.5.1. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS**

Las unidades estratigráficas de acuerdo a su funcionamiento como acuíferos, acuitados ó barreras al flujo del agua de la zona, las podemos dividir en dos grandes grupos de rocas: fracturadas y granulares.

##### **IV.3.5.1.1. MEDIO FRACTURADO**

##### **IV.3.5.1.1.1. ROCAS CRETÁICAS (KI)**

Debido a las fuertes pendientes y a que su litología están constituidas por una intercalación de calizas, lutitas y areniscas; además del fracturamiento y fallamiento que presentan, por lo que no tienen continuidad en sus unidades litoestratigráficas, estas rocas sólo permiten la infiltración de agua a través del sistema de fallas y fracturas, transmitiéndola hacia unidades que se localizan topográficamente más bajas, que pueden ser rocas sedimentarias marinas que no afloran o los sedimentos continentales terciarios.

Las rocas fracturadas corresponden a los depósitos sedimentarios marinos del Cretácico Inferior, representados por las formaciones Cuchillo, Benigno y Lágrima. En forma general, las rocas de edad cretácica, por su posición topográfica, por su fallamiento que no les permite tener continuidad y en el caso de algunas formaciones por su litología, no forman acuíferos, funcionando únicamente como trasmisoras de agua hacia las rocas terciarias, a través de fallas y fracturas.

En conjunto estas rocas presentan baja permeabilidad, además por su posición topográfica, presentan pocas posibilidades de constituir un acuífero en la zona, presentando sólo permeabilidad secundaria.



#### IV.3.5.1.1.2. ROCAS ÍGNEAS

Por la superficie que representan, estas rocas se consideran despreciables como receptoras o almacenadoras de agua subterránea, sin embargo, por la ubicación que tienen, debe considerarse su presencia en la conexión entre el bolsón del hueco y la mesilla en el área del puerto sierra de Juárez-Montañas Franklin.

#### IV.3.5.1.2. MEDIO POROSO

##### IV.3.5.1.2.1. DEPÓSITOS DE BOLSÓN (TBL)

Estos sedimentos se encuentran subyaciendo a los sedimentos del Aluvión Río Grande. Por su posición respecto a las demás unidades hidroestratigráficas, funciona como receptora y almacenadora de agua, constituyendo un acuífero semiconfinado en la porción que subyace a los depósitos de aluvión, y como libre en el resto de su extensión, dentro del área de estudio.

Los Depósitos de Bolsón están constituidos por gravas, arenas y arcillas; predominando las arenas y arcillas en la zona urbana de Cd. Juárez, para cambiar gradualmente a un predominio de gravas y arcillas hasta el inicio de la segunda unidad.

En el área donde este acuífero se encuentra semiconfinado, sobre todo en la zona urbana de Cd. Juárez, presenta niveles artesianos entre 20 y 60 m de profundidad, disminuyendo su profundidad hacia las partes bajas del valle, donde se convierte en brotante. Este acuífero presenta buena permeabilidad, permitiendo la extracción hasta de 90 lps, en los pozos de agua potable de Cd. Juárez, con profundidades del orden de 250 m, disminuyendo un poco su potencialidad hacia la parte baja del valle.

##### IV.3.5.1.2.2. CONGLOMERADOS (TQCG)

Esta unidad permite la infiltración, almacenamiento y transmisión de agua hacia unidades topográficamente más bajas.

Estos conglomerados poco compactados están constituidos por gravas, arenas y arcillas; ocupan topográficamente diferentes niveles, en las partes altas funcionan como transmisores de agua al acuífero profundo; y en las partes bajas pueden llegar a estar saturados, y funcionar como un acuífero libre.

El espesor total de estos sedimentos, por la

información proporcionada por los pozos perforados en ellos, puede ser desde unos cuantos metros en las partes altas, hasta de varios cientos de metros en su parte baja.

##### IV.3.5.1.2.3. ALUVIÓN RÍO GRANDE Y SEDIMENTOS ALUVIALES (QAL)

Por su posición topográfica respecto a las demás unidades hidroestratigráficas y la pendiente tan baja que presentan, los sedimentos depositados en la planicie aluvial del Río Bravo, funcionan como receptoras y almacenadoras de agua, constituyendo el acuífero aluvial del valle, acuífero que funciona como libre.

Este acuífero presenta niveles freáticos a muy poca profundidad, que varían de decímetros en algunas zonas cercanas al río, hasta mas de 10 m en las zonas mas alejadas de él. La permeabilidad de algunas zonas que presentan alto contenido de arena y grava, y las altas láminas de riego aplicadas en las zonas de cultivo, permiten altos porcentajes de infiltración.

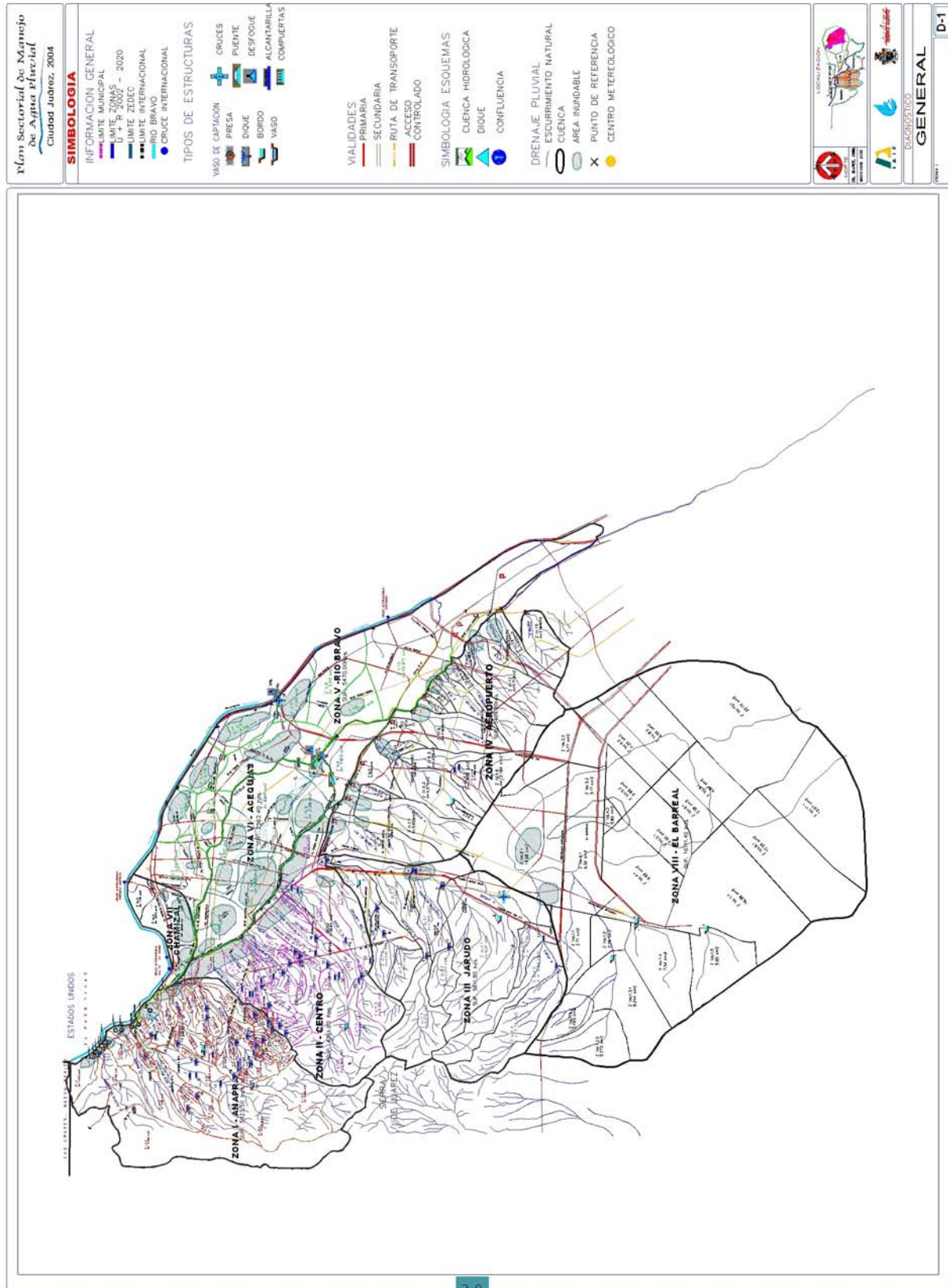
Los sedimentos aluviales que se localizan en los cauces y márgenes de los arroyos que bajan de las partes altas de la Sierra de Juárez, están constituidos por gravas y arenas, presentando alta permeabilidad y funcionan principalmente como zonas que transmiten el agua de recarga infiltrada en las rocas fracturadas de la sierra hacia los depósitos terciarios del bolsón.

##### IV.3.5.1.2.4. SEDIMENTOS EÓLICOS

Debido a la escasa pendiente, a su litología constituida de arenas finas bien clasificada (dunas fijas) y a la prácticamente nula presencia de drenaje, esta unidad funciona como transmisora de agua hacia los sedimentos que sobreyace, ya que del agua que recibe, una parte se infiltra rápidamente y otra se evapora, sin existir escurrimiento significativo.

##### IV.3.5.1.2.5. SEDIMENTOS LACUSTRES

Se localizan al sur de la zona urbana de Cd. Juárez en una pequeña cuenca endorreica de relativa poca extensión denominada Laguna El Barreal. En estos sedimentos el tamaño de partículas dominantes es el de las arcillas y arenas cementadas en los primeros metros.





Diagnóstico



## IV.4. ANALISIS DE LAS CUENCAS

### IV.4.1. CUENCA ZONA I ANAPRA

#### IV.4.1.1. DESCRIPCIÓN

Se ubica en la parte extrema norte de la Sierra de Juárez y se caracteriza por que sus arroyos descargan directamente al Río Bravo, entre la Presa Americana y la Presa Internacional. El Río Bravo en este tramo cuenta con bordo marginal y existen algunas estructuras de control previstas de compuertas deslizantes cuya función es evitar que al presentarse avenidas extraordinarias, las aguas del Río Bravo transiten en contra pendiente en estos afluentes. Estos

mecanismos se implementaron dados los antecedentes de inundaciones en las viviendas contiguas a los cauces, en la cercanía de la confluencia con el Río Bravo. Se caracteriza por descargar todos sus escurrimientos directamente al Río Bravo, cuenta con un total de 19 diques y tres bordos que en conjunto tienen una capacidad de almacenamiento de 1'828,200 metros cúbicos.

En esta zona la regulación es escasa, dado que a pesar de haberse inventariado un importante número de obras de control de avenidas (33), 10 de ellas funcionan como alcantarillas, el resto son diques o bordos, algunos de los cuales han perdido en gran porcentaje su capacidad de regulación por azolvamiento y otros más se ubican en la parte alta de la cuenca por lo que no existe protección para una importante zona urbanizada. Los diques tienen desfuegos que permiten la salida de prácticamente la totalidad del agua, de tal manera que se constituyen solamente como obras de control de avenidas que han funcionado adecuadamente en su mayoría, sin embargo debido al crecimiento de la zona urbana y falta de mantenimiento de estas estructuras, actualmente operan deficientemente, habiéndose reducido significativamente la capacidad de regulación por los azolves y la invasión de los vasos de estos diques. Algunos cauces de los arroyos de la Zona I han sido convertidos en vialidades, específicamente en las partes bajas de los mismos, registrándose en los mismos grandes caudales durante las tormentas intensas, en la confluencia con el Río Bravo se tienen compuertas que evitan que en las grandes avenidas el

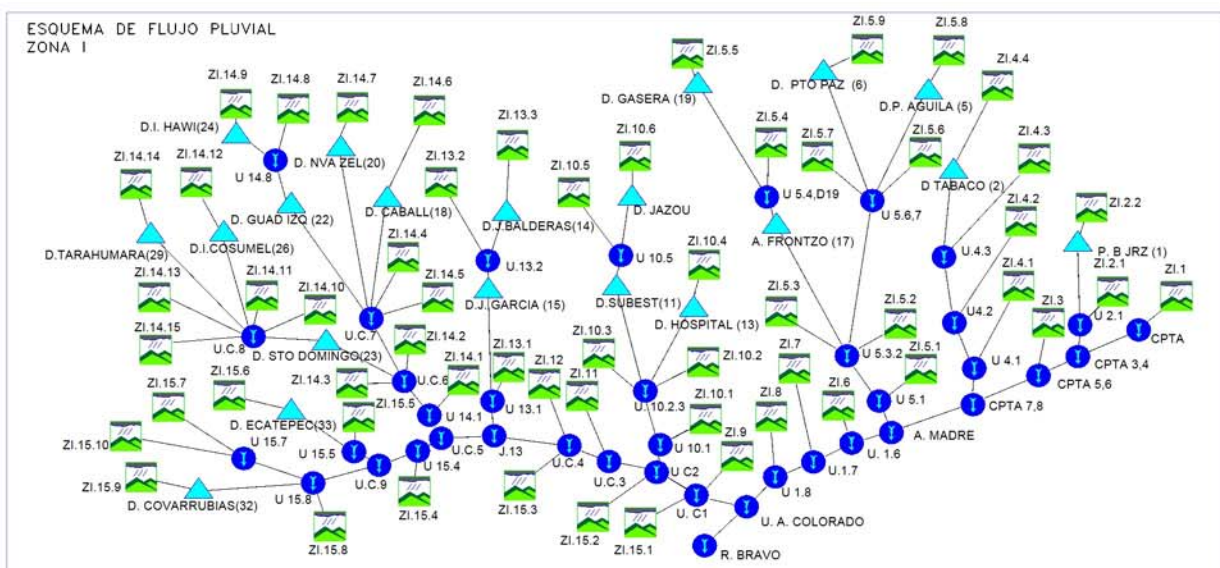


FIGURA IV.4.1.(1) ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL ZONA I

## Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial

Ciudad Juárez 2004

Diagnóstico

agua del Río ingrese a estas vialidades, pero también evitan que el agua de estos escurrimientos llegue al Río, provocando así inundaciones en la zona urbana a lo largo de la margen izquierda.

Los principales arroyos de esta zona son los siguientes:

- Arroyo El Tapo
- Arroyo El Mimbres
- Arroyo Las Víboras
- Arroyo Francisco Villa
- Arroyo Colorado

Sub-cuenca Jarero  
Sub-cuenca Principal  
Sub-cuenca Tiradores del Norte

Se pueden destacar las siguientes obras, las cuales se enlistan a continuación en las Tablas IV.4.1.1 (1) y (2) y son mostradas en el plano IV.4.1.Z.I:

Al igual que en el resto de la Ciudad, los cauces de los arroyos han sido modificados por la urbanización, convirtiéndose en calles-canal en algunos casos,

TABLA IV.4.1.1(1) – OBRAS DE REGULACIÓN ZONA I

OBRAS DE REGULACIÓN	UBICACIÓN
PRESA BENITO JUÁREZ	SUB-CUENCA ARROYO EL TAPÓ
DIQUE TABACO	CUENCA ARROYO EL MIMBRE
DIQUE PUERTO LA PAZ	CUENCA ARROYO LAS VÍBORAS
DIQUE PICO DEL ÁGUILA	CUENCA ARROYO LAS VÍBORAS
DIQUE FRONTERIZA	CUENCA ARROYO LAS VÍBORAS
DIQUE LA GASERA	CUENCA ARROYO LAS VÍBORAS
DIQUE LAS CABALLERIZAS	CUENCA ARROYO COLORADO
DIQUE GUADALAJARA IZQUIERDA	CUENCA ARROYO COLORADO
DIQUE SANTO DOMINGO	CUENCA ARROYO COLORADO
DIQUE NUEVA ZELANDA	CUENCA ARROYO COLORADO
DIQUE ISLA HAWAI	CUENCA ARROYO COLORADO
DIQUE ANTORCHA POPULAR	CUENCA ARROYO COLORADO
DIQUE JUAN BALDERAS	CUENCA ARROYO COLORADO

FUENTE: IMIP

destacando la Vialidad El Mimbres, Vialidad Las Víboras y el Boulevard Díaz Ordaz, sobre el cauce principal del arroyo Colorado.

Esta zona también se caracteriza por tener fuertes pendientes, por lo que existe gran arrastre de lodos.

TABLA IV.4.1.1(2). RELACIÓN DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS EXISTENTES EN LA ZONA I

NOMBRE	NO. ID	TIPO DE OBRA	CORRIENTE	CAPA CIDAD	ALTURA. A. ARR.	LONG. CORONA	LONG. VERT.	DESFOGUE
BENITO JUÁREZ	1	PRESA	ANAPRA O TAPÓ	1,000,000	3.8	600	90	COMPUERTA DE 1 X 1
TABACO	2	DIQUE	AFL.A.EL MIMBRE	9,000	4.7	94		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM.
ACACIAS	3	ALCANTARILLA	A. FCO. VILLA	200	0.3	30		TUBERÍA DE CONCRETO
GARDENIAS	4	DIQUE	A. FCO. VILLA	5,000	3.1	63		TUBO DE CONCRETO 106 CM
PICO DEL ÁGUILA	5	DIQUE	AFL.A.LAS VÍBORAS	150,000	8.5	145	7.3	CAJÓN CON TUBERÍA, 91 CM.
PUERTO LA PAZ	6	DIQUE	AFL.A.LAS VÍBORAS	50,000	4.6	168		CAJÓN CON TUBERÍA, 61 CM
ARTÍCULO 27	7	ALCANTARILLA	AFL.A.LAS VÍBORAS	1,000	1.5	24		CAJÓN CON TUBERÍA, 61 CM
ARTÍCULO 123	8	ALCANTARILLA	AFL.A.LAS VÍBORAS	0	1.3	25		CAJÓN CON TUBERÍA, 61 CM
MATAMOROS	9	DIQUE	AFL.A.LAS VÍBORAS	4,000	2.8	44		CAJÓN CON TUBERÍA, 61 CM
EMILIO CAMPA	10	ALCANTARILLA	AFL.A. JARERO	4,000	2.1	40		TUBO DE CONCRETO 60 CM
LA SUB-ESTACIÓN	11	BORDO	AFL.A. JARERO	1,000	2.2	27		NO TIENE
ALMOLOYA	12	DIQUE	AFL. TIRADORES NTE	0	0	25		CAJÓN CON TUBERÍA, 1.2 M
HOSPITAL	13	DIQUE	A. JARERO	9,000	3.5	75		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM
JUAN BALDERAS	14	DIQUE	A. CUERCO, AFL.A. COL.	8,000	2.2	130		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM
JESÚS GARCÍA	15	DIQUE	AFL.A. COLORADO	2,000	2.3	85		CAJÓN CON TUBERÍA, 110 CM
JAZOU	16	ALCANTARILLA	A. JARERO	7,000	5.7	166		2 TUBERÍAS DE CONCR. DE 122 CM
FRONTERIZA	17	ALCANTARILLA	A. LAS VÍBORAS	250,000	6.3	212		CAJÓN CON TUBERÍA, 45 CM
LAS CABALLERIZAS	18	DIQUE	A. COLORADO	3,000	2.4	143		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM
LA GASERA	19	BORDO	A. COLORADO	130,000	4.3	50	DESVÍO 7.5	NO REQUIERE
NUEVA ZELANDA	20	DIQUE	AFL.A. COLORADO	15,000	4.2	31		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM
ISLA MARQUESA	21	ALCANTARILLA	AFL.A. COLORADO	1,500	3.7	37		COND. RECT. 1.7 M X 1.3 M
GUADALAJARA IZQ.	22	DIQUE	AFL.A. COLORADO	60,000	4.1	120	8	CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM.
SANTO DOMINGO	23	DIQUE	A. COLORADO	70,000	5.7	210		CAJÓN CON TUBERÍA, 91 CM
ISLA HAWAII	24	DIQUE	AFL.A. COLORADO	12,000	3	60	5	CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM
ZACATENCO	25	ALCANTARILLA	AFL.A. COLORADO	1,500	1.9	27		TUBERÍA DE 60 CM
ISLA COZUMEL	26	DIQUE	AFL.A. COLORADO	2,000	2.8	33		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM.
ISLA MADERA	27	ALCANTARILLA	AFL.A. COLORADO	0	0.9	32		TUBO CONCR. ARM. 60 CM
ANTORCHA POPULAR	28	BORDO	AFL.A. COLORADO	12,000	2.5	120	NO TIENE	NO TIENE
TARAHUMARA	29	DIQUE	AFL.A. COLORADO	8,000	3.5	35		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM
PIMENTEL	30	ALCANTARILLA	AFL.A. TIRAD. DEL NTE	4,000	2	25		CAJÓN CON TUBERÍA, 75 CM
TLALPAN	31	DIQUE	AFL.A. TIRAD. DEL NTE	1,000	2	25		CAJÓN CON TUBERÍA, 120 CM
COVARRUBIAS	32	DIQUE	AFL.A. TIRAD. DEL NTE	5,000	3	50		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM
ECATEPEC	33	DIQUE	AFL.A. TIRAD. DEL NTE	3,000	3.5	40		CAJÓN CON TUBERÍA, 60 CM
TOTAL	33			1,828,200				

FUENTE: IMIP, C.N.A.



Diagnóstico

#### IV.4.1.2. ESCURRIMIENTOS CON DESCARGA DIRECTA AL RÍO BRAVO

En esta cuenca se cuenta con una serie de arroyos que descargan directamente o bien al Río Bravo, encontrándose una zona densamente poblada a excepción de los arroyos que se encuentran en la sección Nor-Poniente.

Los Arroyos se enlistan a continuación:

- ZI.1.-ARROYO LADRILLERA
- ZI.2.-ARROYO EL TAPO
- ZI.3.-ARROYO COYOTLA
- ZI.4.-ARROYO EL MIMBRE
- ZI.5.-ARROYO LAS VIBORAS
- ZI.6.-EL MEZQUITE
- ZI.7.-ARROYO FRANCISCO VILLA
- ZI.8.-ARROYO ALTAVISTA
- ZI.9.-ARROYO VILLA

La descripción a detalle de cada uno de ellos se presenta a continuación:

##### IV.4.1.2.1. SUB-CUENCA ARROYO LADRILLERA CLAVE: ZI.1

Esta zona no aparece con ningún nombre en la cartografía, por lo cual se le ha asignado el nombre de la Colonia donde se ubica. Colinda al Norte con la línea divisoria entre México y los E.U.A. y al Nor-Este con el río Bravo que también es límite internacional. Es una pequeña Sub-cuenca sin estructuras de control cuyo cauce principal es el Arroyo Ladrillera, que descarga al Río Bravo mediante una estructura que está provista de 2 compuertas deslizantes de 1.35 X 1.25 m. Tiene su origen en la Sierra de Juárez, se puede apreciar su ubicación en el Plano IV-ZI y su descarga en el Río Bravo.

Se estima que el 30% de esta Sub-cuenca está urbanizada con calles sin pavimentar en su mayor parte y dado que no cuenta con infraestructura de control, se generan fuertes avenidas con arrastre de

lodos y basura, por lo que las estructuras de entrada al Río Bravo, frecuentemente se ven obstruidas, provocando inundaciones tanto en la vialidad fronteriza como en las viviendas contiguas a los cauces.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca ZI.1 se aprecian en la Tabla IV.4.1.2.1 y son los siguientes:

TABLA IV.4.1.2.1 - SUB CUENCA CLAVE ZI.1

ÁREA (Km2)		1.47
PENDIENTE (S)		0.0633
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	30
	CERRIL Y LOMERÍO	70
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		73.1
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc en horas)		0.31
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.19

FUENTE: IMIP

##### IV.4.1.2.1.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo Ladrillera descarga directamente en el Río con el caudal máximo de 3.460 m<sup>3</sup>/seg para TR=5, llegando hasta 7.100 m<sup>3</sup>/seg para un evento TR=25 años. No cuenta con estructuras de control de avenidas, toda el agua es vertida en el Río, el gasto es considerable si tomamos en cuenta que fluye por entre las calles de la ciudad. El gasto se acumula a los caudales del Río y de los que ya provienen de las partes altas en territorio Norteamericano; entrando a través de unas compuertas identificadas como CPTA 1,2 de este estudio.

Los resultados de los escurrimientos obtenidos en la modelación para los distintos periodos de retorno se presentan en la Tabla IV.4.1.2.1 Sub-Cuenca- Clave: ZI.1:

##### IV.4.1.2.2. SUB-CUENCA ARROYO EL TAPO CLAVE: ZI.2

Colindante al Nor-Oeste con la Sub-cuenca ZI.1, el cauce principal de esta Sub-cuenca se denomina

TABLA IV.4.1.2.1. - SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.1 ARROYO LADRILLERA

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.1	1.470	3.460	19.350	7.100	40.260	10.890	62.240
CPTA 1,2	1.470	3.460	19.350	7.100	40.260	10.890	62.240

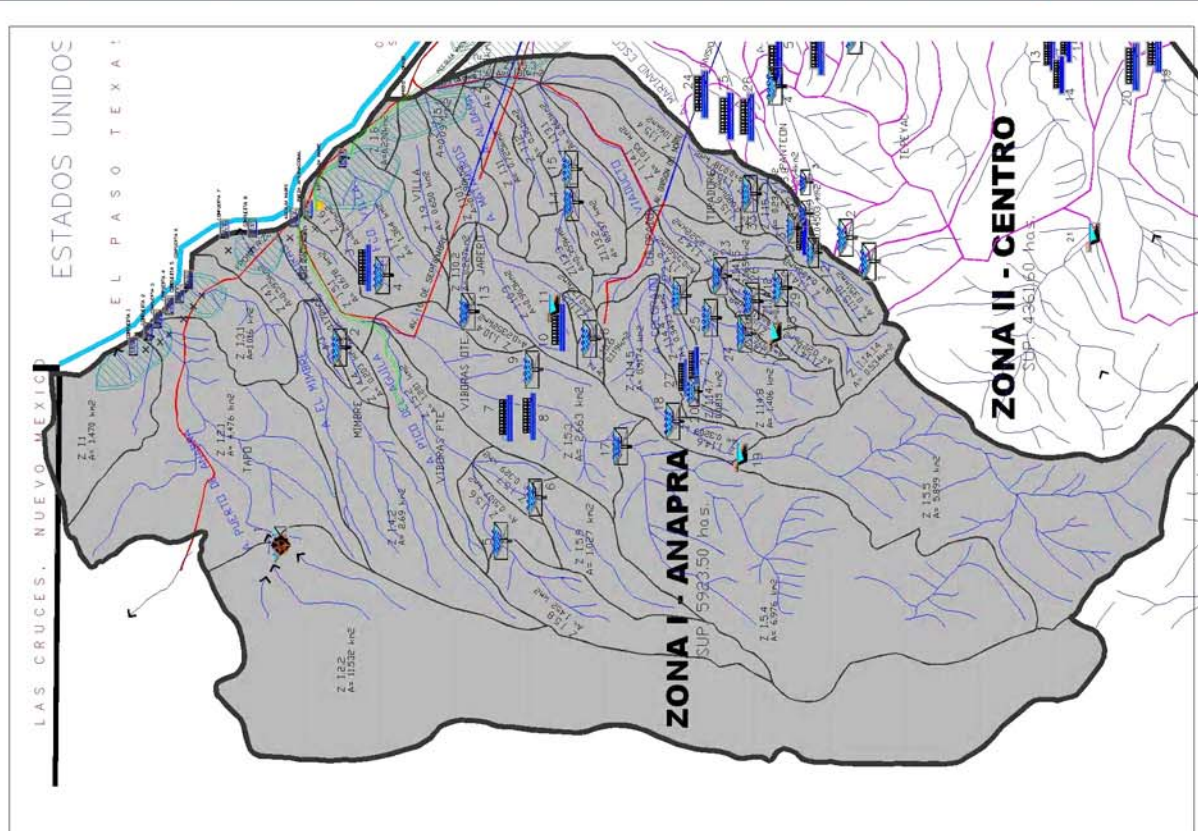
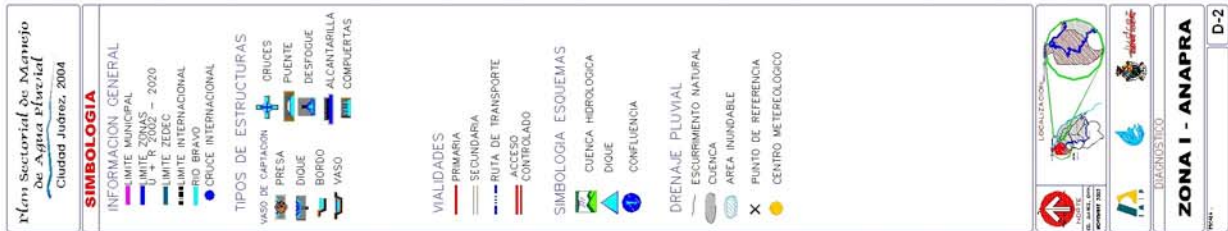
FUENTE: IMIP



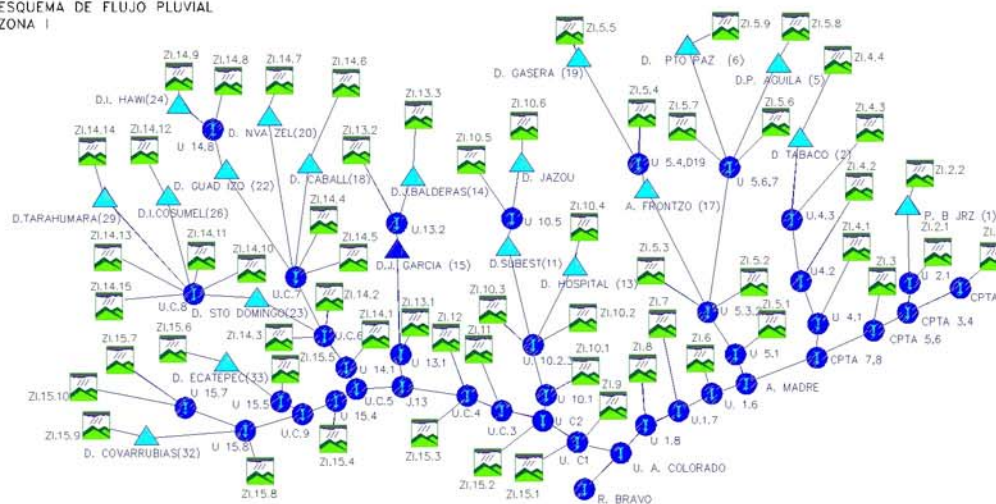
# Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial

Ciudad Juárez 2004

Diagnóstico



ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL  
ZONA I







FIGURAS IV.4.1.(2-6) CUENCA ZONA I ANAPRA



FIGURA IV.4.1.(2)



FIGURA IV.4.1.(3)



FIGURA IV.4.1.(4)



FIGURA IV.4.1.(5)



FIGURA IV.4.1.(6)



Diagnóstico

Arroyo El Tapo, sobre el cual fue construida una presa de almacenamiento, la cual controla aproximadamente el 60% de su cuenca, la cual está urbanizada aproximadamente al 40% y cuyas calles en su mayoría no se encuentran pavimentadas. La presa se ubica en la Colonia Lomas del Poleo-Anapra y se denomina Benito Juárez o Lago del Puerto (01) con una capacidad total de 1.0 millón de metros cúbicos. Fue construida con material homogéneo de tierra por el extinto Plan Presidencial Benito Juárez (SAG) en el año de 1975, cuyas características son las siguientes que se dan en la Tabla IV.4.1.2.2 :

TABLA IV.4.1.2.2 - PRESA : BENITO JUÁREZ O LAGO DEL PUERTO (01)- ZI.2

CAPACIDAD	UTIL ACTUAL	1.0 Mm <sup>3</sup>
	AZOLVES	0.2 Mm <sup>3</sup>
	TOTAL	1.2 Mm <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	450.0 m
	ALTURA MÁXIMA	9.2 m
	ANCHO DE CORONA	6.0 m
	TALUDES	3:10
VERTEDOR	CARGA MÁXIMA	1.5 m
	LONGITUD DE CRESTA	100 m

FUENTE : IMIP, C.N.A.

Esta presa constaba de una obra de toma, con puente de maniobras a nivel de la corona de la cortina, la cual se operaba mediante un volante de vástago fijo en una compuerta tipo calco, sin embargo, por estar completamente azolvada se desconoce el diámetro de la tubería.

Cabe destacar que ya existe invasión en el vaso por viviendas de una colonia precaria y que aguas abajo de esta obra existe una zona densamente urbanizada; sin embargo, según comentarios de los vecinos, esta presa nunca se ha llenado dado que aparentemente el vaso es altamente permeable.

Debido a la existencia de la obra de control, esta Sub-cuenca fue dividida en dos Micro-cuencas (ZI.2.1 y ZI.2.2).

#### IV.4.1.2.2.1. MICRO-CUENCA ZI.2.1

Es la parte baja de la Sub-cuenca cuyo límite superior es la presa Benito Juárez y su límite inferior constituye la descarga en el Río Bravo. Esta Micro-cuenca tiene características similares a la Z.1.1 y también consta con estructura de entrada al río Bravo provista de 2 compuertas deslizantes de 1.35 m X 1.25 m.

La problemática principal la constituye las fuertes pendientes y el arrastre de lodos y basura, por lo que las estructuras se ven frecuentemente obstruidas provocando inundaciones en el Boulevard Fronterizo y colonias colindantes a los cauces.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZI.2.1 son los siguientes, mismos que se presentan en la Tabla IV.4.1.2.2.1

TABLA IV.4.1.2.2.1 - MICRO CUENCA CLAVE ZI.2.1.

ÁREA (Km2)		4.476
PENDIENTE (S)		0.0143
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	60
	CERRIL Y LOMERÍO	40
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		78.2
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc en horas)		0.76
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.46

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.2.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.2.2

Limitada por la Sierra de Juárez y la Presa Benito Juárez, controla aproximadamente el 60% de la Sub-cuenca ZI.2, la cual se encuentra actualmente casi libre de urbanización, dado que solo se detecta un asentamiento irregular en límites de su vaso, con afectación a algunas viviendas en caso de llenarse la presa. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZI.2.2 son los siguientes que se dan en la Tabla IV.4.1.2.2.2.

TABLA IV.4.1.2.2.2 - SUB CUENCA -CLAVE ZI.2.2

ÁREA (Km2)		11.533
PENDIENTE (S)		0.0269
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	10
	CERRIL Y LOMERÍO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc en horas)		1.22
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.73

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.2.2.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

En el caso del Arroyo El Tapo las aportaciones de la ZI.2.2 son capturadas totalmente por la presa, ya que aún con el volumen escurrido para un periodo de retorno de 100 años, el volumen es menor a la capacidad de almacenamiento del vaso, motivo por el cual esta presa

IV.4.1.2.2.1 SUB-CUENCA ARROYO EL TAPO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.2.2	11.532	13.550	134.270	28.780	284.650	44.610	445.470
P B. JRZ (1)	11.532	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZI.2.1	4.476	7.150	71.210	14.430	143.430	21.610	217.190
U 2.1	16.008	7.150	71.220	14.430	143.460	21.610	217.250
CPTA 3,4	17.478	8.380	90.580	16.980	183.720	25.440	279.480

FUENTE: IMIP

no ha presentado vertido de agua.

Lo anterior representa que el gasto que cruza la zona urbana es únicamente el producido por la ZI.2.1, llegando a ser hasta de 14.430 m<sup>3</sup>/seg en la máxima tormenta con un TR= 25 años y de 7.150 m<sup>3</sup>/seg para tormentas de 5 años. De esta forma el gasto de la Zona 2.1 es el que finalmente llega al Río Bravo. Los valores para escurrimientos con diferentes periodos de retorno se presentan en la Tabla IV.4.1.2.2.1

#### IV.4.1.2.3. SUB-CUENCA ARROYO COYOTLA CLAVE: ZI.3

A este Arroyo se le asignó este nombre por la calle por donde escurre principalmente, descargando en el sitio identificado como CPTA 5,6. Es una Sub-cuenca totalmente urbanizada cuyas calles no han sido pavimentadas en su totalidad. El origen de esta Sub-cuenca inicia en los límites de la Zona ZI.4.2 dentro de la colonia Felipe Ángeles, su cauce principal es el Arroyo Coyotla y tiene características similares a la ZI.1 y ZI.2.1 y también consta de estructura de entrada al Río Bravo provista de 2 compuertas deslizantes de 1.35 m X 1.25 m. La problemática principal es el arrastre de basura, por lo que las estructuras se ven frecuentemente obturadas, provocando inundaciones en el Boulevard Fronterizo y colonias colindantes a los cauces. Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca CLAVE: ZI.3 se encuentran descritos en la Tabla IV.4.1.2.3:

TABLA IV.4.1.2.3 - SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.3

ÁREA (KM2)		1.016
PENDIENTE (S)		0.0247
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.35
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.21

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.2.3.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Su área de aportación del Arroyo Coyotla es de solo 101.6 Has. Con escurrimientos hacia la cuenca tributaria, cuyos valores para los distintos periodos de retorno analizados, se muestran a continuación en la Tabla IV.4.1.2.3.1:

Su aportación es directamente al río sin estructura alguna en el recorrido del agua por el cauce, que actualmente esta constituido por calles exclusivamente con valores que van de 3.710 a 6.950 m<sup>3</sup>/seg para 5 y 25 años respectivamente, los diseños de las estructuras deberá realizarse para un gasto de 10.051 m<sup>3</sup>/seg, que es el caudal obtenido para un periodo de retorno de 100 años.

En el sitio de la desembocadura al río se encuentran las compuertas de protección, en este punto, el volumen aportado al río es hasta de 21,160 a 40,400 m<sup>3</sup> para tormentas de 5 a 25 años con gastos que pueden llegar a 6.950 m<sup>3</sup>/seg, según las máximas precipitaciones registradas hasta la actualidad.



TABLA IV.4.1.2.3.1 ARROYO COYOTLA

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.3	1.016	3.71	21.16	6.950	40.400	10.051	59.230
CPTA 5,6	18.496	10.62	111.74	21.370	224.130	31.930	338.720

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.2.4. ARROYO EL MIMBRE SUB-CUENCA CLAVE: ZI.4

Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo El Mimbres, cuyo cauce principal lo constituye la vialidad que lleva el mismo nombre. Las pendientes en esta Sub-cuenca son más suaves que las de las Sub-cuenca anteriores y únicamente existe una obra de control denominada Dique Tabaco (02), la cual se ubica sobre un afluente secundario aproximadamente en la parte media de su desarrollo. Se estima que esta obra controla solo el 10% del total de la cuenca. El Dique Tabaco (02) se ubica en la Calle Navojoa, entre Tonalá y Juchitlán de la Colonia Felipe Angeles, consiste en una cortina de tierra con invasiones en el vaso, encontrándose en avanzado estado de asolvamiento. Cuenta así mismo, con un desfogue parcialmente obstruido, se pudo observar un gran movimiento de materiales en el vaso por parte de una empresa trituradora. Las características estimadas de la obra son las siguientes y se presentan en la Tabla IV.4.1.2.4 (1):

TABLA IV.4.1.2.4 - DIQUE TABACO (02)

CAPACIDAD ACTUAL	9,000 m <sup>3</sup>
LONGITUD DE CORTINA	94.0 m
ALTURA MÁXIMA	4.7 m
VERTEDOR	NO CUENTA
DESFOGUE	TUBO DE CONCRETO 60 CM DE Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Para el análisis hidrológico se subdividió esta Sub-cuenca en 4 Micro-cuenca, cuya descripción de los volúmenes escurridos se presenta al final de esta sección, en la Tabla IV.4.1.2.4.1. :

##### IV.4.1.2.4.1 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.4.1.

Tiene como límite inferior su descarga en el Río Bravo y el límite superior es la confluencia del afluente

proveniente del Dique Tabaco con el cauce principal del Arroyo El Mimbres. Dado que se ubica en la parte mas baja de la cuenca, se encuentra totalmente urbanizada con problemática similar a las Sub-cuenca de la Zona I que descargan al Río Bravo; el cauce principal fue convertido en la vialidad denominada Arroyo El Mimbres. También cuenta con estructura de entrada al Río Bravo, provista de 3 compuertas deslizantes de 1.35 X 1.35 m.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca son los siguientes (CLAVE: ZI.4.1) y se presentan en la Tabla IV.4.1.2.4.1

TABLA IV.4.1.2.4.1 MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.4.1

AREA (KM2)		0.595
PENDIENTE (S)		0.0208
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.23
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.14

FUENTE : IMIP

##### IV.4.1.2.4.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.4.2.

Esta Micro-cuenca representa el mayor porcentaje de la Sub-cuenca ZI.4, dado que está constituida por el cauce principal que se origina en la Sierra de Juárez y cuyo límite inferior es la confluencia de éste con el afluente donde se ubica el dique 02. Se estima que alrededor del 30% de su área se encuentra urbanizada y dado que no existen obras de control se generan fuertes avenidas que son transitadas a través de la vialidad Arroyo El Mimbres, construida sobre el cauce principal en la zona baja de la Sub-cuenca.

Los Parámetros Físicos correspondientes a esta Micro-cuenca CLAVE ZI.4.2 se muestran en la Tabla IV.4.1.2.4.2

TABLA IV.4.1.2.4.2 MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.4.2

ÁREA (KM2)		2.69
PENDIENTE (S)		0.0272
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	40
	CERRIL Y LOMERÍO	60
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		74.8
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.78
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.047

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.4.3. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.4.3

Esta Micro-cuenca se ubica en el afluente del Arroyo El Mimbres, entre la confluencia con el cauce principal y el Dique 02. Cuenta con una pequeña superficie totalmente urbanizada. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.4.3 son los siguientes y se presentan en la Tabla IV.4.1.2.4.3:

TABLA IV.4.1.2.4.3 MICRO CUENCA- CLAVE ZI.4.3

ÁREA (Km2)		0.17
PENDIENTE (S)		0.0269
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc en horas)		0.18
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.11

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.4.4. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.4.4

Ubicada entre el inicio del afluente del Arroyo El Mimbres y el Dique 02, también es una pequeña Micro-cuenca totalmente urbanizada; con características muy similares a la ZI.4.3. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZI.4.4 son los siguientes que se observan en la Tabla IV.4.1.2.4.4.

TABLA IV.4.1.2.4.4. SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.4.4

ÁREA (KM2)		0.202
PENDIENTE (S)		0.034
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.17
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.1

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.4.4.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo El Mimbres Inicia sus escurrimientos pluviales en la Zona ZI.4.2 y continua por la ZI.4.1 hasta llegar al río en el sitio de compuertas de protección identificadas como CPTA 7, 8. En este recorrido el cauce principal no cuenta con estructura alguna de control de avenidas, llegando todo el caudal directamente hasta dichas compuertas por el cauce convertido actualmente en calle.

Se tiene en la parte Sur un afluente el cual cuenta con un dique denominado Tabaco (2) con una capacidad de 9,000 m<sup>3</sup>, el cauce de este afluente se une al principal, aguas abajo de esta estructura, con la aportación de un pequeño arroyo adicional. El volumen de agua que aporta este arroyo es de 56,730 m<sup>3</sup> para TR = 5 y de 113,980 m<sup>3</sup> para TR = 25 con gastos pico que van de 6.440 a 12.920 m<sup>3</sup>/seg para los mismos periodos de retorno respectivamente. Los datos contenidos en la tabla de la fila de CPTA 7,8 son los gastos y volúmenes acumulados en el Río en el sitio de la desembocadura de este arroyo, sin incluir los valores que pudiera traer de Territorio Estadounidense.

TABLA IV.4.1.2.4.4.1 ARROYO EL MIMBRE ZI.4

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.4.4	0.202	0.081	4.200	1.510	8.020	2.180	11.750
D. TABACO (2)	0.202	0.030	3.130	0.060	6.000	0.090	8.800
ZI.4.3	0.170	0.680	3.530	1.270	6.750	1.840	9.890
U.4.3	0.372	0.690	6.670	1.300	12.750	1.880	18.690
ZI.4.2	2.690	4.750	37.700	9.750	77.620	14.840	119.200
U.4.2	3.062	5.140	44.360	10.490	90.370	15.890	137.890
ZI.4.1	0.595	2.400	12.370	4.450	23.610	6.430	34.620
U.4.1	3.657	6.440	56.730	12.920	113.980	19.340	172.520
CPTA 7,8	22.153	17.060	284.080	34.290	338.110	51.270	511.230

FUENTE: IMIP



#### IV.4.1.2.5. SUB-CUENCA ARROYO LAS VÍBORAS CLAVE: ZI.5

Corresponde a la Sub-cuenca Arroyo Las Víboras, cuyo cauce principal lo constituye la vialidad que lleva el mismo nombre, descarga directamente al vaso de la Presa Internacional, que es el inicio de la Acequia Madre o Canal Principal del Distrito de Riego 09. Las pendientes en esta Sub-cuenca son fuertes en su parte alta, dado que se origina en la Sierra de Juárez.

Existen 7 estructuras de control de los cuales se pueden destacar por su importancia los Diques Pico del Águila (05) y Puerto La Paz (6) en la zona Poniente. En la zona Oriente destaca el Dique Fronteriza (17), tiene la particularidad de recibir los escurrimientos de otra Sub-cuenca ZI.14.19 mediante un tajo que fue construido en el Dique La Gasera (19) que se ubica en la Sub-cuenca del Arroyo Colorado.

En la parte media de esta zona existen 3 obras de menor importancia: 2 alcantarillas denominadas Artículo 27 (7) y Artículo 123 (8), cuya capacidad de control es prácticamente nula debido al asolvamiento e invasiones y el Dique Matamoros (09) cuyo vaso también se encuentra invadido por viviendas y en avanzado estado de asolvamiento, por lo que capacidad de control es muy reducida.

Tomando como base y de acuerdo a lo anteriormente descrito y para efectos del análisis hidrológico, esta Sub-cuenca se subdividió en 9 Micro-cuencas para lo cual se tomaron en cuenta las confluencias y la ubicación de los diques que realmente representan un control de avenidas, descartando por consiguiente las obras 07, 08 y 09 que prácticamente no tienen capacidad de regulación.

##### IV.4.1.2.5.1. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.5.1

Se ubica en la parte mas baja de la Sub-cuenca, donde confluyen las Zonas Oriente y Poniente. Su límite superior lo constituye la confluencia de su afluente Oriental donde se ubican los Diques 05 y 06, con el cauce principal; mientras que el límite inferior es el Río Bravo, el cual descarga directamente al vaso de la presa Internacional mediante una estructura tipo alcantarilla sin compuertas, provista de 2 conductos de 2.5 X 1.22 m, las cuales resultan insuficientes al presentarse avenidas de importancia, provocando inundaciones y asolvamiento, tanto en la vialidad Las Víboras, como en el Boulevard Fronterizo, afectando

también a la Acequia Madre o Canal Principal del Distrito de Riego 09.

Esta zona se encuentra totalmente urbanizada. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZI.5.1 se presentan en la Tabla IV.4.1.2.5.1.

TABLA IV.4.1.2.5.1 - MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.5.1

ÁREA (KM2)		0.677
PENDIENTE (S)		0.0124
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.42
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.25

FUENTE : IMIP

##### IV.4.1.2.5.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.5.2

Corresponde a la parte media de la zona Poniente del Arroyo Las Víboras. Se localiza entre la ZI.5.1 y la confluencia entre sí, de los 2 arroyos donde se ubican los Diques 05 y 06, por lo que se considera una Micro-cuenca sin obras de control.

Esta zona se encuentra totalmente urbanizada, aunque sin pavimentarse en su totalidad. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.5.2) son los siguientes y se encuentran en la Tabla IV.4.1.2.5.2.

TABLA IV.4.1.2.5.2 MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.5.2

ÁREA (KM2)		1.201
PENDIENTE (S)		0.0178
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.51
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.31

FUENTE : IMIP

##### IV.4.1.2.5.3. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.5.3

Ubicado en la Zona Oriente de la Sub-cuenca, tiene como límite inferior la ZI.5.1 y al Dique 17 como límite superior, colindando a la vez con las Micro-cuencas de la zona Poniente (ZI.5.2, ZI.5.7 y ZI.5.9). En esta Micro-cuenca se localizan las obras 07, 08 y 09, mismas que ya se comentó no fueron consideradas para efecto del análisis hidrológico, dada su reducida o nula capacidad de regulación. Se puede considerar que esta Micro-cuenca se encuentra también totalmente urbanizada, aunque sus calles aún no han sido pavimentadas en su totalidad.



Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.5.3) son los siguientes de la Tabla IV.4.1.2.5.3.

TABLA IV.4.1.2.5.3 - MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.5.3

ÁREA (KM2)		2.663
PENDIENTE (S)		0.0209
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.65
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.39

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.5.4. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.5.4

Se ubica en el extremo Poniente de la Sub-cuenca, la cual se origina en la Sierra de Juárez, y forman aguas abajo el cauce principal del Arroyo, con límite inferior en el Dique Fronteriza (17).

Se estima que el 40% de esta Micro-cuenca se encuentra urbanizado, con la mayoría de sus calles sin pavimento. Este dique se ubica en la Calle Salomón de la Colonia Ampliación Fronteriza.

Sus principales características se encuentran en la Tabla IV.4.1.2.5.4.(1):

TABLA IV.4.1.2.5.4. (1) DIQUE FRONTERIZA (17)

CAPACIDAD	ÚTIL	0.250 Mm <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	210.0 m
	ALTURA MAXIMA	7.5 m
	DESFOGUE	TUBO CONCRETO 45 CM DE Ø
VERTEDOR		NO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Es importante resaltar que esta obra no cuenta con vertedor, en virtud de que aparentemente fue eliminado con la construcción de una "gasera" y dado que recibe de manera adicional los escurrimientos que genera la cuenca del Dique 19, se considera necesario la construcción de un vertedor y obras complementarias, previo estudios hidrológico e hidráulico, para evitar que exista la posibilidad de una catástrofe al colapsarse esta obra, ya que esta zona se encuentra densamente poblada. El vaso del dique se encuentra invadido por viviendas

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.5.4) son los siguientes y se presentan en la Tabla Tabla IV.4.1.2.5.4 (2):

TABLA IV.4.1.2.5.4 (2) MICRO CUENCA -CLAVE: ZI.5.4

ÁREA (Km2)		6.976
PENDIENTE (S)		0.0554
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	40
	CERRIL Y LOMERIO	60
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		74.8
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc en horas)		0.77
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.46

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.5.5. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.5.5

Ubicada en la Zona Oriente de la Sub-cuenca, corresponde a la Micro-cuenca del Dique La Gasera (19) el cual originalmente drenaba hacia la Sub-cuenca del Arroyo Colorado, sin embargo, dado que fue construido un tajo para desviar sus escurrimientos hacia el Dique Fronteriza (17), fue integrada a la Sub-cuenca del Arroyo Las Víboras. Se puede considerar que su Micro-cuenca aún no ha sido invadida por la mancha urbana, aunque en su vaso sí se observan algunas viviendas.

Las características principales del Dique La Gasera (19) son las siguientes y se pueden observar en la Tabla IV.4.1.2.5.5.

TABLA IV.4.1.2.5.5 (1) DIQUE LA GASERA (19)

CAPACIDAD	ÚTIL	0.130 Mm <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	50.0 m
	ALTURA MAXIMA	5.5 m
	DESFOGUE	NO EXISTE
VERTEDOR	* CUENTA CON UN TAJO	* 7.5 M DE PLANTILLA Y 366.0 M DE LONGITUD (CAPACIDAD ESTIMADA 35 <sup>3</sup> /SEG)

FUENTE : IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.5.5) son los siguientes y se insertan en la Tabla (18) IV.4.1.2.5.5.(2)

TABLA IV.4.1.2.5.5 (2) MICRO CUENCA -CLAVE: ZI.5.5

ÁREA (Km2)		5.899
PENDIENTE (S)		0.068
COBERTURA %	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERIO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc en horas)		0.64
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.39

FUENTE : IMIP



Diagnóstico

#### IV.4.1.2.5.6. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.5.6

Se ubica en la Zona Poniente entre la confluencia de los arroyos donde se ubican los Diques 05 y 06, siendo el propio Dique 05 el que representa prácticamente el límite de la zona urbana, aún cuando se pudo observar que su vaso ya presenta invasiones por viviendas.

Esta Micro-cuenca integra solo una pequeña área, sin embargo, se advierten serios problemas en caso de colapsarse esa obra dado que la zona se encuentra densamente poblada.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.5.6) son los siguientes de la Tabla IV.4.1.2.5.6.

TABLA IV.4.1.2.5.6. MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.5.6

ÁREA (KM2)		0.51
PENDIENTE (S)		0.0142
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	10
	CERRIL Y LOMERÍO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.32
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.19

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.5.7. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.5.7

Se ubica en la Zona Poniente entre la confluencia de los arroyos donde se ubican los Diques 05 y 06, el propio Dique 06, representa prácticamente el límite de la zona urbana, sin invasiones en su vaso. Esta Micro-cuenca integra solo una pequeña área, sin embargo, se advierten serios problemas en caso de colapsarse esta obra, dado que no cuenta con vertedor de demasías y la zona se encuentra densamente poblada.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.5.7) aparecen en la Tabla IV.4.1.2.5.7.

TABLA IV.4.1.2.5.7. MICRO CUENCA -CLAVE ZI.5.7

ÁREA (Km2)		0.329
PENDIENTE (S)		0.0569
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	10
	CERRIL Y LOMERÍO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Te en horas)		0.16
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.09

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.5.8. MICRO-CUENCA DIQUE PICO DEL ÁGUILA CLAVE: ZI.5.8

Ubicada en la Zona Poniente, corresponde a la Cuenca

del Dique 05, cuyo inicio se origina al pie de la Sierra de Juárez, aún sin urbanizar. El Dique Pico del Aguila (05) se observa con fuertes problemas de erosión en ambos taludes; aunque aparentemente ha funcionado correctamente reteniendo importantes volúmenes escurridos, aunque sin verter. Su cortina fue construida de terracería con un núcleo de arcilla, el vaso presenta algunas invasiones por viviendas. Sus características principales son las siguientes y se presentan en la Tabla IV.4.1.2.5.8:

TABLA IV.4.1.2.5.8. (1) DIQUE PICO DEL AGUILA (05) (CLAVE: ZI.5.8)

CAPACIDAD	ÚTIL	0.150 Mm <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	145.0 m
	ALTURA MÁXIMA	8.5 m
VERTEDOR	SECCIÓN TRAPEZIAL	B=7.30 m; H=1.2 m
DESFOGUE		TUBERÍA DE 91 CM Ø

FUENTE : IMIP

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.5.8) en la Tabla IV.4.1.2.5.8. (2):

TABLA 22 IV.4.1.2.5.8.(2) MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.5.8

ÁREA (KM2)		1.452
PENDIENTE (S)		0.0388
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.53
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.32

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.5.9. MICRO-CUENCA DIQUE PUERTO LA PAZ CLAVE: ZI.5.9

Ubicada en la Zona Poniente, corresponde a la Cuenca del Dique 06, cuyo inicio se origina al pie de la Sierra de Juárez, aún sin urbanizar.

El Dique Puerto La Paz (06) ubicado en la Colonia del mismo nombre fue construido de tierra, sin protección. Se observa con fuertes problemas de erosión en la cortina, principalmente en la margen derecha, por lo que se requiere orientar los escurrimientos de la ladera hacia el vaso. No cuenta con vertedor y aún no ha sido invadido su vaso.

Sus características principales se presentan en la Tabla IV.4.1.2.5.9. (1) y son las siguientes:

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.5.9), ver Tabla IV.4.1.2.5.9. (2):



TABLA IV.4.1.2.5.9. (1)  
DIQUE PUERTO LA PAZ (06) (CLAVE: ZI.5.9)

CAPACIDAD	ÚTIL	0.050 Mm <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	168.0 m
	ALTURA MÁXIMA	5.5 m
VERTEDOR		NO CUENTA
DESFOGUE		TUBERÍA DE 61 CM Ø

FUENTE : IMIP, C.N.A

TABLA IV.4.1.2.5.9. (2) MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.5.9

ÁREA (KM2)		1.027
PENDIENTE (S)		0.0427
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.23
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.14

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.5.9.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Como se pudo observar el Arroyo de las Víboras cuenta con dos grandes áreas de aportación, que para este análisis se divide en Víboras Poniente y Víboras Oriente nombrando la última parte del recorrido del agua como Arroyo las Víboras, como se le conoce comunmente.

En el Arroyo Las Víboras Poniente, el escurrimiento inicia con dos afluentes importantes identificados como ZI 5.8 y ZI 5.9 cuyas aportaciones son captadas por los diques Pico del Águila con un capacidad de 150,000 m<sup>3</sup> y Puerto la Paz con 50,000 m<sup>3</sup> de almacenamiento respectivamente.

La capacidad de estos diques es superior a los volúmenes drenados por estas Micro - cuencas por lo que los caudales de descarga en cada uno de ellos es mínimo, representados en el modelo por un valor igual a cero, aún para un TR = 100 años, sin embargo, los volúmenes escurridos en ambas zonas hasta los diques mencionados, suman 27,160 m<sup>3</sup> para TR=5 y hasta de 58,080 m<sup>3</sup> para TR=25, lo cual es significativo como aportación al sistema pluvial en general.

Hacia aguas abajo de las dos zonas descritas anteriormente, se encuentran las Micro-cuencas identificadas como ZI 5.6 y ZI 5.7 que unen sus escurrimientos en la parte mas baja de ambas, para generar un caudal de 4.030 a 7.130 m<sup>3</sup>/seg para TR=5 y 25 años en un solo cauce, que junto con la aportación de la zona Z5.2 de 3.36 m<sup>3</sup>/seg a 6.330 m<sup>3</sup>/seg., se une al afluente de la sección Oriente de este arroyo.

La aportación final de esta sección de la Sub-cuenca

Diagnóstico

es de gasto total de 4.030 m<sup>3</sup>/seg a 7.30m<sup>3</sup>/seg y volúmenes de 21,380 a 38,960 m<sup>3</sup> para TR = 5 y TR = 25 respectivamente, antes de unirse al afluente del lado oriental.

El afluente Las Víboras Oriente recibe el agua de las Micro-cuencas ZI 5.4 y ZI 5.5, el primero pertenece a la parte más alta de este arroyo, mientras que el segundo perteneció originalmente al arroyo Colorado pero se construyó una desviación al final de esta zona, en el dique La Gasera (19), para que el flujo se integre al arroyo Las Víboras, sección Oriente.

El dique La Gasera (19) recibe las aportaciones de la Micro-cuenca ZI.5.5 con gastos de 8.570 a 18.20 m<sup>3</sup>/seg y volúmenes de agua que van de 64,630 a 182,000 m<sup>3</sup> para periodos de retorno de 5 y 25 años, lo cual significa que para lluvias normales el agua queda totalmente controlada por esta estructura, mientras que para lluvias extraordinarias, del orden de 84 mm apenas si estará vertiendo, dado que su capacidad actual de almacenamientos es de 150,000 m<sup>3</sup>. Aún así deberán tomarse algunas acciones para el control de caudales aguas abajo de este dique ya que para un TR de 100 años, el caudal puede llegar a 28.350 m<sup>3</sup>/seg.

El agua que pudiera verter del dique La Gasera, se junta con el flujo que se genera en la Micro-cuenca ZI. 5.4, y ambos llegan al dique Fronterizo, el cual cuenta con una capacidad de 250,000 m<sup>3</sup>, siendo este el de mayor tamaño en esta Cuenca después de la presa Benito Juárez. Esta capacidad es suficiente para tormentas de un TR = 5 y 25 años, sin embargo para una de 100 años estará vertiendo 12.140 m<sup>3</sup>/seg.

Una vez que se unen los cauces de las dos secciones, la Poniente y la Oriente forman un solo escurrimiento que en condiciones de tormentas de 5 años, el caudal llega a unos 15.540 m<sup>3</sup>/seg mientras que para lluvias de una TR=25 años, este gasto podría llegar a 29.150 m<sup>3</sup>/seg.

El Arroyo las Víboras desemboca en el Río Bravo cerca del inicio de la Acequia Madre, donde el gasto adicional en ese punto del río es de 32.130 a 62.440 m<sup>3</sup>/seg para 5 y 25 años respectivamente.

La descripción de las características de cada una de las áreas de escurrimiento y las estructuras que ahí se alojan, se presentan en la Tabla IV.4.1.2.5.10.:



TABLA IV.4.1.2.5.9.1. ARROYO LAS VÍBORAS ZI.5

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
VIBORAS PONIENTE							
ZI.5.9	1.027	2.1	11.25	4.42	24.06	6.92	37.88
D. PTO PAZ (6)	1.027	0	0	0	0	0	0
ZI.5.8	1.452	2.12	15.91	4.48	34.02	6.96	53.55
D. P. AGUILA (5)	1.452	0	0.01	0	0.03	0	0.04
ZI 5.7	0.329	1.63	8.36	2.87	15.22	4	21.73
ZI 5.6	0.511	2.41	12.98	4.25	23.65	5.95	33.75
U 5.6,7	3.31	4.03	21.38	7.13	38.96	9.96	55.62
ZI.5.2	1.201	3.36	24.96	6.33	47.66	9.19	69.881
VIBORAS ORIENTE							
ZI.5.5	5.899	8.57	64.63	18.2	138.22	28.35	217.58
D. GASERA (19)	5.899	0	0	0.71	9.19	7.97	88.55
ZI.5.4	6.976	12.46	97.75	25.55	201.29	38.86	309.12
U 5.4, D19	12.875	12.46	97.82	25.55	216.49	38.86	397.67
A. FRONTZO (17)	12.875	0	0	0	0.1	12.14	149.39
ZI.5.3	2.653	7.51	55.14	14.12	105.29	20.32	154.37
VIBORAS							
U 5.3,2	20.048	13.31	101.54	24.96	192.02	35.91	429.28
ZI.5.1	0.677	2.22	14.07	4.19	26.87	6.07	39.39
U 5.1	20.725	15.54	115.61	29.15	218.89	41.98	468.67
A. MADRE	42.878	32.13	284.08	62.44	556.99	92.18	979.9

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.2.6. SUB-CUENCA ARROYO EL MEZQUITE CLAVE: ZI.6

Se encuentra ubicada en la parte media de la Cuenca colindando con la Micro-cuenca ZI.5.1 y la Sub-cuenca ZI.7 en la colonia Paso del Norte, constituye la Sub-cuenca del Arroyo El Mezquite.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca (CLAVE: ZI.6) aparecen en Tabla IV.4.1.2.6.

TABLA IV.4.1.2.6 SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.6

AREA (KM2)		0.201
PENDIENTE (S)		0.0667
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.09
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.05

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.6. 1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo El Mezquite cuenta con una Micro-cuenca de apenas 0.2 Km<sup>2</sup> de superficie, desemboca en el Río Bravo, aportando un gasto de 0.810 m<sup>3</sup>/seg para TR=5 y de 1.510 m<sup>3</sup>/seg para TR=25, y volúmenes de

4,180 y 7,980 m<sup>3</sup> para los mismos periodos de retorno respectivamente. Su nombre fue asignado en este estudio por la calle representativa de su ubicación en la ciudad.

Estos caudales y volúmenes de agua se acumulan en el Río Bravo, resultando los datos que aparecen en la Tabla en la fila con la identificación U 1.6 según se aprecia en la tabla IV.4.1.2.6.1:

#### IV.4.1.2.7 SUB-CUENCA ARROYO FRANCISCO VILLA CLAVE: ZI.7

Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo Francisco Villa que se ubica en la parte central de la Zona I la cual se encuentra totalmente urbanizada.

Se origina en la misma ciudad y sus escurrimientos ordinarios son orientados parcialmente a la Acequia Madre y los excedentes transitan por el Boulevard Fronterizo, para finalmente descargar al Río Bravo aguas abajo de la Presa Internacional, por medio de escotaduras.

TABLA IV.4.1.2.6.1 SUB-CUENCA ARROYO EL MEZQUITE

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.6	0.201	0.810	4.180	1.510	7.980	2.169	11.696
U. 1.6	43.079	32.940	288.260	63.950	564.970	94.190	991.600

FUENTE: IMIP

Sobre un afluente del cauce principal se construyeron 2 obras de regulación: Acacias (03) y Gardenias (04) las cuales se localizan en la Colonia Francisco Villa, a la altura de las Calles Acacias y Datileras. Actualmente estas obras se encuentran muy azolvadas e invadidas por viviendas, por lo que su capacidad de regulación es casi nula; razón por la cual no se consideraron en el presente estudio como vasos de almacenamiento. Dadas las características antes descritas, esta Sub-cuenca se analizó como una sola zona.

Los parámetros físicos de esta Sub-cuenca CLAVE: ZI.7 son los siguientes, según se pueden observar en la Tabla IV.4.1.2.7.:

TABLA IV.4.1.2.7.: SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.7

AREA (KM2)		1.364
PENDIENTE (S)		0.0249
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.49
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.3

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.7.1 ANÁLISIS DE SUS ESCURRIMIENTOS

Su Micro-cuenca se identifica como ZI.7, tiene un área de aportación de agua de 1.364 km<sup>2</sup> en zona totalmente urbanizada, descarga al Río Bravo de manera directa. En esta zona se encuentra un dique denominado Gardenias, el cual esta azolvado e invadido, tanto en el vaso como en el cauce debajo de esta estructura, por lo que no se considera como útil para motivo de control de avenidas.

El gasto que se produce en esta zona es de 3.87 a 7.37 m<sup>3</sup>/seg, descargando en el Río de 28,350 a 54,130 m<sup>3</sup> en tormentas de 5 y 25 años respectivamente. La identificación U 1.7 representa el gasto y volumen acumulado en el Río a la altura de la descarga de este

arroyo.

#### IV.4.1.2.8 SUB-CUENCA ARROYO ALTAVISTA CLAVE: ZI.8

Existe una pequeña Sub-cuenca libre entre la cuenca del Arroyo Francisco Villa y la Cuenca del Arroyo Colorado. Su principal es el Arroyo Altavista en la colonia del mismo nombre, descarga directamente al Río Bravo, cuyos escurrimientos transitan previamente por el Boulevard Fronterizo. Esta cuenca está totalmente urbanizada y pavimentada.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca (CLAVE: ZI.8) se observan en la Tabla IV.4.1.2.8:

TABLA IV.4.1.2.8. SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.8

AREA (KM2)		0.23
PENDIENTE (S)		0.0316
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.18
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.11

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.8.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Su nombre fue asignado en este estudio por la colonia representativa de su ubicación en la ciudad, la colonia Altavista.

Se trata de una Micro-cuenca muy pequeña de 0.23 Km<sup>2</sup> de superficie, desemboca en el Río Bravo, aportando un gasto de .810m<sup>3</sup>/seg para TR=5 y de 1.510 m<sup>3</sup>/seg para TR=25, y volúmenes de 4,180 y 7,980 m<sup>3</sup> para los mismos periodos de retorno respectivamente. Estos caudales y volúmenes de agua se acumulan en el Río Bravo que se suman a los que se presentan aguas arriba de la desembocadura del mismo con los datos que aparecen en la tabla en la fila con la identificación U 1.8

IV.4.1.2.7.1 SUB-CUENCA ARROYO FRANCISCO VILLA

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.7	1.364	3.870	28.350	7.370	54.130	10.692	79.368
U 1.7	44.443	36.810	316.610	71.320	619.100	104.880	1071.000

FUENTE: IMIP

IV.4.1.2.8.1 ARROYO ALTAVISTA ZI.8

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.8	0.201	0.810	4.180	1.510	7.980	2.170	11.696
U. 1.8	44.644	37.620	320.790	72.820	627.080	107.050	1082.700

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

#### IV.4.1.2.9. SUB-CUENCA ARROYO VILLA CLAVE: ZI.9

Consiste en otra pequeña Sub-cuenca libre entre la Sub-cuenca del Arroyo Francisco Villa y la Sub-cuenca del Arroyo Colorado. Su cauce principal es el Arroyo Villa, descarga directamente al Río Bravo, cuyos escurrimientos transitan previamente por el Boulevard Fronterizo. Esta Sub-cuenca está totalmente urbanizada y pavimentada. Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca CLAVE: ZI.9 se encuentran en Tabla IV.4.1.2.9. :

TABLA IV.4.1.2.9 SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.9

AREA (KM2)		0.649
PENDIENTE (S)		0.0286
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.39
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.24

FUENTE : IMIP

#### IV.4.1.2.9.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo Villa ZI.9 descarga en el cauce del Arroyo Colorado poco antes de que este desemboque en el Río Bravo. Toda el área se encuentra urbanizada, los caudales y volúmenes de agua escurrida provocan inundaciones en la parte mas baja del cauce, ayudando en este efecto las aportaciones del Arroyo Colorado, ver Tabla IV.4.1.2.9.1:

#### IV.4.1.3. ESCURRIMIENTOS CON DESCARGA AL VIADUCTO DÍAZ ORDÁZ

Estos arroyos se caracterizan por tener su vertiente de descarga al viaducto Díaz Ordaz el cual constituye el cauce principal del Arroyo Colorado

- ZI.10.- Arroyo Jarero
- ZI.11.- Arroyo Aldama
- ZI.12.- Arroyo Zacatecas
- ZI.13.- Arroyo El Cuervo
- ZI.14.- Arroyo Colorado
- ZI.15.- Arroyo Tiradores

La descripción a detalle de cada uno de ellos se presenta a continuación:

#### IV.4.1.3.1. SUB-CUENCA ARROYO JARERO CLAVE: ZI.10

Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo Jarero y conocido en la parte baja como Matamoros, descarga al Arroyo Colorado, convertido en la vialidad denominada Viaducto Díaz Ordaz. Esta Sub-cuenca se encuentra totalmente urbanizada y sus límites superiores son el inicio de las cuencas de los Diques Emilio Campa (10), La Subestación (11), Jazou (16) y Hospital (13), los cuales se ubican entre las Colonias 16 de Septiembre, Chihuahua e Insurgentes.

De las obras anteriormente descritas, se descarta la alcantarilla Emilio Campa, dada su limitada capacidad de regulación, por lo que para los fines que persigue este estudio esta Sub-cuenca ZI.10 se subdivide en 6 Micro-cuencas:

#### IV.4.1.3.1.1 MICRO-CUENCA ZI.10.1

Su límite superior es la confluencia de dos afluentes del Jarero, representados por las Micro-cuencas ZI.10.2 y ZI.10.3 que se convierten en el cauce principal, el cual transita por las calles principalmente; el límite inferior es la descarga al Viaducto Díaz Ordaz.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZI.10.1 se dan en Tabla IV.4.1.3.1.1 :

TABLA IV.4.1.3.1.1 MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.10.1

AREA (KM2)		0.690
PENDIENTE (S)		0.0123
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.48
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.29

FUENTE: IMIP

TABLA IV.4.1.2.9.1 SUB CUENCA ARROYO VILLA

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.9	0.649	2.190	13.490	4.120	25.760	5.952	37.762

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.1.2 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.10.2

Se ubica aguas arriba de la Micro-cuenca ZI.10.1 y su límite superior lo constituye el Dique 13, al Sur colinda con la micro-cuenca ZI.10.3 y al Norte con las ZI.7 y ZI.9 Sus Parámetros Físicos CLAVE: ZI.10.2 se presentan en la Tabla IV.4.13.1.2:

TABLA IV.4.1.3.2 SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.10.2

AREA (KM2)		0.227
PENDIENTE (S)		0.0396
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.22
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.13

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.1.3 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.10.3

Se ubica aguas arriba de la Micro-cuenca ZI.10.1 y su límite superior lo constituye el Diques 11. Los Parámetros Físicos de la Micro-cuenca CLAVE: ZI.10.3 se encuentran en la Tabla IV.4.1.3.1.3:

TABLA IV.4.1.3.1.3 MICRO-CUENCA- CLAVE: ZI.10.3

AREA (KM2)		0.963
PENDIENTE (S)		0.0197
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.35
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.21

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.1.4. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.10.4

Corresponde a la Cuenca del Dique Hospital (13), el cual se localiza entre las Calles Ramón Rayón y Castaños en la Colonia Insurgentes. Esta obra se encuentra muy azolvada e invadida totalmente por viviendas e instalaciones deportivas de concreto por

TABLA IV.4.1.3.1.4 (1) DIQUE HOSPITAL (13) CLAVE: ZI.10.4

CAPACIDAD	ÚTIL	0.9000 Mm <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	75.0 M
	ALTURA MÁXIMA	3.5 M
VERTEDOR		NO CUENTA TUBERÍA CONCRETO DE 6 CM Ø
DESFOGUE		COMPLETAMENTE OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

lo que su capacidad de regulación es muy reducida. Tiene las siguientes características que se observan en la Tabla IV.4.1.3.1.4:

TABLA IV.4.1.3.1.4 (2) SUB-CUENCA- CLAVE: ZI.10.4

AREA (KM2)		0.235
PENDIENTE (S)		0.0225
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.25
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.15

FUENTE: IMIP

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (ZI.10.4) se presentan de acuerdo con la Tabla IV.4.1.3.1.4. ZI.10.4:

#### IV.4.1.3.1.5. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.10.5

Corresponde a la cuenca comprendida entre el Dique 11 y el Dique 16. El Dique La Sub-estación se localiza entre las Calles Isla Hong Kong y Emilio Campa. Esta obra que al parecer se ha llenado en varias ocasiones y dado que tiene una capacidad muy reducida su regulación es mínima, se encuentra muy azolvado, sin embargo aún no ha sido invadido. La Tabla IV.4.1.3.1.5.(1) presenta las características más importantes:

TABLA IV.4.1.3.1.5 (1) DIQUE LA SUB-ESTACION CLAVE: ZI.10.5

CAPACIDAD	ÚTIL	1000.0 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	27.0 m
	ALTURA MÁXIMA	3.5 m
VERTEDOR		NO CUENTA
DESFOGUE		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

En la Tabla IV.4.1.2.10.5 (2) se presentan los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.10.5:

TABLA IV.4.1.3.1.5 (2) MICRO-CUENCA - CLAVE: ZI.10.5

AREA (KM2)		0.137
PENDIENTE (S)		0.0388
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.15
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.09

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

#### IV.4.1.3.1.6 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.10.6

Corresponde a la cuenca del Dique Jazou (16), el cual se localiza entre las Calles Islas Jazou y División del Norte en la Colonia 16 de Septiembre. Esta obra se encuentra muy azolvada e invadida totalmente por viviendas; al parecer nunca se ha llenado totalmente, presenta erosión en la cortina. La Tabla IV.4.1.3.1.6(1) presenta la información correspondiente:

TABLA IV.4.1.3.1.6.(1) DIQUE JAZOU (16)-CLAVE: ZI.10.6

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	7000.0 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	166.0 m
	ALTURA MÁXIMA	7.0 m
<b>VERTEDOR</b>		NO CUENTA
<b>DESFOGUE</b>		TUBO DE CONCRETO DE 60 CM Ø COMPLETAMENTE OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.10.6 son los siguientes. Ver Tabla IV.4.1.3.1.6 (2):

TABLA IV.4.1.3.1.6.(2) MICRO-CUENCA - CLAVE: ZI.10.6

<b>AREA (KM2)</b>		0.118
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.035
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.1
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.06

FUENTE: IMIP

TABLA IV.4.1.3.1.6.1 ARROYO JARERO ZI.10

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.10.6	0.118	0.470	2.450	0.880	4.680	1.269	6.864
D. JAZOU	0.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZI.10.5	0.137	0.550	2.850	1.020	5.440	1.480	7.970
U 10.5	0.255	0.550	2.890	1.030	5.520	1.480	8.090
D. SUBEST (11)	0.255	0.360	1.750	1.110	4.360	1.230	6.910
ZI.10.4	0.235	0.940	4.880	1.760	9.330	2.540	13.670
D. HOSPITAL (13)	0.235	0.000	0.000	1.020	0.440	0.500	4.781
ZI.10.3	0.963	3.510	20.020	6.580	38.220	9.510	56.035
ZI.10.2	0.227	0.910	4.720	1.700	9.010	2.450	13.210
U.10.2,3	1.680	4.420	26.560	9.390	52.030	13.190	80.930
ZI.10.1	0.690	2.010	14.340	3.820	27.380	5.540	40.150
U.10.1	2.370	6.430	40.900	13.220	79.420	18.730	121.080

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.1.6.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo Jarero ZI.10, cuenta con tres afluentes en las partes altas, identificados por las zonas ZI.10.5, ZI.10.6 para uno de ellos, ZI.10.3 otro y ZI.10.4 el tercero. En el 10.6 y el 10.4 se encuentran los diques Hospital (13) y Jazou (16) así como el dique Subestación (11) después de la unión de los afluentes de las zonas 10.6 y 10.5.

El dique Jazou tiene la capacidad de retener el 100% del escurrimiento que puede llegar a 6,800 m<sup>3</sup> para un TR=100, ya que su capacidad actual es de 7000 m<sup>3</sup>. El dique Subestación con capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, también retiene prácticamente todo el volumen aun cuando es de poca capacidad.

El dique Hospital hace lo mismo para 5 y 25 años, vertiendo apenas para el volumen calculado en una tormenta de 100 años.

Una vez que se juntan los tres afluentes mencionados el arroyo cambia de nombre a Matamoros, el gasto que descarga este arroyo al cauce del Colorado es de 6.430 m<sup>3</sup>/seg para TR=5 y de 13.220 m<sup>3</sup>/seg para TR=25 y volúmenes de agua calculadas en 40,900 y 79,420 m<sup>3</sup> para tormentas con estos periodos de retorno. En la Tabla IV.4.1.3.1.6.1 se dan los datos a detalle.

TABLA IV.4.1.3.2.1. ARROYO ALDAMA

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.11	0.725	2.300	15.070	4.350	28.770	6.300	42.190

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.2 SUB-CUENCA ARROYO ALDAMA ZI.11

Es una Sub-cuenca aislada, sin conexiones ni estructuras de regulación, sobre el Arroyo Aldama, la cual se encuentra totalmente urbanizada y pavimentada, con descarga al Viaducto Díaz Ordaz. Los Parámetros Físicos, de la Sub-cuenca CLAVE: ZI.11 se muestran en Tabla IV.4.1.3.2

TABLA IV.4.1.3.2. SUB-CUENCA SOBRE ARROYO ALDAMA - CLAVE: ZI.11

AREA (KM2)		0.725
PENDIENTE (S)		0.0224
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.43
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.26

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.2.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo Aldama es un arroyo de corta longitud que descarga en el Arroyo Colorado su gasto máximo esperado, para una tormenta de unos 84 mm (TR=25) es del orden de 4.350 m³/seg, aportando un volumen de unos 28,770 m³ en esas condiciones. Toda su superficie pertenece a la zona urbana de la ciudad.

#### IV.4.1.3.3. SUB-CUENCA ARROYO ZACATECAS ZI.12

Otra Sub-cuenca aislada, sin conexiones ni estructuras de regulación, sobre el Arroyo Zacatecas, la cual se encuentra totalmente urbanizada y pavimentada, con descarga al Viaducto Díaz Ordaz.

Los Parámetros Físicos de la Cuenca CLAVE: ZI.12 se presentan en la Tabla IV.4.1.3.3. :

TABLA IV.4.1.3.3. SUB-CUENCA ARROYO ZACATECAS - CLAVE: ZI.12

AREA (KM2)		0.361
PENDIENTE (S)		0.0218
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.4
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.24

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.3.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo Zacatecas es afluente del Arroyo Colorado al cual se le ha asignado este nombre por la colonia donde se encuentra. Es básicamente la misma situación del Arroyo Aldama, aunque su área es de aproximadamente la mitad por lo que su aportación es de solo 1.220 y 2.290 m³/seg para TR = a 5 y 25 años respectivamente, asimismo, los volúmenes escurridos son aproximadamente la mitad de lo calculado para el Arroyo Aldama. Ver tabla IV.4.1.3.3.1

#### IV.4.1.3.4 SUB-CUENCA ARROYO EL CUERVO ZI.13

Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo conocido como El Cuervo, totalmente urbanizada con descarga al Viaducto Díaz Ordaz por su margen izquierda. Colinda al Sur con la cuenca del mismo Viaducto o cauce principal del Arroyo Colorado. En esta cuenca se localizan dos obras de control: Dique Jesús García (15) y aguas arriba de éste el Dique Juan Balderas (14). Por sus características de confluencias y

IV.4.1.3.3.1 ARROYO ZACATECAS ZI.12

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.12	0.361	1.220	7.500	2.290	14.330	3.310	21.000

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

considerando los diques, esta Sub-cuenca se subdividió para fines de este estudio en 3 Micro-cuencas:

#### IV.4.1.3.4.1 MICRO-CUENCA ZI.13.1

Comprende la descarga al Viaducto Díaz Ordaz hasta el Dique 15, incluyendo así mismo, un afluente que se le une al cauce principal por la margen derecha.

Sus Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (CLAVE: ZI.13.1) Ver Tabla IV.4.1.3.4.1:

TABLA IV.4.1.3.4.1. - MICRO-CUENCA SOBRE ARROYO EL CUERVO CLAVE: ZI.13.1

AREA (KM2)		0.46
PENDIENTE (S)		0.0183
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.31
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.19

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.4.2 MICRO-CUENCA ZI.13.2

Está ligada con la Micro-cuenca anterior y comprende el área entre el Dique 15 y el Dique 14. Se le conoce como el Dique Jesús García (15) consta de una cortina de tierra con enrocamiento en forma de "L" vista en planta, provisto de un vertedor alojado en la margen derecha con plantilla de mampostería con antecedentes de derrames, no obstante se encuentra obstruido. Esta obra ubicada en la Calle Porfirio Parra, entre Juan Balderas y Emiliano Zapata de la Colonia Luis Echeverría se encuentra en una zona con fuerte problemática de inundaciones. Los Parámetros Físicos de la Micro-cuenca CLAVE: ZI.13.2 en la Tabla IV.4.1.3.4.2:

TABLA IV.4.1.3.4.2. DIQUE JESÚS GARCÍA (15)- CLAVE: ZI.13.2

AREA (KM2)		0.536
PENDIENTE (S)		0.0261
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.12
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.07

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.4.3. MICRO-CUENCA ZI.13.3

Corresponde a la cuenca del Dique Juan Balderas (14), el cual se localiza en la Calle Porfirio Parra, entre Juan Balderas y Emiliano Zapata de la Colonia Luis Echeverría. Esta obra consiste en una cortina de tierra con enrocamiento en forma de "L" vista en planta, encontrándose muy azolada y utilizada como depósito de escombros, además está invadida por viviendas. Su vertedor se encuentra obstruido, no obstante existen antecedentes de derrames. La Tabla IV.4.1.3.4.3 (1) muestra las características del dique:

TABLA IV.4.1.3.4.3 (1) DIQUE JUAN BALDERAS (14)-CLAVE: ZI.13.3

CAPACIDAD	ÚTIL	8000.0 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	130.0 m
	ALTURA MÁXIMA	3.0 m
VERTEDOR		OBSTRUIDO
DESFOGUE		TUBO DE CONCRETO DE 60 CM Ø
		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.13.3 son los siguientes, según se observan en la Tabla IV.4.1.3.4.3 (2):

TABLA IV.4.1.3.4.3 (2) MICRO-CUENCA - DIQUE JUAN BALDERAS CLAVE: ZI.13.3

AREA (KM2)		0.359
PENDIENTE (S)		0.032
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.24
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.14

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.4.3.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo El Cuervo cuenta con dos diques, el Juan Balderas (14) con 8,000 m<sup>3</sup> de capacidad y el Jesús García (15) con 2,000 m<sup>3</sup>. Estas estructuras retienen parcialmente el agua en las partes altas del conjunto de Micro-cuencas que aportan escurrimientos a este arroyo. Descarga finalmente al cauce del Colorado con un gasto de 4.02 m<sup>3</sup>/seg para TR= 5 y de 7.420 m<sup>3</sup>/seg para TR=25, y volúmenes de 18,840 y 43,920 m<sup>3</sup> para los mismos periodos de retorno.

TABLA IV.4.1.3.4.3.1 ARROYO EL CUERVO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.13.3	0.359	1.44	7.46	2.69	14.25	3.88	20.89
D. J. BALDERAS (14)	0.359	0	0	0.35	6.37	1.87	13.01
ZI.13.2	0.536	2.15	11.14	4.01	21.27	5.79	31.19
U 13.2	0.895	2.15	11.25	4.01	27.65	5.79	44.2
D. J. GARCIA (15)	0.895	2.26	9.28	4.14	25.66	5.71	42.22
ZI.13.1	0.406	1.75	9.56	3.28	18.25	4.74	26.77
U 13.1	1.355	4.02	18.84	7.42	43.92	10.45	68.98

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5 SUB-CUENCA ARROYO COLORADO CLAVE: ZI.14

Corresponde a la Sub-cuenca del cauce principal del Arroyo Colorado, convertido en el Viaducto Díaz Ordaz. Tiene su origen en la Sierra de Juárez y se estima que el 80% de su superficie se encuentra urbanizada.

En la parte alta de la cuenca se localizan 11 obras de control de avenidas, sin embargo, su parte media y baja no cuentan con regulación por lo que esta zona frecuentemente presenta problemas de inundaciones.

Para efectos de este estudio únicamente se tomarán en cuenta aquellas obras que realmente representen un control de avenidas, descartándose otras que por su ubicación, capacidad reducida, asolvamiento e invasiones, prácticamente no regulan, tal es el caso de las alcantarillas: Isla Marquesa (21), Isla Madera (27) y Zacatenco (25).

Destacan por su ubicación y capacidad de regulación los Diques Guadalajara Izquierda (22) y Santo Domingo (23), los cuales regulan prácticamente todos los escurrimientos de la cuenca alta, ya que se ubican aguas abajo del resto de las obras.

El resto de los Diques son los siguientes: Nueva Zelanda (20), Las Caballerizas (18), Isla Hawai (24), Antorcha Popular (28), Isla Cozumel (26) y Tarahumara (29). Por lo antes mencionado, esta Sub-cuenca se subdividió en 14 Micro-cuencas:

##### IV.4.1.3.5.1 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.1

Corresponde a la zona donde el cauce principal o Viaducto Díaz Ordaz ya no tiene afluentes, su límite inferior corresponde a la confluencia con la Micro-

cuenca ZI.13.1 (Arroyo El Cuervo) y el superior la confluencia de los arroyos que se originan en la Sierra de Juárez.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.1 son los siguientes de la Tabla IV.4.1.3.5.1:

TABLA IV.4.1.3.5.1 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.14.1

AREA (KM2)		1.035
PENDIENTE (S)		0.0159
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.52
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.31

FUENTE: IMIP

##### IV.4.1.3.5.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.2

Se localiza entre la Cuenca anterior, el Dique Guadalajara Izquierda (22) y la confluencia del Arroyo Caballerizas. El Dique 22 se ubica entre las Calles Isla Elba e Isla Curazao en la Colonia Plutarco Elías Calles y regula los escurrimientos de los Diques 25, 24. Su cortina es de tierra sin protección, el cual se encuentra invadido por instalaciones deportivas y también está azolvado. Se tienen antecedentes de que derramó en el año 1991 inundándose las viviendas que invaden el vaso, por lo que fueron indemnizadas para que desalojaran, sin embargo, al parecer las mismas personas invadieron nuevamente el vaso. Sus características principales se presentan en la Tabla IV.4.1.3.5.2.(1):

Los Parámetros Físicos (Tabla IV.4.1.3.5.2 (2)) de esta Micro-cuenca ZI.14.2 son los siguientes:



Diagnóstico

TABLA IV.4.1.3.5.2 (1) D. GUADALAJARA IZQUIERDA  
(22)-CLAVE: ZI.14.2

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	60,000.0 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	120.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.5 m
<b>VERTEDOR</b>		B= 8M; H=1.3 m
<b>DESFOGUE</b>		TUBO DE CONCRETO DE 60 CM Ø
		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

TABLA IV.4.1.3.5.2 (2)- MICRO-CUENCA D.  
GUADALAJARA IZQ. CLAVE: ZI.14.2

<b>AREA (KM2)</b>		0.555
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.014
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.26
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.16

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.3. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.3

Se localiza entre la Micro-cuenca ZI.14.1 y el Dique Santo Domingo (23) ubicado en las Calles Santo Domingo y Circuito Caledonia en la Colonia Guadalajara, el cual regula los escurrimientos de los Diques 26, 28 y 29. Su cortina es de tierra sin protección, el cual se encuentra invadido por viviendas y también azolvado. Su corona se utiliza como vialidad de la Calle Sto. Domingo, presenta fuerte erosión.

Sus características principales son las siguientes.  
Ver tabla IV.4.1.3.5.3(1):

TABLA IV.4.1.3.5.3 (1): DIQUE SANTO DOMINGO (23)-CLAVE:  
ZI.14.3

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	70,000.0 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	210.0 m
	ALTURA MAXIMA	6.0 m
<b>VERTEDOR</b>		
<b>DESFOGUE</b>		TUBO DE CONCRETO DE 91 CM Ø
		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.3 se observan en la Tabla IV.4.1.3.5.3 (2):

TABLA IV.4.1.3.5.3 (2): MICRO-CUENCA STO.  
DOMINGO- CLAVE: ZI.14.3

<b>AREA (KM2)</b>		0.521
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0207
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.36
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.22

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.4 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.4

Está conectado con la Micro-cuenca ZI.14.2, con límite inferior el Dique 22 y como límite superior el Dique Nueva Zelanda (20) ubicado entre las Calles Isla Jamaica e Isla Nueva Zelanda de la Colonia Ampliación Elías Calles, quedando intermedios las alcantarillas 27 y 20. Es una pequeña Micro-cuenca regulada por el Dique 20 construido de terracería protegido con enrocamiento. Existen antecedentes de que ha derramado por la cortina, dado que no tiene vertedor, motivo por el cual ha sido necesario reconstruirlo. Ver Tabla IV.4.1.3.5.4 (1):

TABLA IV.4.1.3.5.4(1) DIQUE NUEVA ZELANDA (20)-  
CLAVE: ZI.14.4

<b>CAPACIDAD</b>	UTIL	15,000.0 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	31.0 m
	ALTURA MAXIMA	5.0 m
<b>VERTEDOR</b>		
<b>DESFOGUE</b>		TUBO DE CONCRETO DE 60 CM Ø
		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de la Micro-cuenca ZI.14.4 Nueva Zelanda, se presentan en la Tabla IV.4.1.3.5.4

TABLA IV.4.1.3.5.4 (2): MICRO-CUENCA NUEVA  
ZELANDA CLAVE: ZI.14.4

<b>AREA (KM2)</b>		0.349
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0163
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.29
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.17

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.5. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.5

Está conectado con la Micro-cuenca ZI.14.2, tiene como límite inferior la confluencia del Arroyo Caballerizas y como límite superior el Dique Caballerizas (18). ubicado entre la Calle Isla Salomón y Privada de Puerto Rico, cuya corona se utiliza como vialidad de la Calle Salomón. Esta obra consta de una cortina de tierra sin protección, existen muchas viviendas invadiendo el vaso que además está muy azolvado.

La Micro-cuenca ZI.14.5 tiene las siguientes características según se observa en la Tabla IV.4.1.3.5.5 (1):

TABLA IV.4.1.3.5.5 (1) DIQUE ISLA SALOMÓN-CLAVE: ZI.14.5

<b>CAPACIDAD</b>	UTIL	3,000.0 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	143.0 m
	ALTURA MAXIMA	3.0 m
<b>VERTEDOR</b>		NO TIENE
<b>DESFOGUE</b>		TUBO DE CONCRETO DE 60 CM Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.5 en la Tabla IV.4.1.2.14.5 (2):

TABLA IV.4.1.3.5.5 (2) MICRO-CUENCA ISLA SALOMÓN- CLAVE: ZI.14.5

<b>AREA (KM2)</b>		0.917
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0203
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.47
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.28

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.6 MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.6

Tiene conexión con la Micro-cuenca anterior, se localiza entre el Dique 18 y el Dique La Gasera (19) ubicado en la Colonia Fronteriza. Esta pequeña Micro-cuenca no está sujeta a derrames del Dique 19, dado que los escurrimientos que genera la Micro-cuenca de este dique son desviados mediante un tajo hacia la Sub-cuenca del Arroyo Las Víboras, específicamente al Dique 17.

Las características de este Dique 19 – ZI.14.6 son las siguientes y se muestran en la Tabla IV.4.1.3.6 (1)

TABLA IV.4.1.3.5.6 (1) DIQUE LA GASERA (19)-CLAVE: ZI.14.6

<b>CAPACIDAD</b>	UTIL	0.1300 Mm <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	50.0 m
	ALTURA MAXIMA	5.5 m
<b>VERTEDOR</b>		CUENTA CON UN TAJO
<b>DESFOGUE</b>		NO TIENE

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (ZI.14.6) se pueden observar en la Tabla IV.4.1.3.6 (2):

TABLA IV.4.1.3.5.6 (2) MICRO-CUENCA LA GASERA-CLAVE: ZI.14.6

<b>AREA (KM2)</b>		0.32
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.055
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	20
	CERRIL Y LOMERIO	80
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		71.4
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.2
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.12

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.7. MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.7

Es inicio de la Sub-cuenca del Arroyo Colorado hasta el Dique 20, cuyos escurrimientos no obstante tener una pequeña Micro-cuenca, ha provocado derrames en dicho dique. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.7 se pueden ver en la Tabla IV.4.13.5.7 y son los siguientes:

TABLA IV.4.1.3.5.7 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.14.7

<b>AREA (KM2)</b>		0.081
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.11
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	20
	CERRIL Y LOMERIO	80
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		71.4
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.1
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.06

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.8 MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.8

Corresponde a toda la parte de la Sub-cuenca del Arroyo Colorado que se origina en la Sierra de Juárez, hasta el Dique 22, excluyendo la Micro-cuenca propia del Dique 24. Esta Micro-cuenca tiene una considerable superficie y no cuenta con regulación intermedia, dada la nula capacidad de la alcantarilla 25, por lo que todo



Diagnóstico

escurre hasta el Dique 22.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.8 son los siguientes y se observan en la Tabla IV.4.1.3.5.8:

TABLA IV.4.13.5.8 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.14.8

AREA (KM2)		1.406
PENDIENTE (S)		0.234
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	40
	CERRIL Y LOMERIO	60
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		74.8
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.2
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.12

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.9 MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.9

Corresponde a la Micro-cuenca del Dique Isla Hawai (24) localizado en las Calles Isla Hawai e Isla Hong Kong, en la Colonia Tarahumara. Este dique consiste en una cortina de tierra sin protección contra la erosión, cuyo vaso se encuentra muy azolvado. En su margen izquierda existe un vado utilizado como vertedor, del cual existen antecedentes de haberse llenado hasta ese nivel en el año 2000. Las características de este Dique Isla Hawai (24) son las siguientes, ver Tabla IV.4.1.3.5.9 (1):

TABLA IV.4.1.3.5.9 (1) DIQUE ISLA HAWAI (24)-CLAVE: ZI.14.9

CAPACIDAD	UTIL	12.000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	60.0 m
	ALTURA MAXIMA	4.0 m
VERTEDOR		B= 5m; H= 0.6 m
DESFOGUE		TUBO CONCRETO 60 CM Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (ZI.14.9) son los siguientes. Ver tabla IV.4.1.3.5.9 (2):

TABLA IV.4.1.3.5.9 (2) MICRO-CUENCA ISLAS HAWAI- CLAVE: ZI.14.9

AREA (KM2)		0.076
PENDIENTE (S)		0.0965
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	30
	CERRIL Y LOMERIO	70
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		73.1
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.1
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.06

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.10 MICRO-CUENCA CLAVE ZI.14.10

Tiene conexión con la Micro-cuenca ZI.14.3 al oriente del Viaducto, se localiza entre el Dique 23 y el Dique 28. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.10 se presentan en la Tabla IV.4.1.3.5.10:

TABLA IV.4.1.3.5.10 - MICRO-CUENCA S/N - CLAVE: ZI.14.10

AREA (KM2)		0.164
PENDIENTE (S)		0.0671
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.16
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.1

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.11 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.11

Tiene conexión con la Micro-cuenca ZI.14.10 y corresponde a un inicio de cuenca, es decir la Cuenca del Dique Antorcha Popular (28) ubicado en la Calle Ajusco de la Colonia Tarahumara.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.11 se presentan en la Tabla IV.4.1.3.5.11:

TABLA IV.4.13.5.11 MICRO-CUENCA DIQUE ANTORCHA CLAVE ZI.14.11

AREA (KM2)		0.229
PENDIENTE (S)		0.163
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	10
	CERRIL Y LOMERIO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.11
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.07

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.12 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.12

Tiene conexión con la Micro-cuenca ZI.14.15 y corresponde a la cuenca del Dique Cozumel (26) ubicado en las Calles Zacatenco e Isla Cozumel de la Colonia Tarahumara. Esta obra tiene una capacidad de regulación muy limitada dadas sus dimensiones aunado a que se encuentra muy azolvada y con algunas invasiones en su vaso. Las características de este dique son las siguientes, según se observa en la Tabla IV.4.1.3.5.12

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.12 son los siguientes que se observan en la Tabla IV.4.1.3.5.12 (2):

TABLA IV.4.1.3.5.12(1) DIQUE COZUMEL(26)-CLAVE: ZI.14.12

<b>CAPACIDAD</b>	UTIL	2.000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	33.0 m
	ALTURA MAXIMA	4.0 m
<b>VERTEDOR</b>		NO TIENE
<b>DESFOGUE</b>		TUBO CONCRETO 60 CM Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

TABLA IV.4.1.2.14.12 (2) DIQUE COZUMEL CLAVE: ZI.14.12

<b>AREA (KM2)</b>		0.106
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.126
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	90
	CERRIL Y LOMERIO	10
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		83.3
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.08
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.05

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.13 CLAVE: ZI.14.13

Tiene conexión con la Micro-cuenca ZI14.3, se localiza entre el Dique 23 y el Dique 29. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (ZI.14.13) son los siguientes. Ver Tabla IV.4.1.3.5.13:

TABLA IV.4.1.3.5.13 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.14.13

<b>AREA (KM2)</b>		0.456
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.085
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.13
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.08

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.14 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.14

Tiene conexión con la Micro-cuenca ZI.14.13 y corresponde a la Micro-cuenca del Dique Tarahumara (29) ubicado en la Calle Almoloya de la Colonia Gustavo Díaz Ordaz. Esta obra consta de una cortina de tierra sin enrocamiento, presentando un asolvamiento moderado y aún sin invasiones. Las características de este dique son las siguientes que se plasman en la Tabla IV.4.1.3.5.14 (1):

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca Dique Tarahumara ZI.14.14 son los siguientes en la Tabla IV.4.1.3.5.14(2):

TABLA IV.4.1.3.5.14 (10) DIQUE TARAHUMARA (29) CLAVE: ZI.14.14

<b>CAPACIDAD</b>	UTIL	8.000 M <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	35.0 M
	ALTURA MAXIMA	5.0 M
<b>VERTEDOR</b>		NO TIENE
<b>DESFOGUE</b>		TUBO CONCRETO 60 CM Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

TABLA IV.4.1.3.5.14 (2) MICRO-CUENCA DIQUE TARAHUMARA CLAVE: ZI.14.14

<b>AREA (KM2)</b>		0.534
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0152
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	10
	CERRIL Y LOMERIO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.18
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.11

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.15 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.14.15

Tiene conexión con la Micro-cuenca ZI14.3, se localiza entre el Dique 23 y el Dique 26. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.14.15 son los siguientes. Ver tabla IV.4.1.3.5.15:

TABLA IV.4.1.3.5.15 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.14.15

<b>AREA (KM2)</b>		0.066
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0462
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.1
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.06

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.5.15.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El Arroyo Colorado, en su parte alta esta dividido en dos vertientes principales, la Norte representado por las Micro-cuencas ZI 14.2, 14.5, 14.4, 14.7, 14.8, 14.6 y 14.9 y la Sur que incluye las Micro-cuencas ZI 14.3, 14.10, 14.11, 14.12, 14.13 y 14.14. Ambas vertientes se unen para formar un solo cauce cuya área de escurrimiento esta identificada como ZI 14.1. En la parte baja de esta última Micro-cuenca, se recibe el agua proveniente del Arroyo Tiradores que se describe mas adelante.



Diagnóstico

El cauce del Arroyo Colorado continúa con ese nombre hasta descargar en el Río Bravo, recibiendo en su recorrido las aportaciones de los Arroyos El Cuervo, Zacatecas, Aldama, Matamoros llamado también Jarero en la parte alta y Villa. Actualmente una vialidad de importancia, donde se presentan caudales considerables en épocas de lluvias.

Para el análisis de este arroyo, se dividió la zona alta del mismo en dos partes principales, los afluentes de las micro-cuencas Norte y las micro-cuencas Sur, finalmente se describe el arroyo Tiradores para después hacer la cuantificación de los escurrimientos a lo largo del recorrido hasta llegar al Río.

### ARROYOS AFLUENTES DEL COLORADO PARTE NORTE

En esta sección se tienen tres afluentes principales, la primera está representada por las zonas ZI 14.6 y ZI 14.5, otro por las ZI 14.4 y 14.7 y la tercera por ZI 14.8 y 14.9. estos tres aportan agua y se unen en el afluente norte de la parte alta del arroyo Colorado, cruzando la Micro-cuenca ZI 14.2.

La zona 14.6 cuenta con el Dique Caballerizas (18) cuya capacidad de almacenamiento es de 3,000 m<sup>3</sup>, retiene una parte del volumen de agua de lluvia, ya que para 5 años esta zona aporta 3,970 m<sup>3</sup> y para 25 años llega hasta 8,340 m<sup>3</sup>, trabajando también como un regulador de gasto aunque esto es tan solo para tormentas no extraordinarias.

La zona identificada como ZI 14.5 recibe los escurrimientos de la 14.6 descrita en el párrafo anterior y produce un volumen adicional que se junta al anterior para descargar en la Micro-cuenca 14.2.

Otro de los tres afluentes de esta sección inicia con la zona ZI 14.7 que termina con un Dique, el Nueva Zelanda (20) con capacidad de 15,000 m<sup>3</sup>, dado que el volumen que puede recibir para una tormenta de TR=100 es de solo 3,270 m<sup>3</sup>, esta estructura de control no presenta caudales de vertido hacia aguas abajo, donde encontramos la zona ZI 14.4. Esta última descarga también a la 14.2, con gastos que van de 1.390 a 2.590 m<sup>3</sup>/seg y volúmenes de 4,700 a 8,900 m<sup>3</sup> para tormentas de 5 y 25 años respectivamente.

TABLA IV.4.1.3.5.15.1 (1) ARROYO COLORADO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA	VOLUMEN	DESCARGA	VOLUMEN	DESCARGA	VOLUMEN
		PICO	ESCURRIDO	PICO	ESCURRIDO	PICO	ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.14.6	0.321	0.75	3.97	1.54	8.34	2.38	12.98
D. CABALL (18)	0.321	0.062	1.07	1.27	5.45	2.23	10.08
ZI.14.4	0.349	1.39	7.25	2.59	13.85	3.74	20.31
ZI.14.5	0.917	2.74	19.06	5.21	36.39	7.55	53.36
ZI.14.7	0.081	0.19	1	0.39	2.11	0.615	3.27
D. NVA ZELANDA (20)	0.081	0	0	0	0	0	0
ZI.14.9	0.076	0.19	1	0.38	2.08	0.59	3.22
D. I. HAWAI	0.076	0	0	0	0	0	0
ZI.14.8	1.406	3.73	19.7	7.54	40.57	11.49	62.3
U 14.8	1.482	3.73	19.73	7.54	40.53	11.49	62.4
D. GUAD IZQ (22)	1.482	0	0	0	0	0.23	2.83
U.C.7	3.15	4.14	27.44	7.8	55.79	12.77	86.61
ZI.14.3	0.522	1.86	10.85	3.48	20.72	5.04	30.37
ZI.14.2	0.555	2.23	11.54	4.15	22.03	5.99	32.29
U.C.6	5.715	8.22	49.85	15.44	98.6	23.81	149.38
ZI.14.1	1.035	2.9	21.51	5.45	41.08	7.92	60.22
U 14.1	6.75	11.09	71.37	20.9	139.68	31.73	209.61
U.C.5	8.668	15.82	105.52	30.05	205.89	45.17	308.89

FUENTE: IMIP

La tercera sección tiene varios arroyos de menor tamaño, uno de ellos representado por la zona ZI 14.9, cuenta con el Dique Isla Hawai (24) de 12,000 m<sup>3</sup> de capacidad, recibe un máximo de 3,220 m<sup>3</sup> para TR=100 por lo que retiene la totalidad de los escurrimientos. La zona 14.8 tiene en su área el Dique Guadalajara Izquierdo (22) con una capacidad de 60,000 m<sup>3</sup>, para las tormentas de TR = 5 y TR = 25, el volumen de escurrimiento llega a ser de 19,700 y 40,570 m<sup>3</sup> el cual puede ser retenido en su totalidad, pero para un TR = 100 se espera un volumen de 62,300 m<sup>3</sup>, el cual haría verter a esta estructura los restantes 2,300 m<sup>3</sup> en una descarga pico de 11,490 lps.

Estas tres secciones de los Arroyos afluentes Norte del Colorado se juntan en un cauce antes de llegar al principal de este Arroyo. Estos escurrimientos se integran aguas abajo a los afluentes Sur de la parte alta del Arroyo Colorado ver Tabla IV.4.1.3.5.15.1(1):

#### ARROYOS AFLUENTES DEL COLORADO PARTE SUR

La parte mas alta de esta sección inicia con la Micro-cuenca ZI 14.14, cuyo cauce termina en el Dique Tarahumara (29) con una capacidad de 8,000 m<sup>3</sup>, esta zona aporta un volumen de 6,220 m<sup>3</sup> para TR=5 por el cual se retiene en su totalidad, pero para TR=25 el volumen de agua generado por la lluvia que llega al dique es de 13,180 m<sup>3</sup>, lo que provoca que existan demasías con gastos hasta de 380 lps.

Otra Micro-cuenca de la parte alta de esta sección es la ZI 14.11, cuyo flujo se junta con el de la ZI 14.10 descargando finalmente en el Dique Santo Domingo (23) junto con el agua proveniente de la zona ZI 14.13 y de la 14.12, esta última, cuenta con el dique Cozumel (26) con 2,000 m<sup>3</sup> de capacidad.

El Dique Santo Domingo tiene una capacidad de 70,000 m<sup>3</sup>, el volumen mayor que pudiera recibir para un TR = 100 es de 65,270 m<sup>3</sup>, lo cual indica que la capacidad de retención es superior a los volúmenes retenidos, haciendo que los vertidos de agua no se presenten en esta estructura de control.

De esta manera, el agua que llega a la unión de los afluentes de la parte Norte y la Parte Sur, se resumen en las aportaciones provenientes de la Zona 14.2 y de los escurrimientos que se generen en la zona 14.3, sumando ambas un total de 8.220 m<sup>3</sup>/seg y 15.440 m<sup>3</sup>/seg y volúmenes de 49,850 m<sup>3</sup> y 98,600 m<sup>3</sup> para periodos de retorno de 5 y 25 años respectivamente.

A estos caudales y volúmenes escurridos se les incrementan los escurrimientos que se generan en la zona 14.1 descargando a la confluencia con el arroyo Tiradores un gasto pico de 15.820 y 30.050 m<sup>3</sup>/seg y volúmenes de 105,520 y 205,890 m<sup>3</sup> para los mismos periodos de retorno, ver Tabla IV.4.1.3.5.15.1 (2):

TABLA IV.4.1.3.5.15.1 (2) ARROYOS AFLUENTES DEL COLORADO PARTE SUR

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM 2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.14.14	0.534	1.16	6.22	2.43	13.18	3.77	20.63
D TARAHUMARA (29)	0.534	0	0	0.38	5.32	1.46	12.76
ZI.14.12	0.106	0.39	2.05	0.75	3.98	1.09	5.89
D. I. COZUMEL	0.106	0.01	0.15	0.28	2.08	0.76	3.99
ZI.14.13	0.455	1.83	9.46	3.41	18.06	4.92	26.47
ZI.14.11	0.229	0.5	2.66	1.04	5.65	1.62	8.85
ZI.14.10	0.164	0.66	3.41	1.23	6.51	1.77	9.54
ZI.14.15	0.066	0.25	1.31	0.47	2.5	0.68	3.66
U.C.8	1.564	3.23	16.99	6.15	40.12	8.99	65.27
D. STO DOMINGO (23)	1.564	0	0	0	0	0	0

FUENTE: IM IP



Diagnóstico

**IV.4.1.3.6 SUB-CUENCA ARROYO TIRADORES  
CLAVE: ZI.15**

Es la última Sub-cuenca de la ZONA I, tiene su origen en la Sierra de Juárez y se encuentra urbanizada casi en su totalidad, corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo Tiradores que colinda con la ZONA II y cuyos escurrimientos también descargan por la margen derecha del cauce principal del Arroyo Colorado o Viaducto Díaz Ordaz. Cuenta con 5 obras de control de avenidas ubicadas todas en la parte alta de la cuenca, mismas que se encuentran azolvadas e invadidas y de baja capacidad, por lo que su capacidad de regulación es muy limitada; la zona media y baja no cuentan con regulación alguna por lo que frecuentemente se presentan problemas de inundaciones.

Para fines de este estudio, se descartaron los Diques Tlalpan (31) y Ecatepec (33) en virtud de su baja o nula capacidad de regulación, aunado a que se localizan muy próximos a otros diques que sí se consideraron, los cuales son: Dique Ecatepec (33), Dique Covarrubias (32) y el Dique Almoloya (12).

Por lo antes expuesto y considerando confluencias de arroyos, esta Sub-cuenca se subdividió en 10 Micro-cuencas, 3 de las cuales se ubican aguas abajo de la confluencia del Arroyo El Cuervo (Zi.13) con el Cauce principal o Viaducto Díaz Ordaz.

**IV.4.1.3.6.1 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.15.1**

Es la última Micro-cuenca del Arroyo Colorado, con descarga directa al río Bravo. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (Zi.15.1) son los siguientes: Ver Tabla IV.4.1.3.6.1.

TABLA IV.4.1.3.6.1. MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.15.1

AREA (KM2)		0.097
PENDIENTE (S)		0.0005
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.57
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.34

FUENTE: IMIP

**IV.4.1.3.6.2 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.15.2**

Micro-cuenca intermedia entre la descarga del Arroyo El Cuervo y el Río Bravo. Cubre una superficie muy pequeña, con pertenencia a la Sub-cuenca del Arroyo

Colorado. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca Zi.15.2 son los siguientes. Tabla IV.4.1.3.6.2:

TABLA IV.4.1.3.6.2 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.15.2

AREA (KM2)		0.063
PENDIENTE (S)		0.0005
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.045
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.27

FUENTE: IMIP

**IV.4.1.3.6.3 CLAVE: ZI.15.3**

Inicia en la confluencia del Arroyo El Cuervo con el Viaducto Díaz Ordaz, se conecta aguas abajo con la Zi.15.2. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca (Zi.15.3) son los siguientes. Tabla IV.4.1.3.6.3.

TABLA IV.4.1.3.6.3. MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.15.3

AREA (KM2)		0.18
PENDIENTE (S)		0.0217
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.16
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.1

FUENTE: IMIP

**IV.4.1.3.6.4. MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.15.4**

Corresponde a la mayor superficie de la Zi.15, la cual no cuenta con estructuras de regulación, está ligada con la Zi.15.3 y colinda al poniente con la Zi.14.2, tiene como límite superior la confluencia de los principales arroyos que forman el cauce principal. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca Zi.15.4 son los siguientes. Tabla IV.4.1.3.6.4:

TABLA IV.4.1.3.6.4 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.15.4

AREA (KM2)		1.105
PENDIENTE (S)		0.0216
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.62
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.37

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.6.5 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.15.5

Tiene conexión con la Micro-cuenca ZI.15.4 y tiene como límite superior el Dique 33. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.15.5 son los siguientes. Tabla IV.4.1.3.6.5:

TABLA IV.4.1.3.6.5 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.15.5

AREA (KM2)		0.040
PENDIENTE (S)		0.0375
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.09
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.05

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.6.6.MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.15.6

Ligada con la ZI.15.5, corresponde a la cuenca del Dique Ecatepec (33) ubicado entre las Calles Ecatepec y Zihuatanejo de la Colonia Adolfo López Mateos. Esta obra consiste en una cortina de tierra sin protección contra la erosión, cuya corona sirve de vialidad pavimentada de la Calle Ecatepec, con algunas viviendas invadiendo el vaso. Sus características principales se observan en la Tabla IV.4.1.3.6.6 (1) y son las siguientes

TABLA IV.4.1.3.6.6(1) DIQUE ECATEPEC (33)-CLAVE: ZI.14.14

CAPACIDAD	UTIL	3,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	40.0 m
	ALTURA MAXIMA	5.0 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		TUBO CONCRETO 60 CM Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.15.6 se dan en Tabla IV.4.1.3.6.6 (2):

TABLA IV.4.1.3.6.6 (2) MICRO-CUENCA DIQUE ECATEPEC-CLAVE: ZI.15.6

AREA (KM2)		0.083
PENDIENTE (S)		0.1342
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.06
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.04

#### IV.4.1.3.6.7.MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.15.7

Se ubica aguas arriba del Dique 33, en una Micro-cuenca independiente, entre la confluencia de 2 arroyos y el Dique 12. Tiene conexión con la ZI.15.4 Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.15.7 son los siguientes. Tabla IV.4.1.3.6.7:

TABLA IV.4.1.3.6.7 MICRO-CUENCA S/N- CLAVE: ZI.15.7

AREA (KM2)		0.234
PENDIENTE (S)		0.0693
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.11
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.07

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.6.8.MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.15.8

Se ubica aguas arriba del Dique 33, en una Micro-cuenca independiente, entre la confluencia de 2 arroyos y el Dique 32. Tiene conexión con la ZI.15.4 y es paralela a la ZI.15.7. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.15.8 son los siguientes. Tabla IV.4.1.3.6.8:

TABLA IV.4.1.3.6.8 MICRO-CUENCA - CLAVE: ZI.15.8

AREA (KM2)		0.063
PENDIENTE (S)		0.0508
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.13
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.08

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.6.9 MICRO-CUENCA CLAVE: ZI.15.9

Se ubica entre el Dique 32 y el Dique 12 y por consiguiente tiene conexión con la ZI.15.8. El Dique Covarrubias (32) está ubicado entre las Calles Covarrubias y Mixcoac en la Colonia Adolfo López Mateos, consiste en una cortina de tierra con revestimiento de concreto en el talud de aguas.

En su vaso existen algunas invasiones y está parcialmente azolvado. Sus características se ven en la Tabla IV.4.1.3.6.9 (1) y son las siguientes.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.15.9 se muestran en la Tabla IV.4.1.3.6.9 (2):



Diagnóstico

TABLA IV.4.1.3.6.9 (1) DIQUE COVARRUBIAS (32)-CLAVE:  
ZI.15.9

<b>CAPACIDAD</b>	UTIL	5.000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	50.0 m
	ALTURA MAXIMA	4.0 m
<b>VERTEDOR</b>		NO TIENE
<b>DESFOGUE</b>		TUBO CONCRETO 60 CM Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A

TABLA IV.4.1.3.6.9 (2) MICRO-CUENCA DIQUE  
COVARRUBIAS CLAVE: ZI.15.9

<b>AREA (KM2)</b>		0.045
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0875
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.09
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.05

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.6.10. CLAVE: ZI.15.10

Se conecta aguas abajo con las Micro-cuencas ZI.15.7 y ZI.15.9, corresponde a la Micro-cuenca del Dique Almoloya (12) que se ubica entre las Calles Almoloya y Zoltepec de la Colonia Gustavo Díaz Ordaz. Esta obra consta de una cortina de tierra sin protección contra la erosión y actualmente está completamente azolvado e invadido, convirtiéndose en una vialidad, por lo que su capacidad de regulación es nula. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca ZI.15.10 son los siguientes que se observan en la Tabla IV.4.3.6.10:

TABLA IV.4.1.5.1.10 - DIQUE ALMOLOYA CLAVE: ZI.15.10

<b>AREA (KM2)</b>		0.351
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.147
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	10
	CERRIL Y LOMERIO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.14
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.08

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.3.6.10.1 ANALISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Se ubica en la parte sur de la Zona I, este Arroyo Tiradores está formado por las Micro-cuencas ZI 15.4 a la 15.10. La zona ZI 15.10 es la que se ubica en la parte mas alta, tiene al final la estructura del dique Almoloya el cual está totalmente azolvado y sin

capacidad de almacenamiento, por lo que el 100% del agua pasa a la zona 15.7 sumando en conjunto gastos que llegan a 3.350 m<sup>3</sup>/seg y volúmenes de 17,950 m<sup>3</sup> para tormentas de un TR = 25.

La zona 15.9 se ubica en el extremo Sur, tiene un área de .045 Km<sup>2</sup> y produce un volumen máximo de 2,620 m<sup>3</sup> (TR=100), cuenta con el Dique Covarrubias (32) con una capacidad de 5,000 m<sup>3</sup> por lo que la totalidad del agua es retenida. Aguas abajo de esta estructura se ubica la Micro-cuenca ZI 15.8 cuyo escurrimiento se une al de la 15.7 produciendo entre estos dos flujos caudales pico de 3.820 m<sup>3</sup>/seg (TR=25) los cuales se integran a los que pudiera verter el Dique Ecatepec (33) que capta las aguas de las Micro-cuencas ZI 15.5 y 15.6 los cuales no pasan de 100 lps aún para un TR =100 años y que se suman al flujo proveniente de la ZI.15.5.

El gasto que finalmente llega al Arroyo Colorado, incluyendo los escurrimientos de la Micro-cuenca 15.4 es de 4.730m<sup>3</sup>/seg y 9.140 m<sup>3</sup>/seg y volúmenes de 34,150 y 66,210 m<sup>3</sup> para periodos de retorno de 5 y 25 años respectivamente. Ver en la página siguiente la Tabla IV.4.1.3.6.10.1 (1)

#### UNIÓN DEL AFLUENTE TIRADORES AL CAUCE ARROYO COLORADO

La información que se presenta en este apartado se refiere a los gastos y volúmenes que se calcularon en el cauce a partir de la unión del afluente Tiradores con el cauce principal del Arroyo Colorado, describiendo los datos para periodos de retorno de 5 y 25 años, ver Tabla IV.4.1.3.6.10.1 (2)

Los datos a detalle se observan en la tabla IV.4.1.3.6.10 (2)

TABLA IV.4.1.3.6.10.1 (2) GASTOS ACUMULADOS EN EL CAUCE DEL ARROYO COLORADO

CAUCE A. COLORADO	TR = 5 AÑOS	TR = 25 AÑOS
	GASTO ACUMULADO	GASTO ACUMULADO
ZONA ALTA ARROYO COLORADO (U 14.1)	11.09	20.9
TIRADORES (U.C.5)	15.82	30.05
ARROYO EL CUERVO (U.13)	19.84	37.47
ARROYO ZACATECAS (U.C.4)	21.77	41.11
ARROYO ALDAMA (U.C.3)	24.08	45.47
ARROYO JARERO (U.C.2)	30.710	59.05
ARROYO VILLA (U.C.1)	33.14	63.64

FUENTE: IMIP

Se consideraron los valores obtenidos para 100 años, siendo estos los que podrán ser utilizados para el

TABLA IV.4.1.3.6.10.1 (1) ARROYO TIRADORES

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI 15.9	0.045	0.18	0.93	0.34	1.78	0.49	2.62
D. COVARUBIAS (32)	0.045	0	0	0	0	0	0
ZI.15.10	0.351	0.76	4.09	1.59	8.66	2.48	13.56
ZI.15.7	0.234	0.94	4.86	1.75	9.29	2.53	13.62
U 15.7	0.585	1.7	8.95	3.35	17.95	5.01	27.17
ZI.15.8	0.063	0.25	1.31	0.47	2.5	0.68	3.66
U 15.8	0.693	1.96	10.28	3.82	20.49	5.69	30.9
ZI 15.6	0.08	0.32	1.66	0.6	3.17	0.86	4.65
D. ECATEPEC (33)	0.08	0	0	0	0	0.1	1.75
ZI 15.5	0.04	0.16	0.83	0.3	1.59	0.43	2.33
U 15.5	0.12	0.16	0.9	0.3	1.86	0.43	4.08
U.C.9	0.813	2.12	11.18	4.12	22.36	6.12	34.99
ZI 15.4	1.105	3.14	22.97	5.89	43.85	8.47	64.286
U 15.4	1.918	4.73	34.15	9.14	66.21	13.44	99.28
U 14.1	6.75	11.09	71.37	20.9	139.68	31.73	209.61
U.C.5	8.668	15.82	105.52	30.05	205.89	45.17	308.89

FUENTE: IMIP

diseño de futuras estructuras de conducción y control hidráulico mismas que se aprecian en la Tabla IV.4.1.3.6.10.1 (3).

Finalmente se presentan las descargas pico y volúmenes escurridos para los tres periodos de retorno TR=5, TR=25, y TR=100, para las confluencias hasta llegar al Río Bravo, ver Tabla IV.4.1.3.6.10.1(4):

El agua que aporta esta cuenca, identificada como ZI actualmente al Río Bravo, es de 592,180 m<sup>3</sup> para un TR de 5 años y hasta 1'038,700 m<sup>3</sup> para un TR=25 años, el gasto del en el Río se incrementa hasta en 70.760 m<sup>3</sup>/seg y 136.470m<sup>3</sup>/seg para los mismos periodos de retorno, registrándose este dato en la confluencia del Arroyo Colorado.

TABLA IV.4.1.3.6.10.1 (2) GASTOS ACUMULADOS EN EL CAUCE DEL ARROYO COLORADO

CAUCE A. COLORADO	TR = 5 AÑOS	TR = 25 AÑOS
	GASTO ACUMULADO	GASTO ACUMULADO
ZONA ALTA ARROYO COLORADO (U 14.1)	14	
TIRADORES (U.C.5)	11.09	20.9
ARROYO EL CUERVO (U.13)	15.82	30.05
ARROYO ZACATECAS (U.C.4)	19.84	37.47
ARROYO ALDAMA (U.C.3)	21.77	41.11
ARROYO JARERO (U.C.2)	24.08	45.47
ARROYO VILLA (U.C.1)	30.710.	59.05
	33.14	63.64

FUENTE: IMIP



TABLA IV.4.1.3.6.10.1 (3) UNIÓN DEL A. TIRADORES AL A. COLORADO

CAUCE ARROYO COLORADO	TR = 5 AÑOS		TR = 25 AÑOS	
	VOLUMEN DE APORTACIÓN	VOLUMEN ACUMULADO	VOLUMEN APORTACIÓN	VOLUMEN ACUMULADO
ZONA ALTA ARROYO COLORADO (U 14.1)	71.37	71.37	139.68	139.68
TIRADORES (U.C.5)	34.15	105.52	66.21	205.89
ARROYO EL CUERVO (U.13)	18.84	124.36	43.92	249.81
FRANJA CONFL TIRADORES - A. ZACAT (15.3)	3.74	128.1	7.14	256.95
ARROYO ZACATECAS (U.C.4)	7.5	135.6	14.33	271.8
ARROYO ALDAMA (U.C.3)	15.07	150.67	28.77	300.05
FRANJA CONFL. ZACAT- JARERO (ZI.15.2)	1.31	151.98	2.5	302.55
ARROYO JARERO (U.C.2)	40.9	192.88	79.42	381.97
FRANJA JARERO - VILLA (ZI 15.1)	2.02	194.9	3.85	385.82
ARROYO VILLA (U.C.1)	13.49	208.39	25.76	411.58

FUENTE: IMIP

TABLA IV.4.1.6.3.10.1 (4) ESCURRIMIENTOS PARA CONFLUENCIAS HASTA LLEGAR AL RÍO BRAVO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
U 14.1	6.75	11.09	71.37	20.9	139.68	31.73	209.61
U 15.4	1.918	4.73	34.15	9.14	66.21	13.44	99.28
U.C.5	8.668	15.82	105.52	30.05	205.89	45.17	308.89
U. 13	10.023	19.84	124.36	37.47	249.81	55.62	377.87
ZI.15.3	0.18	0.72	3.74	1.35	7.14	1.94	10.47
U.C.4	10.564	21.77	135.6	41.11	271.28	60.88	409.35
U.C.3	11.289	24.08	150.67	45.47	300.05	67.18	451.54
ZI.15.2	0.063	0.19	1.31	0.37	2.5	0.53	3.66
U.C2	13.722	30.71	192.88	59.05	381.97	86.45	576.29
ZI.15.1	0.097	0.27	2.02	0.52	3.85	0.74	5.64
U. C1	14.468	33.14	208.39	63.64	411.58	93.1	619.7
U. A. COLORADO	59.112	70.76	529.18	136.47	1,038.70	200.15	1,702.40
R. BRAVO	59.112	70.76	529.18	136.47	1,038.70	200.15	1,702.40

FUENTE: IMIP

#### IV.4.1.4. TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

A continuación se presenta la descripción de toda la Cuenca Zona I, según se puede observar en la Tabla General de características IV.4.1.4 (1) y de escurrimientos en la tabla IV.4.1.4. (2):

TABLA IV.4.1.4 (1) RESUMEN GENERAL DE CARACTERÍSTICAS DE  
SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS ZONA I

SUBCUENCA (CLAVE)	AREA KM2	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD M	COEFIC. "N"	TIEMPO CONCENTR TC	TIEMPO RETRASO TR
		ZONA URBANA	CERRIL O LOMERIO					
ZI.1	1.47	30	70	0.0633	1,920.00	73.1	0.3087	0.1852
ZI.2.1	4.476	60	40	0.0143	2,990.00	78.2	0.7584	0.455
ZI.2.2	11.533	10	90	0.0269	7,550.00	69.7	1.2211	0.7327
ZI.3	1.016	100	0	0.0247	1,450.00	85	0.3539	0.2123
ZI.4.1	0.595	100	0	0.0208	750	85	0.2272	0.1363
ZI.4.2	2.691	40	60	0.0272	4,240.00	74.8	0.7798	0.4679
ZI.4.3	0.17	100	0	0.0269	620	85	0.1782	0.1069
ZI.4.4	0.203	100	0	0.034	670	85	0.1732	0.1039
ZI.5.1	0.678	100	0	0.0124	1,300.00	85	0.4213	0.2528
ZI.5.2	1.201	100	0	0.0178	1,980.00	85	0.5086	0.3052
ZI.5.3	2.664	100	0	0.0209	2,940.00	85	0.6493	0.3896
ZI.5.4	6.976	40	60	0.0554	5,940.00	74.8	0.7743	0.4646
ZI.5.5	5.9	0	100	0.068	5,170.00	68	0.6443	0.3866
ZI.5.6	0.511	10	90	0.0142	970	69.7	0.3196	0.1918
ZI.5.7	0.329	10	90	0.0569	750	69.7	0.1558	0.0935
ZI.5.8	1.453	0	100	0.0388	3,070.00	68	0.5323	0.3194
ZI.5.9	1.028	0	100	0.0427	1,090.00	68	0.2314	0.1388
ZI.6	0.202	100	0	0.0667	400	85	0.0905	0.0543
ZI.7	1.364	100	0	0.0249	2,250.00	85	0.4949	0.2969
ZI.8	0.23	100	0	0.0316	700	85	0.1842	0.1105
ZI.9	0.65	100	0	0.0286	1,790.00	85	0.394	0.2364
ZI.10.1	0.69	100	0	0.0123	1,550.00	85	0.4839	0.2903
ZI.10.2	0.227	100	0	0.0396	1,000.00	85	0.2227	0.1336
ZI.10.3	0.963	100	0	0.0197	1,280.00	85	0.35	0.21
ZI.10.4	0.235	100	0	0.0225	900	85	0.2539	0.1523
ZI.10.5	0.137	100	0	0.0388	600	85	0.1514	0.0909
ZI.10.6	0.119	100	0	0.035	350	85	0.1039	0.0624
ZI.11	0.725	100	0	0.0224	1,770.00	85	0.428	0.2568
ZI.12	0.361	100	0	0.0218	1,600.00	85	0.4001	0.24
ZI.13.1	0.461	100	0	0.0183	1,050.00	85	0.3089	0.1853
ZI.13.2	0.537	100	0	0.0261	350	85	0.116	0.0696
ZI.13.3	0.359	100	0	0.032	1,000.00	85	0.2412	0.1447
ZI.14.1	1.035	100	0	0.0159	1,910.00	85	0.5161	0.3097
ZI.14.2	0.556	100	0	0.014	750	85	0.2636	0.1581
ZI.14.3	0.522	100	0	0.0207	1,370.00	85	0.362	0.2172
ZI.14.4	0.349	100	0	0.0163	900	85	0.2865	0.1719
ZI.14.5	0.917	100	0	0.0203	1,900.00	85	0.469	0.2814

FUENTE: IMIP



TABLA IV.4.1.4 (1) CARACTERÍSTICAS DE SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS DE LA ZONA I

SUBCUENCA (CLAVE)	AREA KM2	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD M	COEFIC. "N"	TIEMPO CONCENTR TC	TIEMPO RETRASO TR
		ZONA URBANA	CERRIL O LOMERIO					
ZI.14.6	0.321	20	80	0.055	1,000.00	71.4	0.1969	0.1181
ZI.14.7	0.082	20	80	0.11	550	71.4	0.0958	0.0575
ZI.14.8	1.406	40	60	0.234	2,020.00	74.8	0.1966	0.118
ZI.14.9	0.076	30	70	0.0965	530	73.1	0.0978	0.0587
ZI.14.10	0.164	100	0	0.0671	850	85	0.1613	0.0968
ZI.14.11	0.229	10	90	0.163	800	69.7	0.1103	0.0662
ZI.14.12	0.106	90	10	0.126	490	83.3	0.0833	0.05
ZI.14.13	0.456	100	0	0.085	700	85	0.1271	0.0762
ZI.14.14	0.534	10	90	0.152	1,500.00	69.7	0.1838	0.1103
ZI.14.15	0.066	100	0	0.0462	400	85	0.1038	0.0623
ZI.15.1	0.097	100	0	0.0005	400	85	0.5667	0.34
ZI.15.2	0.063	100	0	0.0005	300	85	0.4541	0.2725
ZI.15.3	0.18	100	0	0.0217	500	85	0.1637	0.0982
ZI.15.4	1.105	100	0	0.0216	2,820.00	85	0.6211	0.3727
ZI.15.5	0.038	100	0	0.0375	300	85	0.09	0.054
ZI.15.6	0.083	100	0	0.1342	350	85	0.0628	0.0377
ZI.15.7	0.234	100	0	0.0693	550	85	0.1139	0.0684
ZI.15.8	0.064	100	0	0.0508	580	85	0.1334	0.08
ZI.15.9	0.045	100	0	0.0875	450	85	0.0895	0.0537
ZI.15.10	0.351	10	90	0.147	1,000.00	69.7	0.1362	0.0817
TOTALES	59.235	75.96	24.04	0.0491	82,910.00	80.91	0.3183	0.191

FUENTE: IMIP

TABLA IV.4.1.4 (2) ZONA I ANAPRA - RESUMEN GENERAL DE ESCURRIMIENTOS (A)

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
SUB-CUENCA ARROYO LADRILLERA							
ZI.1	1.47	3.46	19.35	7.1	40.26	10.89	62.24
CPTA 1,2	1.47	3.46	19.35	7.1	40.26	10.89	62.24
SUB-CUENCA ARROYO EL TAPO							
ZI.2.2	11.532	13.55	134.27	28.78	284.65	44.61	445.47
P B. JRZ (1)	11.532	0	0	0	0	0	0
ZI.2.1	4.476	7.15	71.21	14.43	143.43	21.61	217.19
U 2.1	16.008	7.15	71.22	14.43	143.46	21.61	217.25
CPTA 3,4	17.478	8.38	90.58	16.98	183.72	25.44	279.48
SUB-CUENCA ARROYO COYOTLA							
ZI.3	1.018	3.71	21.16	6.95	40.4	10.051	59.23
CPTA 5,6	18.496	10.62	111.74	21.37	224.13	31.93	338.72
SUB-CUENCA ARROYO EL MIMBRE							
ZI.4.4	0.202	0.81	4.2	1.51	8.02	2.18	11.75
D. TABACO (2)	0.202	0.03	3.13	0.06	6	0.09	8.8
ZI.4.3.	0.17	0.68	3.53	1.27	6.75	1.84	9.89
U.4.3	0.372	0.69	6.67	1.3	12.75	1.88	18.69
ZI.4.2	2.69	4.75	37.7	9.75	77.62	14.84	119.2
U.4.2	3.062	5.14	44.36	10.49	90.37	15.89	137.89
ZI.4.1	0.595	2.4	12.37	4.45	23.61	6.43	34.62
U 4.1	3.657	6.44	56.73	12.92	113.98	19.34	172.52
CPTA 7,8	22.153	17.06	284.08	34.29	338.11	51.27	511.23
SUB-CUENCA ARROYO LAS VÍBORAS							
VÍBORAS PONIENTE							
ZI.5.9	1.027	2.1	11.25	4.42	24.06	6.92	37.88
D. PTO PAZ (6)	1.027	0	0	0	0	0	0
ZI.5.8	1.452	2.12	15.91	4.48	34.02	6.96	53.55
D. P. AGUILA (5)	1.452	0	0.01	0	0.03	0	0.04
ZI 5.7	0.329	1.63	8.36	2.87	15.22	4	21.73
ZI 5.6	0.511	2.41	12.98	4.25	23.65	5.95	3,375.00
U 5.6,7	3.31	4.03	21.38	7.13	38.96	9.96	55.62
ZI.5.2	1.201	3.36	24.96	6.33	47.66	9.19	69.881
VÍBORAS ORIENTE							
ZI.5.5	5.899	8.57	64.63	18.2	138.22	28.35	217-58
D. GASERA (19)	5.899	0	0	0.71	9.19	7.97	88-55
ZI.5.4	6.976	12.46	97.75	25.55	201.29	38.86	309.12
U 5.4, D19	12.875	12.46	97.82	25.55	216.49	38.86	397.67
A. FRONTZO (17)	12.875	0	0	0	0.1	12.14	149.39
ZI.5.3	2.653	7.51	55.14	14.12	105.29	20.32	154.37
A. VÍBORAS							
U 5.3,2	20.048	13.31	101.54	24.96	192.02	35.91	429.28
ZI.5.1	0.677	2.22	14.07	4.19	26.87	6.07	39.39
U 5.1	20.725	15.54	115.61	29.15	218.89	41.98	468.67
A. MADRE	42.878	32.13	284.08	62.44	556.99	92.18	979.9
SUB-CUENCA ARROYO EL MEZQUITE							
ZI.6	0.201	0.81	4.18	1.51	7.98	2.169	11.696
U. 1.6	43.079	32.94	288.26	63.95	564.97	94.19	991.6

FUENTE: IMP



TABLA IV. ZONA I ANAPRA - RESUMEN GENERAL DE ESCURRIMIENTOS (CONTINUACIÓN)

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA	VOLUMEN	DESCARGA	VOLUMEN	DESCARGA	VOLUMEN
		PICO	ESCURRIDO	PICO	ESCURRIDO	PICO	ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
SUB-CUENCA ARROYO FRANCISCO VILLA							
ZI.7	1.364	3.87	28.35	7.37	54.13	10.692	79.368
U 1.7	44.443	36.81	316.61	71.32	619.1	104.88	1,071.00
SUB-CUENCA ARROYO ALTAVISTA							
ZI.8	0.201	0.81	4.18	1.51	7.98	2.17	11.696
U. 1.8	44.644	37.62	320.79	72.82	627.08	107.05	1,082.70
SUB-CUENCA ARROYO VILLA							
ZI.9	0.649	2.19	13.49	4.12	25.76	5.952	37.762
ESCURRIMIENTOS CON DESCARGA AL VIADUCTO DÍAZ ORDÁZ							
SUB-CUENCA ARROYO JARERO							
ZI.10.6	0.118	0.47	2.45	0.88	4.68	1.269	6.864
D. JAZOU	0.118	0	0	0	0	0	0
ZI.10.5	0.137	0.55	2.85	1.02	5.44	1.48	7.97
U 10.5	0.255	0.55	2.89	1.03	5.52	1.48	8.09
D. SUBEST (11)	0.255	0.36	1.75	1.11	4.36	1.23	6.91
ZI.10.4	0.235	0.94	4.88	1.76	9.33	2.54	13.67
D. HOSPITAL (13)	0.235	0	0	1.02	0.44	0.5	4.781
ZI.10.3	0.963	3.51	20.02	6.58	38.22	9.51	56.035
ZI.10.2	0.227	0.91	4.72	1.7	9.01	2.45	13.21
U.10.2,3	1.68	4.42	26.56	9.39	52.03	13.19	80.93
ZI.10.1	0.69	2.01	14.34	3.82	27.38	5.54	40.15
U.10.1	2.37	6.43	40.9	13.22	79.42	18.73	121.08
SUB-CUENCA ARROYO ALDAMA							
ZI.11	0.725	2.3	15.07	4.35	28.77	6.3	42.19
SUB-CUENCA ARROYO ZACATECAS							
ZI.12	0.361	1.22	7.5	2.29	14.33	3.31	21
SUB-CUENCA ARROYO EL CUERVO							
ZI.13.3	0.359	1.44	7.46	2.69	14.25	3.88	20.89
D. J. BALDERAS (14)	0.359	0	0	0.35	6.37	1.87	13.01
ZI.13.2	0.536	2.15	11.14	4.01	21.27	5.79	31.19
U 13.2	0.895	2.15	11.25	4.01	27.65	5.79	44.2
D. J. GARCIA (15)	0.895	2.26	9.28	4.14	25.66	5.71	42.22
SUB-CUENCA ARROYO COLORADO							
ZI.13.1	0.46	1.75	9.56	3.28	18.25	4.74	26.77
U 13.1	1.355	4.02	18.84	7.42	43.92	10.45	68.98
ZI.14.6	0.321	0.75	3.97	1.54	8.34	2.38	12.98
D. CABALL (18)	0.321	0.062	1.07	1.27	5.45	2.23	10.08
ZI.14.4	0.349	1.39	7.25	2.59	13.85	3.74	20.31
ZI.14.5	0.917	2.74	19.06	5.21	36.39	7.55	53.36
ZI.14.7	0.081	0.19	1	0.39	2.11	0.615	3.27
D. NVA ZELANDA (20)	0.081	0	0	0	0	0	0
ZI.14.9	0.076	0.19	1	0.38	2.08	0.59	3.22
D. I. HAWAI	0.076	0	0	0	0	0	0
ZI.14.8	1.406	3.73	19.7	7.54	40.57	11.49	62.3
U 14.8	1.482	3.73	19.73	7.54	40.53	11.49	62.4
D. GUAD IZQ (22)	1.482	0	0	0	0	0.23	2.83
U.C.7	3.15	4.14	27.44	7.8	55.79	12.77	86.61

FUENTE: IMIP

TABLA IV. ZONA I ANAPRA - RESUMEN GENERAL DE ESCURRIMIENTOS (CONTINUACIÓN)

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZI.14.3	0.522	1.86	10.85	3.48	20.72	5.04	30.37
ZI.14.2	0.555	2.23	11.54	4.15	22.03	5.99	32.29
U.C.6	5.715	8.22	49.85	15.44	98.6	23.81	149.38
ZI.14.1	1.035	2.9	21.51	5.45	41.08	7.92	60.22
U 14.1	6.75	11.09	71.37	20.9	139.68	31.73	209.61
U.C.5	8.668	15.82	105.52	30.05	205.89	45.17	308.89
<b>ARROYOS AFLUENTES COLORADO PARTE SUR</b>							
ZI.14.14	0.534	1.16	6.22	2.43	13.18	3.77	20.63
D TARAHUMARA (29)	0.534	0	0	0.38	5.32	1.46	12.76
ZI.14.12	0.106	0.39	2.05	0.75	3.98	1.09	5.89
D. I. COZUMEL	0.106	0.01	0.15	0.28	2.08	0.76	3.99
ZI.14.13	0.455	1.83	9.46	3.41	18.06	4.92	26.47
ZI.14.11	0.229	0.5	2.66	1.04	5.65	1.62	8.85
ZI.14.10	0.164	0.66	3.41	1.23	6.51	1.77	9.54
ZI.14.15	0.066	0.25	1.31	0.47	2.5	0.68	3.66
U.C.8	1.488	2.98	15.78	5.68	37.62	8.37	61.61
D. STO DOMINGO (23)	1.488	0	0	0	0	0	0
<b>ARROYO TIRADORES</b>							
ZI 15.9	0.045	0.18	0.93	0.34	1.78	0.49	2.62
D. COVARUBIAS (32)	0.045	0	0	0	0	0	0
ZI.15.10	0.351	0.76	4.09	1.59	8.66	2.48	13.56
ZI.15.7	0.234	0.94	4.86	1.75	9.29	2.53	13.62
U 15.7	0.585	1.7	8.95	3.35	17.95	5.01	27.17
ZI.15.8	0.063	0.25	1.31	0.47	2.5	0.68	3.66
U 15.8	0.693	1.96	10.28	3.82	20.49	5.69	30.9
ZI 15.6	0.08	0.32	1.66	0.6	3.17	0.86	4.65
D. ECATEPEC (33)	0.08	0	0	0	0	0.1	1.75
ZI 15.5	0.04	0.16	0.83	0.3	1.59	0.43	2.33
U 15.5	0.12	0.16	0.9	0.3	1.86	0.43	4.08
U.C.9	0.813	2.12	11.18	4.12	22.36	6.12	34.99
ZI 15.4	1.105	3.14	22.97	5.89	43.85	8.47	64.286
U 15.4	1.918	4.73	34.15	9.14	66.21	13.44	99.28
<b>CAUCE ARROYO COLORADO</b>							
U 14.1	6.75	11.09	71.37	20.9	139.68	31.73	209.61
U 15.4	1.918	4.73	34.15	9.14	66.21	13.44	99.28
U.C.5	8.668	15.82	105.52	30.05	205.89	45.17	308.89
U. 13	10.023	19.84	124.36	37.47	249.81	55.62	377.87
ZI.15.3	0.18	0.72	3.74	1.35	7.14	1.94	10.47
U.C.4	10.564	21.77	135.6	41.11	271.28	60.88	409.35
U.C.3	11.289	24.08	150.67	45.47	300.05	67.18	451.54
ZI.15.2	0.063	0.19	1.31	0.37	2.5	0.53	3.66
U.C2	13.722	30.71	192.88	59.05	381.97	86.45	576.29
ZI.15.1	0.097	0.27	2.02	0.52	3.85	0.74	5.64
U. C1	14.468	33.14	208.39	63.64	411.58	93.1	619.7
U. A. COLORADO	59.112	70.76	529.18	136.47	1,038.70	200.15	1,702.40
R. BRAVO	59.112	70.76	529.18	136.47	1,038.70	200.15	1,702.40

FUENTE: IMIP





## IV.5. CUENCA ZONA II CENTRO

### IV.5.1. DESCRIPCIÓN

Se ubica entre las Sub-cuencas del Arroyo Colorado de la CUENCA ZONA I y la Sub-cuenca del Arroyo El Jarudo de la CUENCA ZONA III y se caracteriza porque sus escurrimientos se generan en la Sierra de Juárez y descargan por la margen derecha de la Acequia del Pueblo, la cual forma parte de la infraestructura de riego del Distrito 09, Valle de Juárez; sin embargo, dado que este canal no fue construido como colector de agua pluvial, no tiene capacidad para recoger todos los escurrimientos que se generan en la zona al presentarse eventos extraordinarios, por lo que frecuentemente se presentan inundaciones, tanto en la misma CUENCA ZONA II, como en la zona centro denominada CUENCA ZONA VI que limita con la margen izquierda de la Acequia del Pueblo. Ver plano IV.ZII

Los principales arroyos de esta Cuenca Zona II son los siguientes:

- Z II.1 Centro  
(De Av.16 Sept-Río Bravo y Av. Fco. Villa - Arroyo Colorado)
- Z II.2 Arroyo Mariano Escobedo
- Z II.3 Arroyo Monterrey
- Z II.4 Arroyo Panteón
- Z II.5 Arroyo Antiguo Basurero
- Z II.6 Arroyo Tepeyac
- Z II.7 Arroyo San Antonio
- Z II.8 Arroyo Mercado Ornelas
- Z II.9 Arroyo Carlos Amaya I
- Z II.11 Arroyo El Indio
- Z II.10 Arroyo Carlos Amaya II
- ZII.12 Arroyo Libertad

La mayor parte de la Cuenca de la Zona II se encuentra urbanizada y como ya se mencionó no existe capacidad suficiente de su colector principal, pues se estima que la Acequia del Pueblo únicamente puede conducir un caudal de 1.0 m<sup>3</sup>/seg; por lo frecuentemente desborda los excedentes, provocando severos problemas de inundaciones en la zona centro de la Ciudad.

Se cuenta con un inventario de 27 obras de regulación, de las cuales 14 se consideran alcantarillas y el resto son diques o bordos en avanzado grado de azolvamiento e invasión por viviendas, la mayoría ubicados al centro de la Sub-cuenca, según se puede observar en el plano III-Z2.

Se pueden destacar las siguientes como las más importantes y que se muestran en la Tabla IV.5.1:

TABLA IV.5.1 - ZONAS OBRAS DE REGULACIÓN CUENCA ZONA II

OBRAS DE REGULACION	UBICACION
DIQUE LA BIBLIA	SUB-CUENCA DEL ARROYO EL PANTEÓN
DIQUE PANTITLÁN	SUB-CUENCA DEL ARROYO EL PANTEÓN
DIQUE JUAN MATA ORTIZ	SUB-CUENCA DEL ARROYO EL PANTEÓN
DIQUE RAFAEL VELARDE	SUB-CUENCA DEL ARROYO EL PANTEÓN
DIQUE USUMACINTAS	SUB-CUENCA DEL ARROYO TEPEYAC
DIQUE COPALTEPEC	SUB-CUENCA DEL ARROYO TEPEYAC
DIQUE MAYAS	SUB-CUENCA DEL ARROYO TEPEYAC
DIQUE LA CURVA	SUB-CUENCA DEL ARROYO TEPEYAC
DIQUE PALO CHINO	SUB-CUENCA DEL ARROYO TEPEYAC
DIQUE EL HOYO	SUB-CUENCA DEL ARROYO LIBERTAD
DIQUE LA TRITURADORA	SUB-CUENCA DEL ARROYO EL INDIO

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.1. SUB-CUENCA S/N CLAVE: ZII.1

Es una pequeña Sub-cuenca limitada entre la Acequia Madre o Canal Principal y la Acequia del Pueblo, que forma parte de la infraestructura del Distrito de Riego 09 Valle de Juárez. Se encuentra totalmente urbanizada.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZII.1** se encuentran en la Tabla IV.5.1.1:

TABLA IV 5.1.1. - SUB-CUENCA S/N- CLAVE: ZII.1

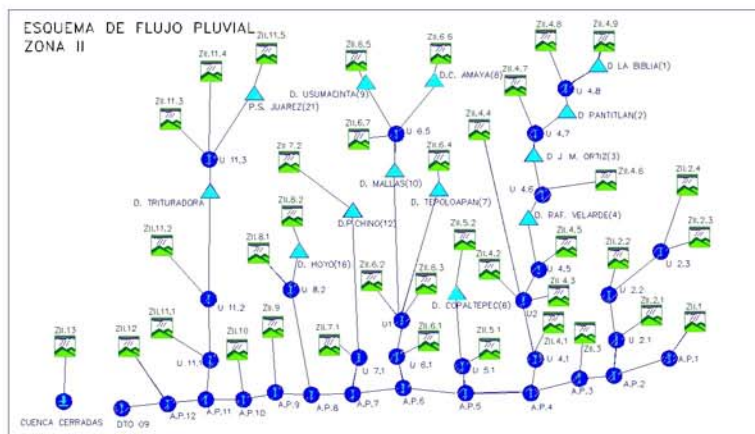
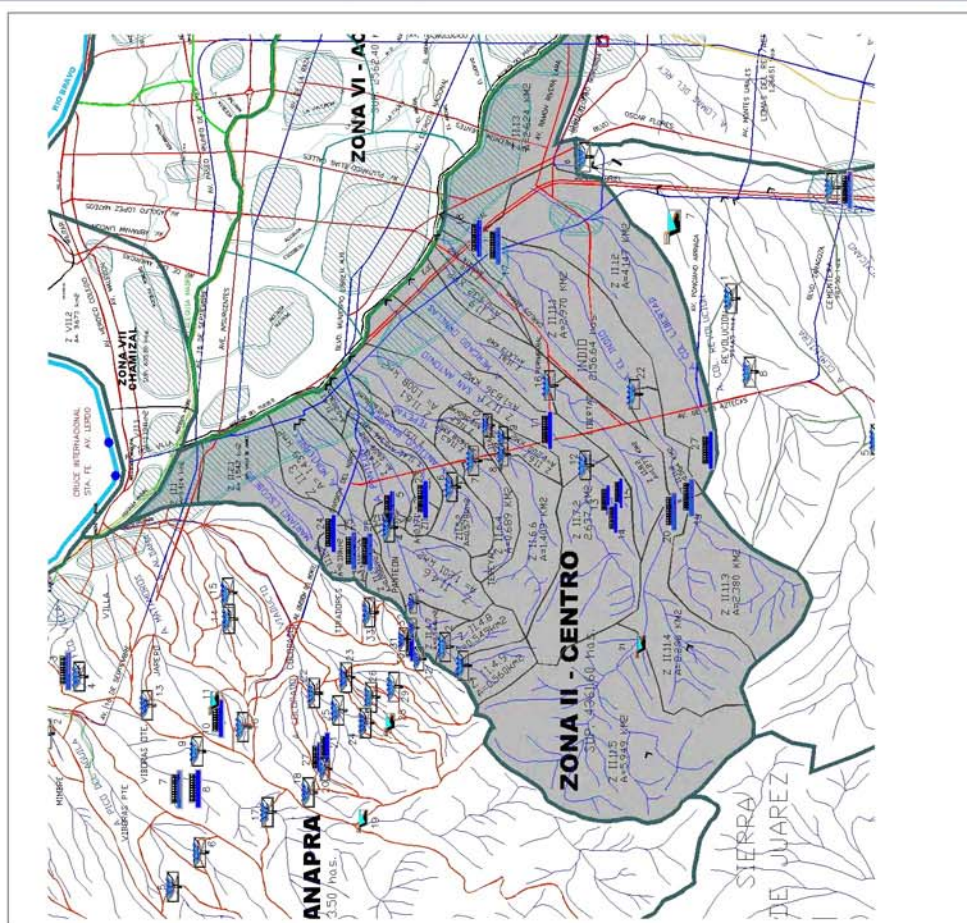
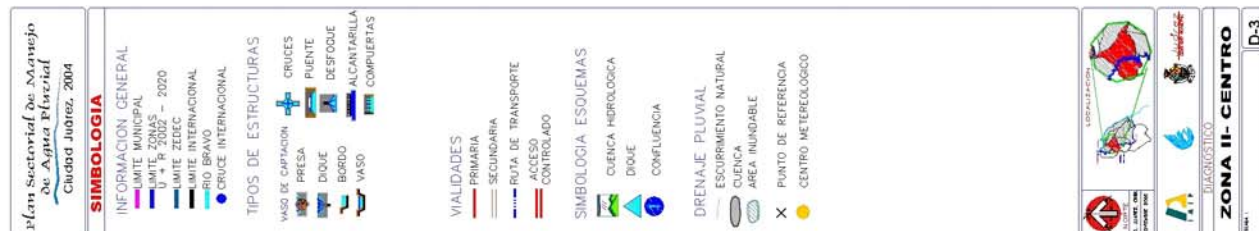
ÁREA (KM2)		0.414
PENDIENTE (S)		0.023
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.17
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.1

FUENTE: IMIP



Ciudad Juárez 2004

### Diagnóstico





VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO Y GASTO PICO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
			TR = 5		TR = 25		TR = 100
<b>ZONA II.1 CENTRO</b>							
ZII.1	0.414	1.662	8.605	3.099	16.431	4.470	24.090
<b>ZONA II.2 ARROYO MARIANO ESCOBEDO</b>							
ZII.2.4	0.206	0.827	4.281	1.542	8.175	2.226	11.987
ZII.2.3	0.128	0.513	2.660	0.958	5.080	1.383	7.449
U 2.3	0.334	1.341	6.942	2.500	13.256	3.609	19.435
ZII.2.2	0.310	1.244	6.443	2.321	12.303	3.349	18.038
U 2.2	0.644	2.585	13.384	4.822	25.559	6.959	37.473
ZII.2.1	1.542	4.010	32.052	7.603	61.198	10.988	89.726
U 2.1	2.186	5.410	45.438	10.234	86.757	14.724	127.200
<b>ZONA II.3 ARROYO MONTERREY</b>							
ZII.3	1.439	4.435	29.911	8.397	57.111	12.165	83.732
<b>ZONA II.4 ARROYO PANTEON</b>							
ZII.4.9	0.560	1.146	6.135	2.412	13.120	3.770	20.650
D. LA BIBLIA (1)	0.560	0.000	0.013	0.000	0.030	0.000	0.045
ZII.4.8	0.549	1.123	6.014	2.365	12.860	3.690	20.250
U 4.8	1.109	1.123	6.028	2.365	12.890	3.690	20.290
D. PANTITLAN(2)	1.109	0.000	0.104	0.844	6.010	4.360	13.390
ZII.4.7	0.344	0.704	3.768	1.482	8.060	2.310	12.680
U 4.7	1.453	0.704	3.873	1.482	14.070	5.660	26.085
D. J. M. ORTIZ(3)	1.453	0.000	0.031	0.000	0.112	1.310	11.210
ZII.4.6	1.201	3.895	20.338	7.608	40.572	11.300	60.970
U 4.6	2.654	3.895	20.411	7.608	40.684	11.300	72.190
D. RAF. VELARDE(4)	2.654	0.603	5.584	7.855	25.790	8.840	57.290
ZII.4.5	0.132	0.529	2.743	0.988	5.240	1.420	7.680
U 4.5	2.786	0.650	6.328	8.395	31.030	10.018	64.970
ZII.4.4	0.171	0.686	3.554	1.280	6.790	1.840	9.950
ZII.4.2	0.346	1.036	7.192	1.960	13.730	2.850	20.130
ZII.4.3	0.659	2.515	13.698	4.700	26.150	6.790	38.340
U2	3.962	4.768	32.773	13.690	77.710	21.500	133.400
ZII.4.1	0.203	0.815	4.220	1.520	8.060	2.190	11.810
U 4.1	4.165	5.583	36.992	14.520	85.760	23.700	145.220
<b>ZONA II.5 ARROYO ANTIGUO BASURERO</b>							
ZII.5.2	0.578	2.320	12.014	4.327	22.940	6.245	33.630
D. COPALTEPEC(6)	0.578	0.000	0.062	0.000	0.118	1.262	9.880
ZII.5.1	0.658	1.866	13.677	3.504	26.110	5.032	38.280
U 5.1	1.236	1.867	13.739	3.504	26.230	5.033	48.160
<b>ZONA II.6 ARROYO TEPEYAC</b>							
ZII.6.5	0.658	1.347	7.200	2.830	15.420	4.430	24.270
D. USUMACINTA(9)	0.658	0.000	0.060	0.090	0.610	1.081	9.450
ZII.6.6	1.409	2.670	15.430	8.640	33.010	8.830	51.970
D. C. AMAYA(8)	1.409	0.850	5.590	7.680	23.180	8.260	42.130
ZII.6.7	0.200	0.800	4.160	1.490	7.940	2.160	11.630
U 6.5	2.267	0.950	9.810	8.500	31.730	10.420	63.220
D. MALLAS(10)	2.267	0.000	0.014	0.000	0.050	0.000	0.090
ZII.6.2	0.689	1.270	7.550	2.890	16.140	4.220	25.410
D. TLOLOAPAN(7)	0.689	0.000	0.090	1.190	6.320	2.480	15.600
ZII.6.3	0.560	2.250	11.640	4.190	22.220	6.050	32.580
U1	4.174	3.880	20.410	7.530	46.610	11.170	76.140
ZII.6.1	1.008	4.040	20.950	7.540	40.000	10.890	58.650
U 6.1	5.182	7.930	41.360	15.080	86.620	22.070	134.790
<b>ZONA II.7 ARROYO SAN ANTONIO</b>							
ZII.7.2	2.637	4.090	28.890	8.730	61.780	13.690	97.260
D. P. CHINO(12)	2.637	0.000	0.070	0.800	12.210	5.840	47.680
ZII.7.1	1.836	3.430	27.400	6.960	55.620	10.520	85.140
U 7.1	4.473	3.430	27.470	6.960	68.030	11.560	132.830
<b>ZONA II.8 ARROYO MERCADO ORNELAS</b>							
ZII.8.2	1.277	1.880	13.990	3.940	29.920	6.120	47.100
D. HOYO (16)	1.277	0.000	0.050	0.040	0.210	2.270	17.380
ZII.8.1	1.473	4.120	30.620	7.750	58.460	11.170	85.710
U 8.1	2.750	4.120	30.670	7.750	58.670	11.170	103.100
<b>ZONA II.9 y ZONA II.10 ARROYOS CARLOS AMAYA NORTE Y CARLOS AMAYA SUR</b>							
ZII.9	0.432	1.420	8.980	2.670	17.140	3.870	25.130
ZII.10	0.414	1.320	8.610	2.480	16.430	3.600	24.090
<b>ZONA II.11 ARROYO EL INDIO</b>							
ZII.11.5	5.949	9.540	65.170	20.300	139.390	31.830	219.420
PRESA. S. JUAREZ(21)	5.949	7.800	45.390	20.320	119.610	30.380	199.640
ZII.11.3	2.380	3.450	26.070	7.320	55.770	11.360	87.780
ZII.11.4	2.290	3.220	25.090	6.870	53.660	10.720	84.460
U 11.3	10.619	14.490	96.550	32.200	229.040	52.470	371.890
D. TRITURADORA	10.619	0.000	0.060	1.530	30.410	10.330	173.270
ZII.11.2	0.564	2.260	11.720	4.220	22.380	6.090	32.820
U 11.2	11.183	2.260	11.780	4.220	52.800	11.250	206.090
ZII.11.1	2.970	11.920	61.730	22.240	117.870	32.090	172.820
U 11.1	14.153	14.190	73.510	24.460	170.670	38.190	378.900
<b>ZONA II.12 ARROYO LIBERTAD</b>							
ZII.12	4.147	9.320	86.200	17.820	164.590	25.850	241.300
<b>ZONA II.13 LIBERTAD 2 CRTI</b>							
ZII.13	2.624	5.890	54.540	11.270	104.140	16.350	152.680
<b>ACEQUIA DEL PUEBLO</b>							
A.P.1	0.414	1.660	8.60	3.10	16.43	4.470	24.090
A.P.2	2.600	6.820	54.04	12.98	103.19	18.850	151.290
A.P.3	4.039	11.260	83.96	21.38	160.30	31.020	235.020
A.P.4	8.204	16.840	120.95	33.70	246.06	54.720	380.240
A.P.5	9.440	18.520	134.69	37.21	272.29	59.400	428.410
A.P.6	14.622	26.450	176.05	50.14	358.91	81.470	563.200
A.P.7	19.095	28.670	203.52	54.79	426.95	88.590	693.020
A.P.8	21.845	31.720	234.20	60.70	285.62	97.220	799.120
A.P.9	22.277	33.134	243.18	63.37	502.76	101.090	824.260
A.P.10	22.690	34.450	251.78	65.86	519.19	104.690	848.350
A.P.11	36.844	48.640	325.30	92.32	689.66	142.880	1227.300
A.P.12	40.991	53.980	411.50	103.00	854.45	158.620	1468.600
A.P.13	43.615	57.370	466.040	109.750	958.590	168.590	1621.200
DTO. 09	46.036	57.370	466.040	109.750	958.590	168.590	1621.200

FIGURAS IV.5.(1-8) CUENCA ZONA II CENTRO



FIGURA IV.5.(1)



FIGURA IV.5.(2)



FIGURA IV.5.(3)



FIGURA IV.5.(4)



FIGURA IV.5.(5)



FIGURA IV.5.(6)



FIGURA IV.5.(7)



FIGURA IV.5.(8)



TABLA IV.5.1.1.1 CENTRO - ZONA II.1

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRID O	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRID O	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRID O
	KM2	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.1	0.414	1.662	8.605	3.099	16.431	4.47	24.09

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.1.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La **Sub-cuenca ZII.1** que se refiere al área céntrica más antigua de la ciudad, desde la Av. 16 de Septiembre hasta el Río Bravo y desde el Arroyo Colorado hasta la Av. Francisco Villa. Se comporta como cuenca cerrada provocando inundaciones al centro de la misma, sobre todo en la zona comercial. El volumen máximo acumulado es de 16,431 m<sup>3</sup> que actualmente es desalojado a través del drenaje sanitario principalmente ante la falta de un sistema de drenaje pluvial en la zona y cuyos valores se presentan en la Tabla IV.5.1.1.1

#### IV.5.1.2. SUB-CUENCA ARROYO MARIANO ESCOBEDO CLAVE: ZII.2

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Mariano Escobedo** cuyo inicio se origina en la misma ciudad. Colinda al poniente con la ZONA I, se encuentra totalmente urbanizada y cuenta con obras de control que funcionan como alcantarillas: División del Norte (24), Melchor Ocampo (25) y Montemorelos (26), las cuales se ubican en la cuenca alta y con una capacidad de regulación muy limitada dado que se encuentran muy azolvados e invadidos. Tomando en cuenta la ubicación de estas obras, **la Sub-cuenca se subdividió en 4 Micro-cuencas:**

##### IV.5.1.2.1.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.2.1

Tiene como límite inferior la Acequia del Pueblo y en la superior la alcantarilla 24: Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.2.1**, ver tabla IV.5.1.2.1:

TABLA IV.5.1.2.1- MICRO-CUENCA ACEQUIA DEL PUEBLO  
CLAVE: ZI.15.10

ÁREA (KM2)		1.542
PENDIENTE (S)		0.0138
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.56
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.33

FUENTE: IMIP

##### IV.5.1.2.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.2.2

Se ubica entre la Alcantarillas 24 y 25. **La Alcantarilla División del Norte (24)** ubicada en las Calles Melchor Ocampo y División del Norte en la Colonia Vicente Guerrero, consiste en una obra de tierra con revestimiento de mampostería la cual se utiliza como vialidad. Se encuentra muy azolvada en invadida por viviendas y aunado a que su vaso fue dividido por una calle, su capacidad de regulación es casi nula.

Las características de esta estructura se presentan en la Tabla IV.5.1.2.2 (1):

TABLA IV.5.1.2.2 (1) ALCANTARILLA DIVISIÓN DEL NORTE (24)

CLAVE: ZII.2.2

CAPACIDAD	ÚTIL	5.000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	92.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.0 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		TUBO CONCRETO 60 CM Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.2.2** aparecen en la Tabla IV.5.1.2.2 (2):

TABLA IV.5.1.2.2 (2) - MICRO-CUENCA ACEQUIA DEL PUEBLO - CLAVE: ZII.2.2

ÁREA (KM2)		0.310
PENDIENTE (S)		0.0375
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.09
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.05

FUENTE: IMIP

##### IV.5.1.2.3.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.2.3

Esta Micro-cuenca se ubica entre la Alcantarillas 25 y 26. **La Alcantarilla Melchor Ocampo (25)** ubicada en las Calles Melchor Ocampo y Linares de la Colonia Mariano Escobedo. En el pasado consistía

originalmente en una obra de tierra, actualmente existen vialidades; se encuentra muy invadido por viviendas y muy azolvada.

Las características de la **Alcantarilla Melchor Ocampo (25)** se observan en la Tabla IV.5.1.2.3 (1): Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZII.2.3 son los siguientes de la Tabla IV.5.1.2.3 (2):

TABLA IV.5.1.2.3 (1) ALCANTARILLA MELCHOR OCAMPO

CLAVE: ZII.2.3 (25)

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	4.000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	46.0 m
	ALTURA MÁXIMA	3.0 m
<b>VERTEDOR</b>		NO TIENE
<b>DESFOGUE</b>		TUBO CONCRETO 60 CM Ø
		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

TABLA IV.5.1.2.3 (2) - MICRO-CUENCA ALCANTARILLA M. OCAMPO CLAVE: ZII.2.3

<b>ÁREA (KM2)</b>		0.128
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0417
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.08
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.05

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.2.4.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.2.4

Inicio de la Micro-cuenca, corresponde a la **Alcantarilla Montemorelos (26)** ubicada en las Calles Melchor Ocampo y Montemorelos de la Colonia Mariano Escobedo consiste en una obra de tierra sin

protección contra la erosión, el cual se encuentra muy deteriorado, requiriendo una rehabilitación total. Sus características se presentan en la Tabla IV.5.1.2.4 (1) y son las siguientes:

TABLA IV.5.1.2.4 (1) ALCANTARILLA MONTE MORELOS (25)- CLAVE: ZII.2.4

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	3.000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	50.0 m
	ALTURA MÁXIMA	2.5 m
<b>VERTEDOR</b>		NO TIENE
<b>DESFOGUE</b>		TUBO CONCRETO 60 CM Ø
		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZII.2.4 que cubre la Alcantarilla Monte Morelos se encuentran en la Tabla IV.5.1.2.4 (2) y son los siguientes:

TABLA IV.5.1.2.4 (2) - MICRO-CUENCA ALCANTARILLA MONTE MORELOS CLAVE: ZII.2.4

<b>ÁREA (KM2)</b>		0.206
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0277
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.20
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.12

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.2.4.1.ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

En la parte alta de la Sub-cuenca del Arroyo Mariano Escobedo, se definieron tres Micro-cuencas; ZII.2.4, ZII.2.3 y ZII.2.2, estas tres áreas terminan con alcantarillas en su parte mas baja produciendo en total

TABLA IV.5.1.2.4.1 ESCURRIMIENTOS POR PERIODO DE RETORNO SUB-CUENCA ZII.2

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.2.4	0.206	0.827	4.281	1.542	8.175	2.226	11.987
ZII.2.3	0.128	0.513	2.660	0.958	5.080	1.383	7.449
U 2.3	0.334	1.341	6.942	2.500	13.256	3.609	19.435
ZII.2.2	0.310	1.244	6.443	2.321	12.303	3.349	18.038
U 2.2	0.644	2.585	13.384	4.822	25.559	6.959	37.473
ZII.2.1	1.542	4.010	32.052	7.603	61.198	10.988	89.726
U 2.1	2.186	5.410	45.438	10.234	86.757	14.724	127.200

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

un volumen de 13,384 m<sup>3</sup> para una tormenta de un TR=5 y hasta 25,559 m<sup>3</sup> para TR=25 con gastos hasta de 4.822 m<sup>3</sup>/seg para este último caso. Este volumen continúa su recorrido incorporándose al mismo los escurrimientos de la Micro-cuenca ZII.2.1 para terminar con un volumen total de 45,438 m<sup>3</sup> para TR = 5 años y 86,757 m<sup>3</sup> para TR=25 años con caudales que pueden llegar a ser de 5.41 y 10.23 m<sup>3</sup>/seg para esos mismos periodos de retorno, valores que se observan en la página siguiente en la Tabla IV.5.1.2.4.1 que describe la el encadenamiento de los volúmenes mencionados:

#### IV.5.1.3 SUB-CUENCA ARROYO MONTERREY CLAVE: ZII.3

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Monterrey** cuyo inicio se origina en la misma ciudad con límite inferior en la Acequia del Pueblo. Se encuentra totalmente urbanizada y no cuenta con obras de regulación.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZII.3** son los siguientes y se dan en la Tabla IV.5.1.3:

TABLA IV.5.1.3. - SUB-CUENCA ARROYO MONTERREY CLAVE: ZII.3

ÁREA (KM2)		1.44
PENDIENTE (S)		0.0247
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		0.45
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.27

FUENTE: IMIP

##### IV.5.1.3.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub-cuenca del Arroyo Monterrey, se trata de una sola Micro-cuenca sin estructuras de control en su área de aportación, cuenta con dos escurrimientos que se juntan al final del recorrido, su área es de 1.439 Km<sup>2</sup> que **producen una aportación pluvial hasta de 57,111 m<sup>3</sup> para tormentas extraordinarias de**

**25 años** que se almacenan en las calles en forma de inundación que finalmente es desalojada a través del drenaje sanitario.

Los gastos y volúmenes totales que aporta esta Sub – cuenca para los Periodos de retorno analizados, según se muestran en la siguiente Tabla IV.5.1.3.1.

#### IV.5.1.4 SUB-CUENCA ARROYO PANTEÓN CLAVE: ZII.4

Corresponde a una de las más importantes Sub-cuencas de la ZONA II, que es el **Arroyo El Panteón** cuyo origen es la Sierra de Juárez con límite inferior en la Acequia del Pueblo. Se estima que el 80% de la cuenca está urbanizada y existen 6 obras de regulación, de las cuales las principales se localizan en la parte alta: Dique La Biblia (1), Dique Pantitlán (2), Dique Juan Mata Ortiz (3), Dique Rafael Velarde (4), Alcantarilla Miguel Ahumada (6) y Alcantarilla Ayutla (23). Por la ubicación de estas obras y tomando en cuenta las confluencias, esta **Sub-cuenca se subdividió en 9 Micro-cuencas:**

##### IV.5.1.4.1. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.1

Es la Micro-cuenca mas baja. Limita con la Acequia del Pueblo y aguas arriba con la confluencia mas baja de sus afluentes.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZII.4.1**, ver Tabla IV.5.1.4.1 y son los siguientes:

TABLA IV.5.1.4.1. - SUB-CUENCA CLAVE: ZII.4.1

ÁREA (Km2)		0.203
PENDIENTE (S)		0.0032
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc en horas)		0.31
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.19

FUENTE: IMIP

TABLA IV.5.1.3.1 GASTOS Y VOLÚMENES TOTALES POR PERIODO DE RETORNO – ZII.3

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.3	1.439	4.435	29.911	8.397	57.111	12.165	83.732

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.4.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.2

Esta Micro-cuenca con conexión a la ZII.4.1., tiene como límite superior la ZII.4.4. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZII.4.2** son los siguientes que se presentan en la IV.5.1.4.2 :

TABLA IV.5.1.4.2 – MICRO-CUENCA - CLAVE: ZII.4.2

ÁREA (KM2)		0.346
PENDIENTE (S)		0.0192
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.47
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.28

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.4.3. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.3

Tiene conexión con la ZII.4.1. y tiene como límite superior las Alcantarilla 5 y 23. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZII.4.3** se presentan en la Tabla IV.5.1.4.3:

TABLA IV.5.1.4.3. – MICRO-CUENCA ZII.4.3

ÁREA (KM2)		0.659
PENDIENTE (S)		0.0231
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERIO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.32
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.19

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.4.4 MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.4

Se encuentra al inicio de la **Sub-cuenca Arroyo el Panteón**, corresponde a la cuenca de la **Alcantarilla Ayutla (23)** ubicada en las Calles Ayutla y Zihuatanejo de la Colonia Galeana, consistía en una obra de tierra sin protección contra la erosión; actualmente se encuentra convertido en vialidad su vaso totalmente invadido y relleno de escombros. Sus características se encuentran en la Tabla IV.5.1.4.4 (1):

TABLA IV.5.1.4.4. (1) ALCANTARILLA AYUTLA (23)-CLAVE: ZII.4.4

CAPACIDAD	UTIL	500 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	29.0 m
	ALTURA MAXIMA	4.0 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		CAJÓN DE 1.3 m X 1.2 m

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.4.4** se ven en la TABLA IV.4.2.2.4.4 (2):

TABLA IV.5.1.4.4 (2) – MICRO-CUENCA ZII.4.4

ÁREA (KM2)		0.171
PENDIENTE (S)		0.3143
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.05
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.03

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.4.5. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.5

Se ubica entre la Alcantarilla 5 y el Dique 4. La Alcantarilla Miguel Ahumada (5) ubicada en las Calles Miguel Ahumada entre Petatlán y Zacatula de la Colonia Galeana, consistía en una cortina de tierra sin protección contra la erosión; actualmente su vaso se encuentra muy invadido, tanto por viviendas como por escombros, además está muy azolvado, por lo que su capacidad de regulación es prácticamente nula. Las características son las siguientes y se encuentran en la Tabla IV.4.2.2.4.5 (1):

TABLA IV.5.1.4.5. (1) - ALCANTARILLA MIGUEL AHUMADA (5)-CLAVE: ZII.4.5

CAPACIDAD	ÚTIL	4000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	17.0 m
	ALTURA MÁXIMA	3.8 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		TUBO CONCRETO 60 CM Ø
		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.4.5** se observan en la Tabla IV.5.1.4.5. (2):

TABLA IV.5.1.4.5. (2) – MICRO-CUENCA ZII.4.5

ÁREA (KM2)		0.132
PENDIENTE (S)		0.0667
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.05
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.03

FUENTE: IMIP



#### IV.5.1.4.6.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.6

Se ubica entre el Dique 4 y el Dique 3. El Dique Rafael Velarde (4) ubicado en la Calle Rafael Velarde y Zacatula de la Colonia Galeana, que consistía en una cortina de tierra sin protección contra la erosión; el cual fue convertido en vialidad; su vaso presenta algunas invasiones por viviendas y un Centro Comunitario además de instalaciones deportivas; aunado a lo anterior existen escombros y basura, por lo que se ha reducido significativamente su capacidad de regulación. Sus características se presentan en la Tabla IV.5.1.4.6 (1):

TABLA IV.5.1.4.6 (1) DIQUE RAFAEL VELARDE (4)-CLAVE: ZII.4.6

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	15,000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	42.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.5 m
<b>VERTEDOR</b>		
<b>DESFOGUE</b>		2 TUBOS CONCRETO 1.22 m Ø
		PARCIALMENTE OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP. C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.4.6** en la Tabla IV.5.1.4.6 (2):

TABLA IV.4.2.2.4.6 (2) - MICRO-CUENCA (CLAVE: ZII.4.6)

<b>ÁREA (KM2)</b>		1.201
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.322
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	70
	CERRIL Y LOMERÍO	30
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		79.9
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.26
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.16

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.4.7.MICRO-CUENCA DIQUE JUAN MATA ORTIZ CLAVE: ZII.4.7

Se ubica entre el Dique 3 y el Dique 2. El Dique Juan Mata Ortiz (3) ubicado en las Calles Cerralvo e Ignacio Altamirano de la Colonia Mariano Escobedo, que consiste en una cortina de tierra protegida con zampeado seco, mismo que presenta condiciones aceptables, sin embargo, ya existen invasiones en su vaso.

Consta de un vertedor que tiene al inicio de un pequeño cimacio, luego un tramo horizontal en lavadero y

finalmente una descarga formada por escalones de concreto. El desfogue se encuentra obstruido por tubería de drenaje de la JMAS. Sus características se encuentran en la Tabla IV.5.1.4.7 (1) y son las siguientes:

TABLA IV.5.1.4.7 (1) DIQUE JUAN MATA ORTIZ (3) - CLAVE: ZII.4.7

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	15,000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	40.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.5 m
<b>VERTEDOR</b>		
<b>DESFOGUE</b>		TUBO CONCRETO 1.22 m Ø
		OBSTRUIDO

FUENTE: IMIP. C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.4.7** se presentan en la Tabla IV.5.1.4.7. (2):

TABLA IV.5.1.4.7. (2) MICRO-CUENCA DIQUE J. MATA ORTÍZ CLAVE: ZII.4.7

<b>ÁREA (KM2)</b>		0.3444
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0537
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.13
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.08

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.4.8. MICRO-CUENCA DIQUE PANTITLÁN CLAVE: ZII.4.8

Se ubica entre el Dique 2 y el Dique 1. **El Dique Pantitlán (2)** ubicado en las Calles Real de Monte y Ecatepec de la Colonia Gustavo Díaz Ordaz, que consiste en una cortina de tierra protegida con zampeado seco, mismo que presenta condiciones aceptables con invasiones mínimas, aunque se estima que su vaso está azolvado en un 50%, existen en su vaso instalaciones deportivas. En la corona se localizan algunos árboles además de una línea eléctrica. Cuenta con un vertedor en el margen izquierdo revestido de mampostería cuya descarga ha provocado erosión afectando la salida del desfogue.

Las características de este dique se dan en la Tabla IV.5.1.4.8 (1): Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.4.8 Dique Pantitlán** son los siguientes:

TABLA IV.5.1.4.8 (1) DIQUE PANTITLÁN (2) - CLAVE: ZII.4.8

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	7,000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	50.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.0 m
<b>VERTEDOR</b>		B = 10 m
<b>DESFOGUE</b>		CAJA CONCRETO TUBERÍA 60 CM. Ø
		<b>AZOLVADA</b>

FUENTE: IMIP, C.N.A.

TABLA IV.4.2.2.4.8 (1) - MICRO-CUENCA DIQUE PANTITLÁN  
(CLAVE: ZII.4.8)

<b>ÁREA (KM2)</b>		0.549
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.3000
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.05
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.03

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.4.9.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.4.9

Se encuentra al inicio de la Sub-cuenca. Corresponde a la **Micro-cuenca del Dique La Biblia (1)** que se ubica entre las Calles Zoltepec y Real del Monte de la Colonia Gustavo Díaz Ordaz. Esta obra consta de una cortina de tierra sin protección, por lo que presenta erosión principalmente en el talud aguas arriba, por los escurrimientos de la ladera derecha; su vaso aún no ha sido invadido ni el cauce inmediatamente aguas abajo. Sus características se observan en la Tabla IV.5.1.4.9 (1) y son las siguientes:

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.4.9** se observan en la Tabla IV.5.1.4.9. (2)

TABLA IV.5.1.4.9 (1) DIQUE LA BIBLIA (1) - CLAVE: ZII.4.9

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	56,000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	50.0 m
	ALTURA MÁXIMA	6.5 m
<b>VERTEDOR</b>		NO TIENE
<b>DESFOGUE</b>		CAJA CONCRETO 2 TUBOS 60 CM. Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

TABLA IV.5.1.4.9 (2) - MICRO-CUENCA DIQUE LA BIBLIA  
(CLAVE: ZII.4.9)

<b>ÁREA (KM2)</b>		0.560
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.641
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.23
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.14

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.4.9.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El **Arroyo Panteón ZII.4** cuenta con cuatro Diques para el control de avenidas. El primero es el Dique la Biblia (1), ubicado en la parte más baja de la Micro-cuenca ZII.4.9 que a su vez se localiza en la parte más alta de este arroyo. La capacidad del Dique es de 56,000 m<sup>3</sup>, el volumen máximo esperado, para un TR = 100 años es de 20,650, por lo que toda el agua puede ser retenida en el mismo, sin embargo, cuenta con un desfogue que permite que el agua continúe hacia zonas más bajas.

La Micro-cuenca identificada como ZII.4.8 también tiene un dique en la parte baja denominado Pantitlán (2) con capacidad de 7,000 m<sup>3</sup>, que es el volumen que se presenta para una tormenta de 5 años, debiendo verter con gastos hasta de .844 m<sup>3</sup>/seg para tormentas de TR=25 años.

El Dique Juan Mata Ortiz (3), de 15,000 m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento, se ubica en la zona ZII.4.7, recibe los vertidos del Dique Pantitlán que sumados con los de su propia área de influencia llegan a ser de 43,873 m<sup>3</sup> para TR=5, de 14,070 para TR=25 presentándose en este último caso, un volumen superior al de su capacidad.

Mas abajo aún, se encuentra el Dique Rafael Velarde (4) que puede almacenar actualmente hasta 15,000 m<sup>3</sup>, recibe el agua proveniente del dique Pantitlán así como los escurrimientos de la Zona ZII.4.6. Su capacidad es inferior al volumen que llega a su vaso, aun para una tormenta de 5 años, por lo que deja escurrir gastos que van de 0.603 a 7.85 m<sup>3</sup>/seg hacia aguas abajo del mismo.

A partir del Dique Rafael Velarde no se cuenta con más estructuras de control de escurrimientos, recibiendo el cauce principal las aportaciones de las Micro-cuencas ZII.4.5, 4.4, 4.3, 4.2 y 4.1.



TABLA IV.5.1.4.9.1. ARROYO PANTEÓN- ESTRUCTURAS DE CONTROL Y MICRO-CUENCAS

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.4.9	0.560	1.146	6.135	2.412	13.120	3.770	20.650
D LA BIBLIA (1)	0.560	0.000	0.013	0.000	0.030	0.000	0.045
ZII.4.8	0.549	1.123	6.014	2.365	12.860	3.690	20.250
U 4.8	1.109	1.123	6.028	2.365	12.890	3.690	20.290
D PANITTLAN(2)	1.109	0.000	0.104	0.844	6.010	4.360	13.390
ZII.4.7	0.344	0.704	3.768	1.482	8.060	2.310	12.680
U 4.7	1.453	0.704	3.873	1.482	14.070	5.660	26.085
D J. M. ORTIZ(3)	1.453	0.000	0.031	0.000	0.112	1.310	11.210
ZII.4.6	1.201	3.895	20.388	7.608	40.572	11.300	60.970
U 4.6	2.654	3.895	20.411	7.608	40.684	11.300	72.190
D. RAF. VELARDE(4)	2.654	0.603	5.584	7.855	25.790	8.840	57.290
ZII.4.5	0.132	0.529	2.743	0.988	5.240	1.420	7.680
U 4.5	2.786	0.650	8.328	8.395	31.030	10.018	64.970
ZII.4.4	0.171	0.686	3.554	1.280	6.790	1.840	9.950
ZII.4.2	0.346	1.036	7.192	1.960	13.730	2.850	20.130
ZII.4.3	0.659	2.515	13.698	4.700	26.150	6.790	38.340
U2	3.962	4.768	32.773	13.690	77.710	21.500	133.400
ZII.4.1	0.203	0.815	4.220	1.520	8.060	2.190	11.810
U 4.1	4.165	5.583	36.992	14.520	85.760	23.700	145.220

FUENTE: IMIP

Los gastos y volúmenes escurridos que se esperan para tormentas con periodos de retorno de 5 y 25 años son de 5.583 y 14.520 m<sup>3</sup>/seg y de 36,992 y 85,760 m<sup>3</sup> respectivamente, mismos que se observan en la Tabla IV.75.1.4.9.1

#### IV.5.1.5. SUB-CUENCA ARROYO ANTIGUO BASURERO CLAVE: ZII.5

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Antiguo Basurero** con un área de 1.86 Km<sup>2</sup> en total, limita con la Acequia del Pueblo, casi en el mismo sitio donde descarga el Arroyo El Panteón.

Tiene su nacimiento en la Sierra Tepeyac y está regulado por el Dique Copaltepec (6) que se ubica en su cuenca alta y dada su ubicación esta Sub-cuenca fué **subdividida en 2 Micro-cuencas**:

##### IV.5.1.5.1. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.5.1

Es la Micro-cuenca más baja. Limita con la Acequia del Pueblo y aguas arriba con el Dique 6. Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE:**

**ZII.5.1** se encuentran en la Tabla IV.5.1.5.1 y son los siguientes:

TABLA IV.5.1.5.1 - MICRO-CUENCA (CLAVE: ZII.5.1)

ÁREA (KM2)		0.658
PENDIENTE (S)		0.0154
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.56
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.34

FUENTE: IMIP

##### IV.5.1.5.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.5.2

Se encuentra al inicio de la Sub-cuenca. Corresponde a la **Micro-cuenca del Dique Copaltepec (6)** que se ubica entre las Calles Copaltepec y Teotepec de la Colonia Galeana. Es una obra que se aprecia en condiciones aceptables a pesar de encontrarse azolvado más del 40% de su capacidad original de 60,000 m<sup>3</sup>, sin embargo, existen varias viviendas invadiendo su vaso, también está muy azolvado. Existe un tajo en el terreno natural sobre la margen izquierda

que funciona como vertedor. En la Tabla IV.5.1.5.2 (1) se dan características y son las siguientes:

TABLA IV.5.1.5.2 (1) DIQUE COPALTEPEC (6) - CLAVE: ZII.5.2

CAPACIDAD	ÚTIL	24,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	63.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.0 m
VERTEDOR		B= 5.6 m
DESFOGUE		CAJA CONCRETO TUBOS 60 CM. Ø
		OBSTRUIDO PARCIALMENTE

FUENTE: IMIP, C.N.A

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.5.2** se ven en Tabla IV.5.1.5.2 (2):

TABLA IV.5.1.5.2 (2) - DIQUE COPALTEPEC CLAVE: ZII.5.2

ÁREA (KM2)		0.578
PENDIENTE		0.0468
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.18
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.11

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.5.2.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub-cuenca **Arroyo Antiguo Basurero CLAVE: ZII.5**, se dividió en dos **Micro-cuencas, ZII.5.1 y ZII.5.2**. Esta última es la que se ubica en la parte superior de la Sub-cuenca. En la parte mas baja se encuentra el Dique Copaltepec (6) con una capacidad de 24,000 m<sup>3</sup>, recibe hasta 12,014 m<sup>3</sup> para TR= 5 años y 22,940 m<sup>3</sup> para TR = 25 años, siendo apenas suficiente su capacidad para retener los volúmenes

que se generen en este último, no así para una TR = 100 años según se aprecia en la Tabla IV.5.1.5.2.1.

#### IV.5.1.6. SUB-CUENCA ARROYO TEPEYAC CLAVE: ZII.6

Corresponde a otra de las más importantes Sub-cuencas de la ZONA II, que es el **Arroyo Tepeyac** con origen en la Sierra del mismo nombre, y descarga a la Acequia del Pueblo. Se estima que el 60% de la cuenca está urbanizada y existen 4 obras de regulación, las cuales se localizan en la cuenca alta: Dique Teloloapan (7), Dique Carlos Amaya (8), Dique Usumacintas (9) y el Dique Mayas (10). Por la ubicación de estas obras y tomando en cuenta las confluencias, **esta Sub-cuenca se subdividió en 7 Micro-cuencas:**

##### IV.5.1.6.1. Micro-cuenca CLAVE: ZII.6.1

Es la Micro-cuenca más baja limitando en su parte inferior con la Acequia del Pueblo. Tiene como limite superior la confluencia de sus dos afluentes principales que finalizan en la Micro-cuencas ZII.6.2 y ZII.6.3. Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.6.1** son los siguientes que se dan en la Tabla IV.5.1.6.1:

TABLA IV.5.1.6.1 - MICRO-CUENCA (CLAVE: ZII.6.1)

ÁREA (KM2)		1.008
PENDIENTE (S)		0.0267
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.24
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.14

FUENTE: IMIP

TABLA IV.5.1.5.2.1 - ARROYO ANTIGUO BASURERO CLAVE: ZII.5

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.5.2	0.578	2.320	12.014	4.327	22.940	6.245	33.630
D. COPALTEPEC (6)	0.578	0.000	0.062	0.000	0.118	1.262	9.880
ZII.5.1	0.658	1.866	13.677	3.504	26.110	5.032	38.280
U 5.1	1.236	1.867	13.739	3.504	26.230	5.033	48.160

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

IV.5.1.6.2 MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.2

Tiene conexión con la ZII.6.1. y su límite superior lo constituye el Dique Mayas (10) y colinda también con la Micro-cuenca ZII.6.3

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.6.2** se encuentran en la tabla IV.5.1.6.2:

TABLA IV.5.1.6.5 (2) - DIQUE USUMACINTAS (9) CLAVE: ZII.6.5

ÁREA (KM2)		0.658
PENDIENTE (S)		0.034
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.22
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.13

FUENTE: IMIP

IV.5.1.6.3. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.3

Tiene conexión con la ZII.6.1 y su límite superior lo constituye el Dique Teloloapan (7). Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.6.3** son los siguientes de la Tabla IV.5.1.6.3:

TABLA IV.5.1.6.3 - MICRO-CUENCA (CLAVE: ZII.6.3)

ÁREA (KM2)		0.658
PENDIENTE (S)		0.0667
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.14
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.08

FUENTE: IMIP

IV.5.1.6.4.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.4

Se encuentra al inicio de la Sub-cuenca Arroyo Tepeyac. Corresponde a la **Micro-cuenca del Dique Teleoloapan (7)** que se ubica entre las Calles Teloloapan y Carlos Amaya de la Colonia Galeana. Es una obra que está totalmente azolvada e invadida por lo que su funciona prácticamente como alcantarilla. Su corona funciona como vialidad. Sus características se encuentran en la Tabla IV.5.1.6.4 (1):

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.6.4** se observan en la Tabla IV.5.1.6.4 (2):

TABLA IV.5.1.6.4 (1) - MICRO-CUENCA DEL DIQUE TELEOLOAPAN (7)-CLAVE: ZII.6.4

CAPACIDAD	ÚTIL	10,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	45.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.0 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		CAJA CONCRETO C / DOBLE CONDUCTO RECTANGULAR 1.5 m. X 2.5 m

FUENTE: IMIP. C.N.A.

TABLA IV.5.1.6.4 (2) - DIQUE TELEOLAPÁN-(CLAVE: ZII.6.4)

ÁREA (KM2)		0.689
PENDIENTE (S)		0.0504
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.35
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.21

FUENTE: IMIP

IV.5.1.6.5.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.5

También se encuentra al inicio de la Sub-cuenca. Corresponde a la **Micro-cuenca del Dique Usumacintas (9)** que se ubica entre las Calles Usumacintas entre Chontales y Teotihuacanos de la Colonia Aztecas. Es una obra de tierra con zampeado en ambos taludes; el vaso fue adaptado para alojar un mercado semi-fijo, mediante su revestimiento y construcción de accesos.

Originalmente contaba con un vertedor alojado en la margen derecha, sin embargo, fue obstruido con la construcción de una vivienda. Sus características se encuentran en la Tabla IV.5.1.6.5.(1):

TABLA IV.5.1.6.5 (1) DIQUE USUMACINTAS (9)-CLAVE: ZII.6.5

CAPACIDAD	ÚTIL	15,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	61.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.5 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		CAJA CONCRETO C/TUBO 60 CM. DE Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.6.5** aparecen en la siguiente Tabla IV.5.1.6.5 (2) y son los siguientes:

TABLA IV.5.1.6.5 (2) - DIQUE USUMACINTAS (9) CLAVE:  
ZII.6.5

ÁREA (KM2)		0.658
PENDIENTE (S)		0.034
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.22
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.13

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.6.6. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.6

Al igual que los anteriores se encuentra al inicio de la Sub-cuenca. Corresponde a la Micro-cuenca del **Dique Carlos Amaya (8)** que se ubica en el Perimetral Carlos Amaya a la altura de la Calle Mayapán de la Colonia Aztecas. Su corona fue revestida y forma parte de la vialidad Carlos Amaya. El vaso se encuentra azolvado al 50% y además se utiliza como depósito de escombros y basura, también lo invade una vivienda. **En la tormenta del 01 de julio de 2000 se llenó hasta el borde de la torre del desfogue.** Sus características aparecen en la Tabla IV.5.1.6.6. (1) y son las siguientes:

TABLA IV.5.1.6.6 (1) DIQUE CARLOS AMAYA (8)-CLAVE:  
ZII.6.6

CAPACIDAD	ÚTIL	10,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	50.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.0 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		CAJA CONCRETO C/ 2 CONDUCTOS CUADRADO DE 1.06 m

FUENTE: IMIP. C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.6.6** se aprecian en la Tabla IV.5.1.6.6

TABLA IV.5.1.6.6 (2) - MICRO-CUENCA DIQUE CARLOS  
AMAYA (8) (CLAVE: ZII.6.6)

ÁREA (KM2)		0.1409
PENDIENTE (S)		0.0446
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.33
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.2

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.6.7. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.6.7

Esta Micro-cuenca esta ligada con la ZII.6.2, se ubica entre el Dique 10 y aguas arriba de los Diques 8 y 9. **El Dique Mayas (10)** ubicado en la Calle Mayas entre Chontales y Teotihuacanos de la Colonia Aztecas, consiste en una cortina de tierra cuya corona actualmente forma parte de la Calle Mayas, existen algunas invasiones en las márgenes del vaso, además el talud aguas arriba es utilizado como depósito de escombros y basura. Las características del **Dique Mayas** se dan en la Tabla IV.5.1.6.7 (1)

TABLA IV.5.1.6.7 (1) DIQUE MAYAS (10) -CLAVE: ZII.6.7

CAPACIDAD	ÚTIL	80,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	45.0 m
	ALTURA MÁXIMA	5.5 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		CAJA CONCRETO CON TUBERÍA DE 1.22 m DE Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca son los siguientes **CLAVE: ZII.6.7** se presentan en la Tabla IV.5.1.6.7(2):

TABLA IV.5.1.6.7(2) DIQUE MAYAS (10) - CLAVE: ZII.6.7

ÁREA (KM2)		0.200
PENDIENTE (S)		0.034
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.138
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.083

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.6.7.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

En la parte alta la Sub-cuenca Arroyo Tepeyac CLAVE: ZII.6, recibe aportaciones de dos afluentes principales, cuenta con 4 Diques, tres de los cuales se ubican en el afluente sur, el que tiene mayor altitud denominado Carlos Amaya (8), recibe los escurrimientos de la Micro – cuenca ZII.6.6, tiene una capacidad de 10,000 m<sup>3</sup>, los volúmenes de agua que le entran son de 15,430 y 33,010 m<sup>3</sup> para tormentas de 5 y 25 años respectivamente, permitiendo la salida de gastos que van de .85 a 7.68 m<sup>3</sup>/seg. Para esas



Diagnóstico  
mismas tormentas.

Aguas abajo, se encuentra el Dique Usumacinta (9) con capacidad de 15,000 m<sup>3</sup>, recibe las aportaciones de la zona ZII.6.5, cuyo volumen máximo esperado es de 15,420 m<sup>3</sup> para TR=25, por lo que apenas si permite vertidos de agua del orden de 90 lps como máximo.

Los caudales que bajan de las dos Micro-cuencas antes descritas, después de los diques mencionados, llegan al tercer dique de este afluente, el Mayas (10) con una capacidad de almacenamiento de 80,000 m<sup>3</sup>, que también tiene las entradas de los escurrimientos de su propia Micro - cuenca identificada como ZII.6.7. El volumen máximo esperado en el vaso de este dique es de 31,730 para TR = 25 años, el cual es inferior a la capacidad total de esta estructura, por lo que los vertidos de agua seguramente no se presentaran, aun para un TR = 100 que llega a ser de 63,220 m<sup>3</sup>

El afluente Norte tiene en la parte mas baja del cauce el Dique Teleoloapan (7) con 7,000 m<sup>3</sup> de capacidad, a esta estructura hidráulica le llegan 7,550m<sup>3</sup> para TR=5 y hasta 16,140 m<sup>3</sup> para TR= 25 años, lo que implica que vierte agua con gastos de 2.4 y 9.2 para estos mismo periodos de retorno. Al final del arroyo el volumen descargado, incluyendo las Micro- cuencas más bajas, ZII.6.1, ZII.6.2 y ZII.6.3, es de 41,360 m<sup>3</sup> y 86,620 m para TR=5 y 25 años respectivamente con gastos pico de 7.93 m<sup>3</sup>/seg y 15.08 m<sup>3</sup>/seg para esos

misimos eventos, tal como se observan en la Tabla IV.5.1.6.7.1

#### IV.5.1.7 SUB-CUENCA ARROYO SAN ANTONIO CLAVE: ZII.7

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo San Antonio**, que limita con la Acequia del Pueblo, la cual está aproximadamente urbanizada en un 70%. Tiene su origen en la Sierra de Juárez y está regulada por el Dique Palos Chinos (12) que se ubica en su cuenca alta. También se localizan 3 alcantarillas: La curva (11), Arboledas 1 (13) y Arboledas 2 (14) las cuales no fueron consideradas para el presente estudio dada su baja o nula capacidad de regulación.

Tomando en cuenta la ubicación del Dique 12 esta **Sub-cuenca se subdividió en 2 Micro-cuencas:**

##### IV.5.1.7.1. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.7.1

Corresponde aproximadamente a la mitad de la Sub-cuenca total, se ubica en la parte baja con descarga a la Acequia del Pueblo y con límite superior el Dique 12.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca**

TABLA IV.5.1.6.71 - ARROYO TEPEYAC – ZII.6

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.6.5	0.658	1.347	7.2	2.83	15.42	4.43	24.27
D. USUMACINTA(9)	0.658	0	0.06	0.09	0.61	1.081	9.45
ZII.6.6	1.409	2.67	15.43	5.64	33.01	8.83	51.97
D.C. AMAYA(8)	1.409	0.85	5.59	7.68	23.18	8.26	42.13
ZII.6.7	0.2	0.8	4.16	1.49	7.94	2.16	11.63
U 6.5	2.267	0.95	9.81	8.5	31.73	10.42	63.22
D. MAYAS(10)	2.267	0	0.014	0	0.05	0	0.09
ZVI.6.4	0.689	1.27	7.55	2.69	16.14	4.22	25.41
D. TELOLOAPAN(7)	0.689	0	0.09	1.19	6.32	2.48	15.6
ZII.6.2	0.56	2.25	11.64	4.19	22.22	6.05	32.58
ZII.6.3	0.658	1.63	8.66	3.34	18.02	5.12	27.85
U1	4.174	3.88	20.41	7.53	46.61	11.17	76.14
ZII.6.1	1.008	4.04	20.95	7.54	40	10.89	58.65
U 6.1	5.182	7.93	41.36	15.08	86.62	22.07	134.79

FUENTE: IMIP

TABLA IV.5.1.7.1 MICRO-CUENCA - CLAVE: ZII.7.1

ÁREA (KM2)		1.836
PENDIENTE (S)		0.0174
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	50
	CERRIL Y LOMERÍO	50
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		76.5
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		80
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		48

FUENTE: IMIP

**CLAVE: ZII.7.1** corresponden a los valores que se dan en la Tabla IV.5.1.7.1:

#### IV.5.1.7.2 CLAVE: ZII.7.2

Esta Micro-cuenca se encuentra al inicio de la Sub-cuenca. Corresponde a la Micro-cuenca del **Dique Palos Chinos (12)** que se ubica en las Calles Basalto y Marfil de la Colonia Libertad. Esta obra que consta de una cortina de tierra y un vertedor alojado en la margen izquierda. La obra se aprecia en buenas condiciones generales. Sus características se dan en Tabla IV.5.1.7.2 (1):

TABLA IV.4.2.2.7.2 (1) DIQUE PALOS CHINOS (12) -CLAVE: ZII.7.2

CAPACIDAD	ÚTIL	50,000 m <sup>3</sup>
	LONGITUD	142.0 m
CORTINA	ALTURA MÁXIMA	5.0 m
VERTEDOR		B= 10 m H= 1.2 m
DESFOGUE		CAJA DE CONCRETO CON TUBO DE 0.91 m DE Ø. <b>OBSTRUIDO POR TUBERÍA DE LA JMÁS</b>

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca (CLAVE: ZII.7.2)** del **Dique Palos Chinos**, son los siguientes y se observan en la Tabla IV.5.1.7.2 (2) :

TABLA IV.5.1.7.2.1 - ARROYO SAN ANTONIO ZII.7

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.7.2	2.637	4.090	28.890	8.730	61.780	13.690	97.260
D. P. CHINO (12)	2.637	0.000	0.070	0.800	12.210	5.840	47.680
ZII.7.1	1.836	3.430	27.400	6.960	55.620	10.520	85.140
U 7.1	4.473	3.430	27.470	6.960	68.030	11.560	132.830

FUENTE: IMIP

TABLA IV.5.1.7.2 (2) DIQUE PALOS CHINOS -CLAVE: ZII.7.2

ÁREA (KM2)		2.637
PENDIENTE (S)		0.0435
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.46
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.27

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.7.2.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Sus escurrimientos fueron analizados a través de dos Micro – cuencas, la parte alta identificada como ZII.7.2, termina con el Dique Palo Chino (12) con una capacidad de almacenamiento de 50,000 m<sup>3</sup>, el cual recibe un máximo de 97,260 m<sup>3</sup> para un TR=100 años, volumen muy superior al que puede captar esta estructura, sin embargo, no se presentan vertidos para una TR= 5 años, en tanto que para una TR= 25 años estará vertiendo hasta 800 lps.

Aguas abajo, el cauce recibe las aportaciones de la Micro cuenca ZII.7.1 hasta descargar a la Acequia del Pueblo, o al menos en sus inmediaciones, con un gasto de 3.430 m<sup>3</sup>/seg para TR= 5 años y de 6.960 para TR=25 años y volúmenes de 27,400 y 5,620 m<sup>3</sup> para estos mismos periodos de retorno. Los datos en particular para cada Micro-cuenca y estructura se presentan en la Tabla IV.5.1.7.2.1:

#### IV.5.1.8 SUB-CUENCA ARROYO MERCADO ORNELAS CLAVE: ZII.8

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Mercado Ornelas**, que limita con la Acequia del Pueblo, la cual



Diagnóstico

se puede considerar urbanizada totalmente. Está regulada por el Dique El Hoyo (16) que se ubica en la parte media de la cuenca. Tomando en cuenta la ubicación del Dique 16 **esta Sub-cuenca se subdividió en 2 Micro-cuencas:**

#### IV.5.1.8.1. CLAVE: ZII.8.1

Corresponde aproximadamente a la mitad de la Sub-cuenca total, se ubica en la parte baja con descarga a la Acequia del Pueblo y con límite superior el Dique 16.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca (CLAVE: ZII.8.1)** son los siguientes que se observan en la Tabla IV.5.1.8.1:

TABLA IV.5.1.8.1 MICRO-CUENCA -CLAVE: ZII.8.1

ÁREA (KM2)		1.473
PENDIENTE (S)		0.0115
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.69
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.42

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.8.2. CLAVE: ZII.8.2

Al Inicio de cuenca. Corresponde a la **Micro-cuenca del Dique El Hoyo (16)** que se ubica en el Perimetral Carlos Amaya y cuya corona constituye el cuerpo de la vialidad. Su vaso y talud aguas arriba fueron revestidos de concreto para la instalación del mercado Oscar Ornelas. Sus características se dan en la Tabla IV.5.1.8.2 (1):

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.8.2** son los siguientes:

TABLA IV.5.1.8.2 (1) DIQUE EL HOYO (16) - CLAVE: ZII.8.2

CAPACIDAD	ÚTIL	30,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	174.0 m
	ALTURA MÁXIMA	6.0 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		ESTRUCTURA DE TORRE CON 1.2 m DE Ø.

FUENTE: IMIP, C.N.A.

TABLA IV.5.1.8.2 (2) DIQUE EL HOYO (16)-CLAVE: ZII.8.2

ÁREA (KM2)		1.277
PENDIENTE (S)		0.0278
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.53
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.32

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.8.2.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

En la parte alta de la Sub-cuenca del Arroyo Mercado Ornelas CLAVE: ZII.8, se definió una Micro-cuenca que es limitada en su parte inferior por el Dique El Hoyo (16) que tiene una capacidad de 30,000 m<sup>3</sup>, recibe un total de 13,990 m<sup>3</sup> para un TR = 5 y hasta 29,920 m<sup>3</sup> para TR = 25 años, este último es apenas superior a la capacidad total, por lo que los gastos hacia aguas debajo de esta estructura no superan los 300 lps.

Cabe señalar que el vaso del dique esta invadido, lo cual provoca inundaciones en las instalaciones y viviendas que en él se encuentran, así mismo, en gran parte del cauce, se encuentran viviendas que tienen el problema de inundación durante las temporadas de lluvia.

El agua llega a la Acequia del Pueblo descargando volúmenes de 30,670 m<sup>3</sup> y 58,670 m<sup>3</sup> para tormentas

TABLA IV.5.1.8.2.1. ARROYO MERCADO ORNELAS ZII.8

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.8.2	1.277	1.860	13.990	3.940	29.920	6.120	47.100
D. HOYO (16)	1.277	0.000	0.050	0.040	0.210	2.270	17.380
ZII.8.1	1.473	4.120	30.620	7.750	58.460	11.170	85.710
U 8.1	2.750	4.120	30.670	7.750	58.670	11.170	103.100

FUENTE: IMIP

de 5 y 25 años respectivamente, según se aprecia en la Tabla IV.5.1.8.2.1.

#### IV.5.1.9 SUB-CUENCA ARROYO CARLOS AMAYA I - CLAVE: ZII.9

Corresponde a una pequeña Sub-cuenca sobre el **Arroyo denominado Carlos Amaya I**, que es interceptada por la Acequia del Pueblo, sin obras de regulación. Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZII.9** se dan en la Tabla IV.5.1.9:

TABLA IV.5.1.9 ARROYO CARLOS AMAYA I CLAVE: ZII.9

ÁREA (KM2)		0.432
PENDIENTE (S)		0.0166
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.42
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.25

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.10 SUB-CUENCA ARROYO CARLOS AMAYA II - CLAVE: ZII.10

Corresponde a una pequeña **Sub-cuenca del Arroyo Carlos Amaya II** que también es interceptada por la Acequia del Pueblo, sin obras de regulación. Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZII.10** son los siguientes y se observan en la Tabla IV.5.1.10:

TABLA IV.5.1.10 SUB-CUENCA CARLOS AMAYA II CLAVE: ZII.10

ÁREA (KM2)		0.414
PENDIENTE (S)		0.0162
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.43
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.26

FUENTE: IMIP

TABLA IV.5.1.10.1 ZONA II.9 Y ZONA II.10 ARROYOS CARLOS AMAYA NORTE  
Y CARLOS AMAYA SUR

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.9	0.432	1.420	8.980	2.670	17.140	3.870	25.130
ZII.10	0.414	1.320	8.610	2.480	16.430	3.600	24.090

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.10.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS PARA LAS SUB-CUENCAS CARLOS AMAYA I Y II

Se describen en un solo apartado por tratarse de dos pequeños escurrimientos ubicados a la altura de la Avenida Carlos Amaya, los cuales también se les conoce como Arroyo Carlos Amaya Sur y Carlos Amaya Norte, ambas con áreas muy similares de 0.432 Km<sup>2</sup> para la ZII.9.9 y de 0.414 km<sup>2</sup> para la ZII. 10 cada una, con escurrimientos máximos en una TR = 5 y 25 años de 1.420 y 1.320 m<sup>3</sup>/seg de gasto con un volumen total de 17,140 m<sup>3</sup> y 16,430 m<sup>3</sup> para tormentas con un periodo de retorno de 25 años.

#### IV.5.1.11. SUB-CUENCA ARROYO EL INDIO CLAVE: ZII.11

Corresponde a la más importante Sub-cuenca de la ZONA II, que es el **Arroyo El Indio** con origen en la Sierra de Juárez y descarga a la Acequia del Pueblo. Se estima que el 50% de la cuenca está urbanizada y existen 4 obras de regulación, de las cuales 3 se localizan en la cuenca alta: Dique La Trituradora (22), Alcantarilla Asfalto (20) y Bordo Parque Sierra de Juárez (21); y una en la Sub-cuenca media: Alcantarilla Chocholtecas (19), adicionalmente existen 2 alcantarillas: Fernando Borreguero (17) y Eje Juan Gabriel (18) las cuales no se tomaron en cuenta por que se ubican en la parte mas baja de la Sub-cuenca y por su nula capacidad de regulación. Considerando las obras reguladoras esta **Sub-cuenca se subdividió en 5 Micro-cuencas**:

##### IV.5.1.11.1. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.1

Micro-cuenca ubicada entre el interceptor Acequia del Pueblo y la alcantarilla Chocholtecas, corresponde a la parte más baja de la Sub-cuenca.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZII.11.1 son los siguientes y se dan en la Tabla IV.5.1.11.1:



Diagnóstico

TABLA IV.5.1.11.1 MICRO-CUENCA -CLAVE: ZII.11.1

ÁREA (KM2)		2.985
PENDIENTE (S)		0.0063
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.26
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.16

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.11.2.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.2

Se ubica entre la **Alcantarilla 19 y los Diques 20 y 22**. La **Alcantarilla Chocholtecas (19)** que se ubica en la Calle Chocholtecas y Daniel García consiste en una cortina de tierra sin protección, su corona constituye el cuerpo de la calle Chocholtecas y su vaso está invadido por construcciones e instalaciones deportivas. Sus características en la Tabla IV.5.1.11.2 (1):

TABLA IV.5.1.11.2 (1) ALCANTARILLA CHOCHOLTECAS (19) -CLAVE: ZII.11.2

CAPACIDAD	ÚTIL	6,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	20.0 m
	ALTURA MÁXIMA	1.8 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		TUBO DE CONCRETO 1.22 m DE Ø.

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca** son los siguientes **CLAVE: ZII.11.2**. Ver Tabla IV.5.1.11.2 (2):

TABLA IV.5.1.11.2 (2) ALCANTARILLA CHOCHOLTECAS (19) - CLAVE: ZII.11.2

ÁREA (KM2)		0.564
PENDIENTE (S)		0.0240
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.11
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.06

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.11.3.MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.3

Al inicio de Sub-cuenca. Corresponde a la **Micro-cuenca del Dique La Trituradora (22)** ubicada dentro

de la instalaciones de una Empresa Trituradora. Esta obra presenta buenas condiciones y sus dimensiones son importantes, la cortina es de material homogéneo con enrocamiento en ambos taludes, aún sin invasiones. Cuenta con un vertedor consistente en una escotadura en el terreno natural en la margen izquierda. Sus características se encuentran en la Tabla IV.5.1.11.3 (1) y son las siguientes:

TABLA IV.5.1.11.3 (1) - DIQUE TRITURADORA (CLAVE: ZII.11.3)

CAPACIDAD	ÚTIL	200,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	100.0 m
	ALTURA MÁXIMA	9.0 m
VERTEDOR		B= 12 m
DESFOGUE		ESTRUCTURA DE TORRE CON TUBO DE 0.60 M DE Ø.

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.11.3** se dan en la Tabla IV.5.1.11.3 (2) :

TABLA IV.5.1.11.3 (2) DIQUE TRITURADORA (22) - CLAVE: ZII.11.3

ÁREA (KM2)		2.380
PENDIENTE (S)		0.0155
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68.0
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.52
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.31

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.11.4. MICRO-CUENCA CLAVE: ZII.11.4

Se ubica entre la Alcantarilla 20 y el Bordo 21. La **Alcantarilla Asfalto (20)**, se formó al construir un acceso de la prolongación de la calle Asfalto a la planta de Asfaltos (ASPA), a la altura de la Trituradora. Sus características son las siguientes en la Tabla IV.5.1.11.4 (1)

TABLA IV.5.1.11.4 (1) ALCANTARILLA ASFALTO (20) - CLAVE: ZII.11.4

CAPACIDAD	ÚTIL	10,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	74.0 m
	ALTURA MÁXIMA	3.5.0 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		CON 3 TUBOS DE CONCRETO 1.22 m DE Ø.

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZII.11.4 son los siguientes que se observan en la Tabla IV.5.1.11.4 (2) :

TABLA IV.5.1.11.4 (2) ALCANTARILLA ASFALTO (20) -  
CLAVE: ZII.11.4

ÁREA (KM2)		2.290
PENDIENTE (S)		0.0244
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.73
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.44

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.11.5.MICRO-CUENCA BORDO SIERRA DE JUÁREZ CLAVE: ZII.11.5

Se localiza al inicio de la Sub-cuenca. Corresponde a la **Micro-cuenca del Bordo Sierra de Juárez (21)** localizado unos kilómetros aguas arriba de los Diques 20 y 22 en el antiguo campo de tiro, fuera totalmente de la zona urbana. Es una obra construida por particulares para fines recreativos, sin embargo, por su reducida capacidad fue rebasada su cortina provocando su ruptura, dado que no cuenta con desfogue ni vertedor y controla una cuenca de dimensiones importantes. Sus características son las siguientes:

TABLA IV.5.1.11.5 (1) BORDO SIERRA DE JUÁREZ (21).-  
CLAVE: ZII.11.5

CAPACIDAD	ÚTIL	20,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	50.0 m
	ALTURA MÁXIMA	2.5 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		NO TIENE

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZII.11.5** son los siguientes y se presentan en la Tabla IV.5.1.11.5 (2)

TABLA IV.5.1.11.5 (2) BORDO SIERRA DE JUAREZ  
CLAVE: ZII.11.5

ÁREA (KM2)		5.949
PENDIENTE (S)		0.0489
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.43
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.26

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.11.5.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Esta Sub-cuenca **Arroyo El Indio, es el de mayor superficie de la Cuenca**, inicia sus escurrimientos en la Sierra de Juárez, en donde se ubican las micro – cuencas ZII.11.2, 11.3, 11.4 y 11.5. En esta última se encuentra un bordo llamado parque Sierra Juárez (21) la cual puede retener un total de 20,000 m<sup>3</sup>, El escurrimiento excedente continúa hacia aguas abajo para juntarse con la de la zonas 11.4 y esta a su vez llega a la zona 11.3, que más adelante se convierte en la 11.2.

Al final de la Micro–cuenca se localiza el Dique Trituradora (22) el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 200,000 m<sup>3</sup>, siendo el mayor de toda la Zona II. El volumen esperado para un TR = 25 años en este vaso es de 229,040 m<sup>3</sup>, de tal forma que apenas se cuenta con la capacidad para retener casi en su totalidad el volumen calculado para este tipo de

TABLA IV.5.1.11.5.1 ARROYO EL INDIO ZONA II.11

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.11.5	5.949	9.540	65.170	20.300	139.390	31.830	219.420
PRESA. S. JUAREZ(21)	5.949	7.800	45.390	20.320	119.610	30.380	199.640
ZII.11.3	2.380	3.450	26.070	7.320	55.770	11.360	87.780
ZII.11.4	2.290	3.220	25.090	6.870	53.660	10.720	84.460
U 11.3	10.619	14.490	96.550	32.200	229.040	52.470	371.890
D. TRITURADORA	16.619	0.000	0.060	1.530	30.410	10.530	173.270
ZII.11.2	0.564	2.260	11.720	4.220	22.380	6.090	32.820
U 11.2	11.183	2.260	11.780	4.220	52.800	11.250	206.090
ZII.11.1	2.970	11.920	61.730	22.240	117.870	32.090	172.820
U 11.1	14.153	14.190	73.510	26.460	170.670	38.190	378.900

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

tormentas. Aguas abajo del mismo se encuentra urbanizado, llegando el agua de este arroyo hasta la Acequia del Pueblo con un gasto 14.19 m<sup>3</sup>/seg para TR=5 y de 26.460 m<sup>3</sup>/seg para TR=25 años, los volúmenes esperados para precipitaciones con estos periodos de retorno son de 73,510 m<sup>3</sup> y de 170,670 m<sup>3</sup> respectivamente.

**Estos escurrimientos provocan inundaciones de gran importancia desde la Av. López Mateos hacia el Sur entre la Acequia del Pueblo y la Av. Juan Gabriel, la cual es desalojada por el drenaje sanitario en su mayor parte.**

Los valores para los volúmenes escurridos por evento, se presentan en la Tabla IV.5.1.11.5.1:

#### IV.5.1.12 SUB-CUENCA ARROYO LIBERTAD CLAVE: ZII.12

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Libertad**, de la Zona II, por lo que colinda con la cuenca del Arroyo El Jarudo. Solo cuenta con una Alcantarilla Ópalo (27) en la parte más alta de la cuenca, por lo que no se tomará en cuenta para este análisis.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZII.12** son los siguientes que muestra la Tabla IV.5.1.12:

TABLA IV.5.1.12 SUB-CUENCA ARROYO LIBERTAD-CLAVE: ZII.12

ÁREA (KM2)		4.147
PENDIENTE (S)		0.017
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.03
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.62

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.12.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Se compone de **una sola Micro – cuenca, la ZII.12**, se ubica en el extremo sur de la Zona II, no cuenta con estructuras de control, **sus descargas se acumulan causando inundaciones en el parque Industrial Juárez, y Av. Rivera Lara.**

Los caudales y volúmenes producidos por sus escurrimientos, para diferentes periodos de retorno se presentan en la tabla IV.5.1.12.1:

#### IV.5.1.13.SUB-CUENCA LIBERTAD 2 CBTI CLAVE: ZII.13

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Libertad 2 CBTI**. Se ubica en la zona poniente de la Acequia del Pueblo antes de su intersección con el Dren 2-A, no cuenta con un cauce definido, es más bien una zona urbanizada sin escurrimientos definidos pero que se acumulan en las calles. Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZII.13** son los siguientes que muestra la Tabla IV.5.1.13:

TABLA IV.5.1.13 SUB CUENCA LIBERTAD 2 CBTI-CLAVE: ZII.13

ÁREA (Km2)		2.624
PENDIENTE (S)		0.0170
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc en horas)		0.4335
TIEMPO DE RETRASO (Tr en horas)		0.2601

FUENTE: IMIP

#### IV.5.1.13.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Se compone de **una sola Micro – cuenca, la ZII.13**, se ubica en el extremo sur de la Zona II, no cuenta con estructuras de control, **sus descargas se acumulan causando inundaciones entre la Av. Teófilo Borunda y Carretera Panamericana hacia el poniente.**

TABLA IV.5.1.12.1 ZONA II.12 ARROYO LIBERTAD

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.12	4.147	9.320	86.200	17.820	164.590	25.850	241.300

FUENTE: IMIP



TABLA IV.5.1.13.1 ZONA II.13 LIBERTAD 2 -CBTI

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.13	2.624	5.890	54.540	11.270	104.140	16.350	152.680

FUENTE: IMIP

Los caudales y volúmenes producidos por sus escurrimientos, para diferentes periodos de retorno se presentan en la siguiente Tabla IV.5.1.13.1:

#### IV.5.1.14 ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA ZONA II

Los cauces de los arroyos tienen grandes pendientes en las partes altas de las Sub-cuencas, haciéndose más suaves conforme avanza su recorrido, siendo prácticamente plana al final, en el límite con la acequia. Las características del suelo son, en general, de materiales de depósito, gravas con tamaños máximos de 10 cm (4"), arenas, arcillas y limos, el 70% de la Cuenca está urbanizada, aunque la mayor parte no cuenta con pavimento. Lo anterior hace que se generen grandes volúmenes de arrastre de material por los cauces, que se depositan en los vasos de los diques, en las estructuras de cruce o en las partes más bajas de cada arroyo, arrastrando además importantes cantidades de basura depositada en los cauces por los mismos habitantes de la ciudad.

La Acequia Madre y la Acequia del Pueblo son obras construidas para llevar agua del Río Bravo a las parcelas agrícolas, buena parte de lo que hoy es área urbana, originalmente fueron terrenos de cultivo, por lo cual los niveles de la rasante de estas obras de conducción tienen un nivel de rasante por arriba del nivel de las calles, además de que cuentan con un bordo que constituye el talud para conformar la acequia.

De esta forma, las acequias forman parte del límite de las Sub-cuencas pero sin permitir en buena medida el ingreso del agua al área hidráulica de estas acequias, lo que provoca grandes inundaciones a lo largo de las mismas principalmente hacia el lado poniente que es donde descargan los arroyos de esta Cuenca.

En algunas partes el agua alcanza a introducirse en las acequias incrementando su caudal considerablemente y dado que la capacidad de las mismas es menor a 2 m<sup>3</sup>/seg y cuenta con gran número de cruces de vialidades con un área hidráulica muy reducida, se produce el derrame de agua en algunos sitios, por ejemplo en la Av. Tecnológico y Acequia del Pueblo.

Otro aspecto observado en los cauces de los arroyos y vasos de algunos diques, es la invasión de viviendas que quedan parcialmente bajo el agua durante los escurrimientos de las tormentas, sufriendo estos habitantes perjuicios en cada uno de estos eventos.

Se presentan casos en donde el arroyo está totalmente obstruido por viviendas, el agua pluvial es desalojada a través del drenaje sanitario, provocando que este opere a presión de tal forma que se introduce a las viviendas por las coladeras de los baños y otros servicios internos, situación que también se presenta en las áreas de inundación aledañas a la acequia del pueblo.

Otro de las situaciones que agravan el problema, lo constituye el procedimiento de diseño seguido por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Juárez, ya que se selecciona el porcentaje de aportación de agua residual de acuerdo con los Lineamientos establecidos por CNA, 1994, donde se indica que el factor puede ser del 75 al 80 % de la dotación de agua potable que se suministre a la población. Porcentaje que está en función del tipo de tubería y de la edad de la misma, para el caso de tuberías nuevas el factor de aportación se toma de 75% y en caso de tuberías usadas de 80%, sin embargo, al no contar con estimaciones precisas sobre los volúmenes de escurrimiento pluvial en la zona, dificulta conocer anticipadamente los ingresos que se registran durante los eventos de tormenta.

El factor pico que es aplicable en **alcantarillado**



Diagnóstico

**sanitario combinado o con aportación de agua pluvial**, es el coeficiente de previsión que es adimensional y constante, siendo su valor de 1.5, factor que es aplicado como multiplicador al valor obtenido como producto de multiplicar el gasto medio anual por el factor adimensional de la fórmula de Harmon.

Se aclara que de acuerdo con comentarios de personal del Departamento de Proyecto de la JMAS, se siguen utilizando éstos factores para el diseño de sus redes de alcantarillado, puesto que hasta la fecha en la ciudad no se han efectuado estudios para determinar los coeficientes de aportación reales en función a aforos físicos en la red de alcantarillado existente<sup>8</sup>.

Enseguida se presenta la tabla con las características de las Sub-cuencas y Micro-cuencas de la Zona II (Ver Tabla IV.5.1.14 (1)), cuyos valores que se muestran corresponden a los resultados del análisis obtenido mediante su procesamiento al aplicar el **Modelo de Simulación HEC-HMS**.

La relación de estructuras hidráulicas existentes en la Zona II, se presenta en la Tabla IV.5.1.14(2) que se da a continuación, información que fue utilizada para sustentar las recomendaciones de este trabajo.



<sup>8</sup> Actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Juárez, Chihuahua, Diciembre -2000.

TABLA IV.5.1.14. (1) CARACTERÍSTICAS DE SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS  
DE LA ZONA II

SUB-CUENCA (CLAVE)	ÁREA KM2	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD M	COEFIC. "N"	TIEMPO CONCENTR	TIEMPO RETRASO
		ZONA	CERRIL O					
ZII.1	0.414	100	0	0.023	550	85	0.1723	0.1034
ZII.2.1	1.542	100	0	0.0138	1,965.00	85	0.5563	0.3338
ZII.2.2	0.31	100	0	0.0375	300	85	0.09	0.054
ZII.2.3	0.128	100	0	0.0417	250	85	0.0751	0.0451
ZII.2.4	0.206	100	0	0.0277	750	85	0.2041	0.1224
ZII.3	1.44	100	0	0.0247	2,000.00	85	0.4533	0.272
ZII.4.1	0.203	100	0	0.0032	450	85	0.3093	0.1856
ZII.4.2	0.346	100	0	0.0192	1,840.00	85	0.4673	0.2804
ZII.4.3	0.659	100	0	0.0231	1,230.00	85	0.3197	0.1918
ZII.4.4	0.171	100	0	0.3143	400	85	0.0506	0.0303
ZII.4.5	0.132	100	0	0.0667	200	85	0.053	0.0318
ZII.4.6	1.201	70	30	0.0322	1,100.00	79.9	0.259	0.1554
ZII.4.7	0.344	0	100	0.0537	550	68	0.1254	0.0752
ZII.4.8	0.549	0	100	0.3	400	68	0.0515	0.0309
ZII.4.9	0.56	0	100	0.0641	1,350.00	68	0.2342	0.1405
ZII.5.1	0.658	100	0	0.0154	2,100.00	85	0.5619	0.3372
ZII.5.2	0.578	100	0	0.0468	800	85	0.1762	0.1057
ZII.6.1	1.008	100	0	0.0267	900	85	0.2381	0.1428
ZII.6.2	0.56	100	0	0.0286	650	85	0.1806	0.1084
ZII.6.3	0.658	30	70	0.0667	700	73.1	0.1392	0.0835
ZII.6.4	0.689	0	100	0.0504	2,000.00	68	0.3469	0.2082
ZII.6.5	0.658	100	0	0.034	900	85	0.2174	0.1305
ZII.6.6	1.409	0	100	0.0446	1,800.00	68	0.3349	0.201
ZII.6.7	0.2	100	0	0.034	500	85	0.1383	0.083
ZII.7.1	1.836	50	50	0.0174	3,500.00	76.5	0.7954	0.4773
ZII.7.2	2.637	0	100	0.0435	2,650.00	68	0.4554	0.2732
ZII.8.1	1.473	100	0	0.0115	2,400.00	85	0.6948	0.4169
ZII.8.2	1.277	100	0	0.0278	2,600.00	85	0.5308	0.3185
ZII.9	0.432	100	0	0.0166	1,500.00	85	0.4216	0.253
ZII.10	0.414	100	0	0.0162	1,500.00	85	0.4255	0.2553
ZII.11.1	2.985	100	0	0.0063	500	85	0.2602	0.1561
ZII.11.2	0.564	100	0	0.024	300	85	0.1063	0.0638
ZII.11.3	2.38	0	100	0.0155	1,900.00	68	0.519	0.3114
ZII.11.4	2.29	0	100	0.0244	3,700.00	68	0.7314	0.4388
ZII.11.5	5.949	0	100	0.0489	2,650.00	68	0.4358	0.2615
ZII.12	4.147	100	0	0.017	4,850.00	85	1.0315	0.6189
ZII.13	2.624	100	0	0.01	1,215.00	85	0.4335	0.2601
TOTAL	43.631	71.62	29.17	0.044	52950	80.17	0.34	0.2

FUENTE: IMIP



TABLA IV.5.1.14 (2) RELACIÓN DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS EXISTENTES EN LA ZONA II

NOMBRE	NO. ID	TIPO DE OBRA	CORRIENTE	CAPA CIDAD	ALTURA. A. ARR.	LONG. A	LONG. VERT	DESFOGUE
LA BIBLIA	1	DIQUE	A. PANTEÓN	56,000	5.5	50		2 TUBOS DE CONCR. 60 CM
PANTITLÁN	2	DIQUE	A. PANTEÓN	7,000	3.2	50	10	TUBERÍA DE 60 CM
JUAN MATA ORTÍZ	3	DIQUE	A. PANTEÓN	15,000	3.4	40		TUBERÍA DE 1.22 M
RAFAEL VELARDE	4	DIQUE	A. PANTEÓN	15,000	4.1	42		CAJA, 2 TUBOS DE 1.22 M
MIGUEL AHUMADA	5	ALCANTARILLA	A. PANTEÓN	4,000	3.3	17		CONDUCT. CIRCULAR 1.10 M
COPALTEPEC	6	DIQUE	A. ANT. BASURERO	24,000	2.9	63	5.6	CAJÓN CON TUBERÍA. 60 CM
TEOLOAPAN	7	DIQUE	A. TEPEYAC	10,000	3	45		2 COND. RECT. DE CONCR. 1.5X2.0M
CARLOS AMAYA	8	DIQUE	A. TEPEYAC	10,000	2.2	50		2COND.CUADRADOS 1.06 M
USUMACINTAS	9	DIQUE	A. TEPEYAC	15,000	3.3	61		CONDUCT. CONCR. 60 CM
MAYAS	10	DIQUE	A. TEPEYAC	80,000	5.5	45		CONDUCTO CON TUBERÍA. 1.22 M
LA CURVA	11	ALCANTARILLA	A. M. ORNELAS	4,000	4.7	56		DUCTO CUADRADO 1.5 X 1.5
PALO CHINO	12	DIQUE	A. M. ORNELAS	50,000	5	12	10	CAJA CON TUBERÍA DE 91 CM
ARBOLEDAS 1	13	ALCANTARILLA	A. LIBERTAD	21,000	1.4	72		TUBO DE 1.06 M
ARBOLEDAS 2	14	ALCANTARILLA	A. LIBERTAD	0	3.5	12		TUBO DE 1.06 M
ARBOLEDAS 3	15	ALCANTARILLA	A. LIBERTAD	0	5	0		DUCTO CUADRADO DE MAMPOSTERÍA
EL HOYO	16	DIQUE	A. LIBERTAD	30,000	5.8	174		TORRE DE CONCR. CON TUBO DE 1.2M
FERNANDO BORREGUERO	17	ALCANTARILLA	A. EL INDIO	1,000	1.4	18.5		2 TUBOS DE 1.06 M
EJE JUAN GABRIEL	18	ALCANTARILLA	A. EL INDIO	2,500	2.3	4		3 TUBOS DE 76 CM
CHOLHOLTECAS	19	ALCANTARILLA	A. EL INDIO	6,000	1.4	20		TUBO DE CONCR. 1.22 M
ASFALTO	20	ALCANTARILLA	A. EL INDIO	10,000	3.4	74		3 TUBOS DE 1.22 M
PARQUE SIERRA JUÁREZ	21	BORDO	A. EL INDIO	20,000	2	50	NO TIENE	NO TIENE
LA TRITURADORA	22	DIQUE	A. EL INDIO	200,000	7.8	100	12	TORRE DE CONCR. DUCTO DE 0.60 CM
AYUTLA	23	ALCANTARILLA	A. EL INDIO	500	3.4	29		CAJÓN DE 1.30 X 1.20 M
DIVISIÓN DEL NORTE	24	ALCANTARILLA	AFL. M. ESCOBEDO	5,000	3.6	92		TUBERÍA DE CONCR. DE 0.60 CM
MELCHOR OCAMPO	25	ALCANTARILLA	AFL. M. ESCOBEDO	4,000	2.4	46		TUBERÍA DE CONCR. DE 0.60 CM
MONTEMORELOS	26	ALCANTARILLA	AFL. M. ESCOBEDO	3,000	1.5	50		TUBERÍA DE CONCR. DE 0.60 CM
ÓPALO	27	ALCANTARILLA	AFL. A. EL INDIO	2,000	3.4	17		1 TUBO DE 1.06 M

FUENTE: IMP

Los valores para los escurrimientos se presentan en la Tabla IV.5.1.14 (3):

TABLA IV.5.1.14 (3) CENTRO - ZONA II

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZONA II.1 CENTRO							
ZII.1	0.414	1.662	8.605	3.099	16.431	4.47	24.09
ZONA II.2 ARROYO MARIANO ESCOBEDO							
ZII.2.4	0.206	0.827	4.281	1.542	8.175	2.226	11.987
ZII.2.3	0.128	0.513	2.66	0.958	5.08	1.383	7.449
U 2.3	0.334	1.341	6.942	2.5	13.256	3.609	19.435
ZII.2.2	0.31	1.244	6.443	2.321	12.303	3.349	18.038
U 2.2	0.644	2.585	13.384	4.822	25.559	6.959	37.473
ZII.2.1	1.542	4.01	32.052	7.603	61.198	10.988	89.726
U 2.1	2.186	5.41	45.438	10.234	86.757	14.724	127.2
ZONA II.3 ARROYO MONTERREY							
ZII.3	1.439	4.435	29.911	8.397	57.111	12.165	83.732
ZONA II.4 ARROYO PANTEÓN							
ZII.4.9	0.56	1.146	6.135	2.412	13.12	3.77	20.65
D LA BIBLIA (1)	0.56	0	0.013	0	0.03	0	0.045
ZII.4.8	0.549	1.123	6.014	2.365	12.86	3.69	20.25
U 4.8	1.109	1.123	6.028	2.365	12.89	3.69	20.29
D PANTITLAN(2)	1.109	0	0.104	0.844	6.01	4.36	13.39
ZII.4.7	0.344	0.704	3.768	1.482	8.06	2.31	12.68
U 4.7	1.453	0.704	3.873	1.482	14.07	5.66	26.085
D J. M. ORTIZ(3)	1.453	0	0.031	0	0.112	1.31	11.21
ZII.4.6	1.201	3.895	20.388	7.608	40.572	11.3	60.97
U 4.6	2.654	3.895	20.411	7.608	40.684	11.3	72.19
VELARDE(4)	2.654	0.603	5.584	7.855	25.79	8.84	57.29
ZII.4.5	0.132	0.529	2.743	0.988	5.24	1.42	7.68
U 4.5	2.786	0.65	8.328	8.395	31.03	10.018	64.97
ZII.4.4	0.171	0.686	3.554	1.28	6.79	1.84	9.95
ZII.4.2	0.346	1.036	7.192	1.96	13.73	2.85	20.13
ZII.4.3	0.659	2.515	13.698	4.7	26.15	6.79	38.34
U2	3.962	4.768	32.773	13.69	77.71	21.5	133.4
ZII.4.1	0.203	0.815	4.22	1.52	8.06	2.19	11.81
U 4.1	4.165	5.583	36.992	14.52	85.76	23.7	145.22

FUENTE: IMIP



TABLA IV.5.1.14 (2) CENTRO - ZONA II (CONTINUACIÓN)

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
<b>ZONA II.5 ARROYO ANTIGUO BASURERO</b>							
ZII.5.2	0.578	2.32	12.014	4.327	22.94	6.245	33.63
(6)	0.578	0	0.062	0	0.118	1.262	9.88
ZII.5.1	0.658	1.866	13.677	3.504	26.11	5.032	38.28
U 5.1	1.236	1.867	13.739	3.504	26.23	5.033	48.16
<b>ZONA II.6 ARROYO TEPEYAC</b>							
ZII.6.5	0.658	1.347	7.2	2.83	15.42	4.43	24.27
USUMACINTA(9)	0.658	0	0.06	0.09	0.61	1.081	9.45
ZII.6.6	1.409	2.67	15.43	5.64	33.01	8.83	51.97
D.C. AMAYA(8)	1.409	0.85	5.59	7.68	23.18	8.26	42.13
ZII.6.7	0.2	0.8	4.16	1.49	7.94	2.16	11.63
U 6.5	2.267	0.95	9.81	8.5	31.73	10.42	63.22
D. MAYAS(10)	2.267	0	0.014	0	0.05	0	0.09
ZII.6.4	0.689	1.27	7.55	2.69	16.14	4.22	25.41
TEOLOAPAN(7)	0.689	0	0.09	1.19	6.32	2.48	15.6
ZII.6.2	0.56	2.25	11.64	4.19	22.22	6.05	32.58
ZII.6.3	0.658	1.63	8.66	3.34	18.02	5.12	27.85
U1	4.174	3.88	20.41	7.53	46.61	11.17	76.14
ZII.6.1	1.008	4.04	20.95	7.54	40	10.89	58.65
U 6.1	5.182	7.93	41.36	15.08	86.62	22.07	134.79
<b>ZONA II.7 ARROYO SAN ANTONIO</b>							
ZII.7.2	2.637	4.09	28.89	8.73	61.78	13.69	97.26
D. P. CHINO (12)	2.637	0	0.07	0.8	12.21	5.84	47.68
ZII.7.1	1.836	3.43	27.4	6.96	55.62	10.52	85.14
U 7.1	4.473	3.43	27.47	6.96	68.03	11.56	132.83
<b>ZONA II.8 ARROYO MERCADO ORNELAS</b>							
ZII.8.2	1.277	1.86	13.99	3.94	29.92	6.12	47.1
D. HOYO (16)	1.277	0	0.05	0.04	0.21	2.27	17.38
ZII.8.1	1.473	4.12	30.62	7.75	58.46	11.17	85.71
U 8.1	2.75	4.12	30.67	7.75	58.67	11.17	103.1
<b>ZONA II.9 Y ZONA II.10 - ARROYOS CARLOS AMAYA NORTE Y SUR</b>							
ZII.9	0.432	1.42	8.98	2.67	17.14	3.87	25.13
ZII.10	0.414	1.32	8.61	2.48	16.43	3.6	24.09
<b>ZONA II.11 ARROYO EL INDIO</b>							
ZII.11.5	5.949	9.54	65.17	20.3	139.39	31.83	219.42
S.JUAREZ(21)	5.949	7.8	45.39	20.32	119.61	30.38	199.64
ZII.11.3	2.38	3.45	26.07	7.32	55.77	11.36	87.78
ZII.11.4	2.29	3.22	25.09	6.87	53.66	10.72	84.46
U 11.3	10.619	14.49	96.55	32.2	229.04	52.47	371.89
D. TRITURADORA	10.619	0	0.06	1.53	30.41	10.53	173.27
ZII.11.2	0.564	2.26	11.72	4.22	22.38	6.09	32.82
U 11.2	11.183	2.26	11.78	4.22	52.8	11.25	206.09
ZII.11.1	2.97	11.92	61.73	22.24	117.87	32.09	172.82
U 11.1	14.153	14.19	73.51	26.46	170.67	38.19	378.9
<b>ZONA II.12 ARROYO LIBERTAD</b>							
ZII.12	4.147	9.32	86.2	17.82	164.59	25.85	241.3
<b>ZONA II.13 LIBERTAD 2 CBTI</b>							
ZII.13	2.624	5.89	54.54	11.27	104.14	16.35	152.68

FUENTE: IMIP



## IV.6. CUENCA ZONA III JARUDO

### IV.6.1 DESCRIPCIÓN

Se ubica entre la ZONA II y la ZONA IV. Recibe los escurrimientos que se generan en la parte sur de la Sierra de Juárez, siendo el escurrimiento principal el **Arroyo El Jarudo**, (Esquema de Flujo, Gráfico IV.6.(1)) que descarga al dren agrícola 2-A, el cual originalmente formaba parte de la infraestructura hidráulica del Distrito 09 Valle de Juárez, actualmente utilizado como dren pluvial y por consecuencia no tiene la capacidad necesaria para transitar los escurrimientos que genera

Diagnóstico

esta importante cuenca, por lo que frecuentemente se presentan inundaciones importantes en distintos puntos dado que algunos tramos del cauce original ha sido borrado por la urbanización, además el dren 2-A no tiene capacidad para recoger todos los escurrimientos que genera esta importante cuenca.

Esta zona presenta el mayor crecimiento urbano. Se estima que alrededor del 50% de esta cuenca está urbanizada. En visita que se realizó en diciembre de 2001, se constató que algunos tramos de arroyos de esta cuenca están siendo obstruidos para la construcción de desarrollos habitacionales, lo que incrementa aún más el grado de riesgo al presentarse avenidas extraordinarias. Es necesario recordar que el Arroyo Jarudo debido a las condiciones de fuertes pendientes en su origen y los volúmenes que recibe, es causa de importantes inundaciones, requiriéndose que los desarrollos urbanos que sean aprobados, cuenten con las medidas de control de avenidas, a fin de evitar daños a la población que ahí se asiente. Los principales Arroyos son:

- Arroyo Revolución
- Arroyo Cementera
- Arroyo Ejercito Mexicano
- Arroyo El Jarudo

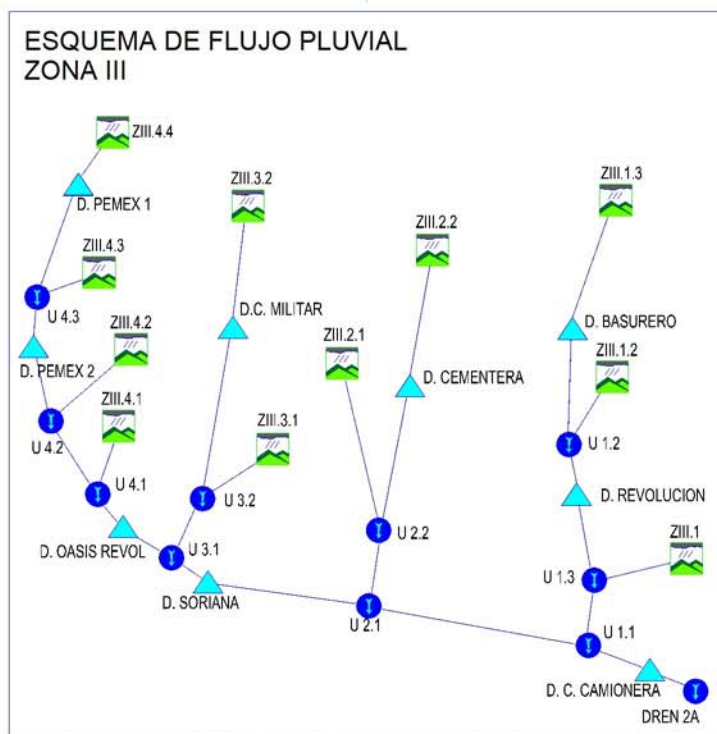
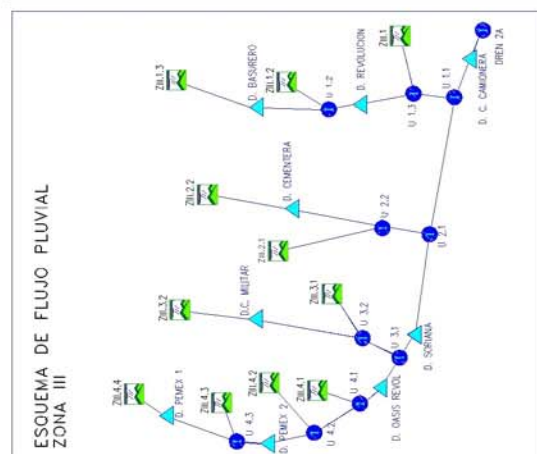
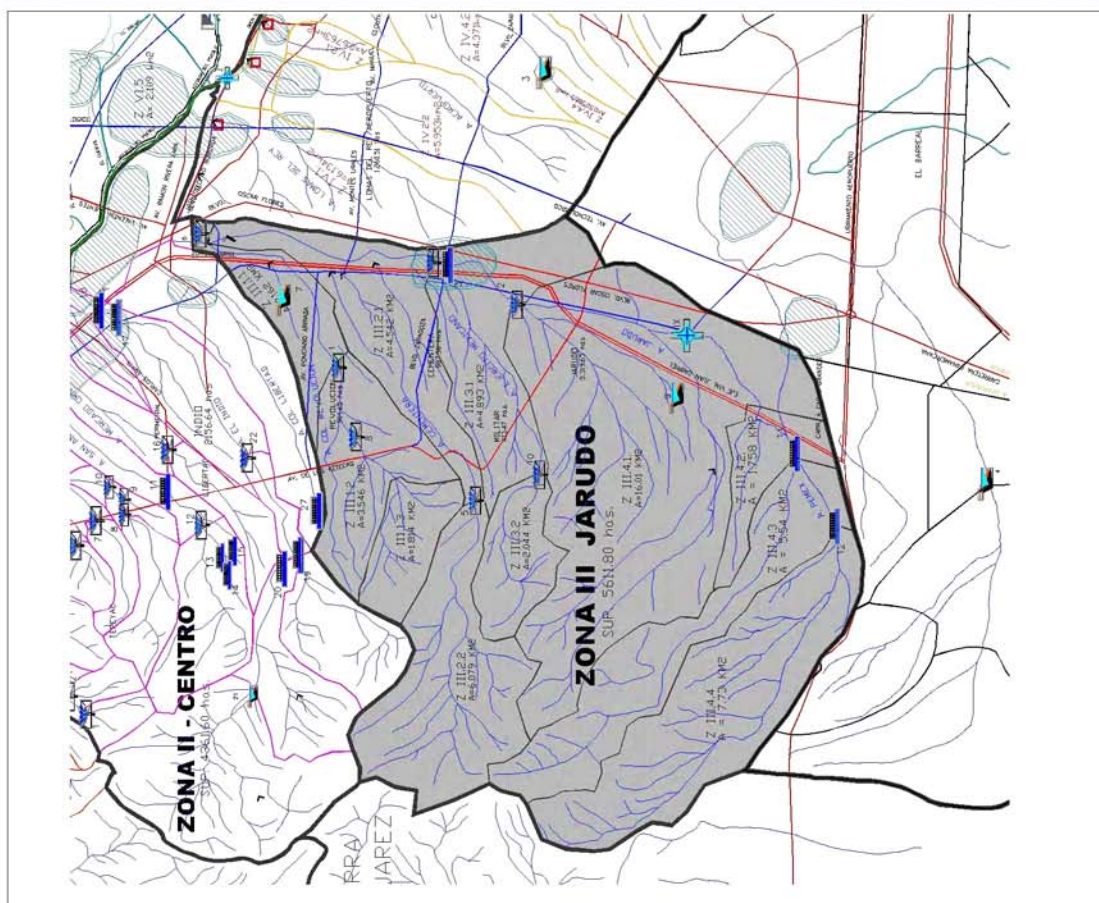
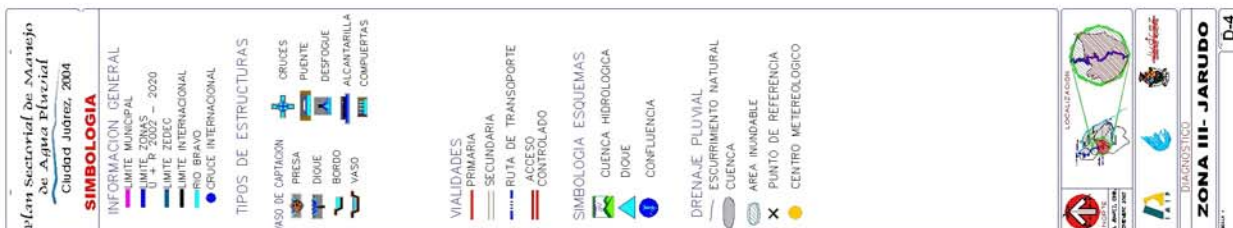


FIGURA IV.6.(1) ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL ZONA III JARUDO





VOLUMEN DE ESCURIMIENTO Y GASTO PICO									
CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA	CANTIDAD DE ESCURIMIENTO EN LITROS POR HECTÁREDA
1.81	3.95	21.2	3.75	44.77	14.82	70.07			
1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
3.55	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
5.38	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
7.22	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
9.05	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
10.89	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
12.72	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
14.56	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
16.39	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
18.23	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
20.06	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
21.90	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
23.73	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
25.57	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
27.40	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
29.24	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
31.07	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
32.91	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
34.74	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
36.58	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
38.41	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
40.25	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
42.08	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
43.92	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
45.75	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
47.59	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
49.42	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
51.26	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
53.09	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
54.93	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
56.76	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
58.60	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
60.43	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
62.27	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
64.10	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
65.93	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
67.77	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
69.60	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
71.44	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
73.27	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
75.11	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
76.94	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
78.78	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
80.61	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
82.45	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
84.28	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
86.12	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
87.95	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
89.79	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
91.62	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
93.46	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
95.29	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
97.13	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
98.96	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
100.80	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
102.63	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
104.47	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
106.30	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
108.14	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
110.29	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
112.44	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
114.59	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
116.74	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
118.89	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
121.04	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
123.19	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
125.34	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
127.49	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
129.64	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
131.79	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
133.94	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
136.09	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
138.24	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
140.39	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
142.54	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
144.69	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
146.84	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
148.99	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
151.14	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
153.29	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
155.44	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
157.59	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
159.74	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
161.89	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
164.04	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
166.19	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
168.34	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
170.49	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
172.64	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
174.79	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
176.94	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
179.09	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
181.24	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
183.39	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
185.54	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
187.69	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
189.84	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
191.99	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
194.14	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
196.29	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
198.44	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
200.59	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
202.74	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
204.89	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
207.04	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
209.19	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
211.34	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
213.49	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
215.64	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
217.79	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
219.94	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
222.09	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
224.24	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
226.39	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
228.54	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
230.69	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
232.84	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
234.99	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
237.14	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
239.29	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
241.44	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
243.59	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
245.74	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
247.89	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
250.04	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
252.19	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
254.34	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
256.49	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
258.64	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
260.79	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
262.94	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
265.09	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
267.24	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			
269.39	10.16	60.13	13.98	118.79	29.74	180.00			

FIGURAS IV.6.(2-9) CUENCA ZONA III JARUDO



FIGURA IV.6.(2)



FIGURA IV.6.(3)



FIGURA IV.6.(4)



FIGURA IV.6.(5)



FIGURA IV.6.(6)



FIGURA IV.6.(7)



FIGURA IV.6.(8)



FIGURA IV.6.(9)



Diagnóstico

Se tiene un inventario de 12 obras de regulación, de las cuales 3 se consideran alcantarillas, 2 bordos y el resto son diques en avanzado grado de azolvamiento e invasión por viviendas. Se pueden destacar las siguientes, los que se plasman en el plano IV-ZIII, y son enlistados a continuación en la Tabla IV.6.1: Por la ubicación de los diques y tomando en cuenta las confluencias de sus cauces principales, **esta zona se subdividió en 5 Sub-cuencas:**

TABLA IV.6.1.

OBRAS DE REGULACION	UBICACION
DIQUE REVOLUCIÓN	SUB-CUENCA DEL ARROYO REVOLUCIÓN
DIQUE LA PRESA	SUB-CUENCA DEL ARROYO EL JARUDO
DIQUE CEMENTERA	SUB-CUENCA DEL ARROYO CEMENTERA
DIQUE CENTRAL CAMIONERA	SUB-CUENCA DEL ARROYO EL JARUDO
DIQUE CAMPO MILITAR	SUB-CUENCA DEL ARROYO E. MEXICANO

FUENTE: IMIP

#### IV.6.1.1. SUB-CUENCA ARROYO REVOLUCIÓN CLAVE: ZIII.1

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Revolución (CLAVE: ZIII.1)**, con origen en la Sierra de Juárez y cuya descarga en el cauce principal se presenta poco antes del Dique 6 que se ubica sobre el cauce principal después de la confluencia de sus Arroyos tributarios. Se estima que alrededor del 90% de esta Sub-cuenca está urbanizada, con severos problemas de inundaciones al presentarse lluvias importantes; dado que sus cauces han sido invadidos por la mancha urbana y en los casos en que aún existe causen la mayoría de los casos, mientras que en los tramos en que aún se conserva su cauce, éste ha sido estrangulado restándole capacidad.

Esta sub-cuenca cuenta con 3 obras de control: bordo Elisa Griensen (7), dique Revolución (1) y dique Pavorreal (8). Por sus características, únicamente los 2 últimos se tomaron en cuenta para el análisis, por lo que **esta Sub-cuenca se subdividió en 3 Micro-cuencas:**

##### IV.6.1.1.1 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.1.1

Colinda con la ZONA II y se localiza entre el Dique 6 y el Dique (1) en una zona totalmente urbanizada, donde en algunos tramos no existe cauce, por lo que las aguas escurren por las calles. Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIII.1.1** se encuentran en la Tabla IV.6.1.1.1:

TABLA IV.6.1.1.1 MICRO-CUENCA - CLAVE: ZIII.1.1

ÁREA (KM2)		2.162
PENDIENTE (S)		0.0132
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		75
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.76
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.46

FUENTE: IMIP

##### IV.6.1.1.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.1.2

Se ubica entre el Dique Revolución (1) el Dique Pavorreal (8). Se puede considerar una zona totalmente urbanizada, dado que existen viviendas hasta el Dique Pavorreal (8), sitio donde se ubicaba anteriormente el relleno sanitario. El Dique 8 se ubica en la Calle Pavorreal y Colibrí de la Colonia 1º de Septiembre. El dique fue modificado. Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIII.1.2** se dan en la Tabla IV.6.1.1.2 y son los siguientes:

TABLA IV.6.1.1.2 MICRO-CUENCA - CLAVE: ZIII.1.2

ÁREA (KM2)		3.546
PENDIENTE (S)		0.133
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		75.9
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.36
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.22

FUENTE: IMIP

##### IV.6.1.1.3. CLAVE: ZIII.1.3

Al Inicio de Sub-cuenca. Corresponde a la **Micro-cuenca ZIII.1.3** aún sin urbanizar del **Dique Pavorreal (8)** ubicado en la zona donde existió un relleno sanitario actualmente fuera de servicio en las Calles Pavorreal y Colibrí de la Colonia 1º. De Septiembre. En visita realizada en diciembre de 2001, se observaron modificaciones en la cuenca y vaso de este dique. Este Dique fue modificado totalmente, ahora se observa una oquedad y un bordo de tierra sin protección, es necesario comparar su capacidad de almacenamiento contra el potencial de la cuenca. La Tabla IV.6.1.1.3 (1) muestra las características del Dique (8):

TABLA IV.6.1.1.3 (1) DIQUE PAVORREAL (8) -CLAVE: ZIII.1.3

CAPACIDAD	ÚTIL	210,000 m³
CORTINA	LONGITUD	200.0 m
	ALTURA MÁXIMA	3.5 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		NO TIENE

FUENTE: IMIP, C.N.A.



Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZIII.1.3 son los siguientes de la Tabla IV.6.1.1.3 (2):

TABLA IV.6.1.1.3 (2) DIQUE PAVORREAL (8) - CLAVE: ZIII.1.3

ÁREA (KM2)		1.814
PENDIENTE (S)		0.0767
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	80
	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		71.5
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.19
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.11

FUENTE: IMIP

#### IV.6.1.1.3.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub – cuenca del **Arroyo Revolución** es analizada en tres Micro – cuencas, se tiene la existencia de dos diques que actualmente se encuentran en operación. **Uno de los Diques es el Pavorreal (8)** ubicado en la parte más baja de la zona ZIII.1.3, que es donde **se encuentra el antiguo Basurero Municipal** y que corresponde con la parte más alta de este arroyo, el Dique ha sido modificado por el relleno de la basura, sin embargo, recientemente se han realizado trabajos de limpieza del vaso, encontrándose el desfogue en buenas condiciones, pero el área de aportación a este vaso se ha reducido haciendo que los escurrimientos sean desviados por otro afluente al cual se le han construido dos bordos que tienen la función de retener el agua de la Micro – cuenca, siendo básicamente estos bordos los que regularizarán las avenidas en esta área.

**La capacidad estimada de estos bordos es de 180,000 m<sup>3</sup>, el volumen que se calculó para un TR = 100 años es de 70,000 m<sup>3</sup>**, lo cual significa que toda el agua escurrida en esta Micro–cuenca quedará almacenada en estos vasos. Es necesario realizar

estudios para determinar la posible infiltración de contaminantes, ya que parte del agua inundará estratos de basura en el área de los vasos de estos bordos nuevos.

A partir de los bordos, el Dique Basurero que se observa en la tabla IV.6.1.1.3.1. con flujo aguas abajo, es donde se inicia la urbanización de la ciudad. El agua que escurre llega al Dique Revolución (1) con capacidad de 150,000 m<sup>3</sup> que recibe también agua de otro afluente paralelo al bordo Basurero. Esta capacidad también es superior al volumen total que le puede llegar a esta estructura en lo que se refiere a tormentas hasta de un TR=25 años, pero será conveniente rehabilitar el vertedor para prever la posibilidad de que se presente una precipitación de 100 años, aunque sea tan solo 1.96 m<sup>3</sup>/seg.

Cabe señalar que el área del vaso de este dique ha sido habilitado como campo deportivo, para lo cual se han realizado obras de relleno y compactación, quedando una buena cantidad de viviendas a la misma elevación que la parte más baja del vaso, existiendo por ello el riesgo inminente de inundaciones en las mismas, además de que el cauce puede presentar caudales hasta de 19.98 m<sup>3</sup>/seg para TR=25 años, que seguramente causarán daños a las viviendas que se ubican en el cauce.

A partir del dique, hacia abajo, el arroyo continúa sin estructuras de control hasta unirse con el Jarudo, cerca del final de este último, estando representada esta zona por la identificación ZIII.1.1, la cual puede generar un gasto máximo de 11.05 m<sup>3</sup>/seg al final del mismo (TR=25) y entregar al Jarudo un volumen de 85,800 m<sup>3</sup> en esta misma tormenta. Al igual que en la Micro–cuenca anterior, el cauce tiene varios tramos invadidos, inclusive en la zona aledaña al Dique Revolución, el cauce ha dejado de serlo por la construcción de varias industrias y viviendas.

TABLA IV.6.1.1.3.1 ARROYO REVOLUCIÓN ZONA III.1

IDENTIFICACION DE	AREA	DESCARGA	VOLUMEN	DESCARGA	VOLUMEN	DESCARGA	VOLUMEN
LA CUENCA O SITIO	DRENADA	PICO	ESCURRIDO	PICO	ESCURRIDO	PICO	ESCURRIDO
	KM2	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIII.1.3	1.81	3.95	21.12	8.25	44.77	12.82	70.07
D. BASURERO	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZIII.1.2	3.55	10.16	60.19	19.98	119.79	29.74	180.00
U 1.2	5.36	10.16	60.19	19.98	119.79	29.74	180.00
D. REVOLUCION	5.36	0.00	0.00	0.09	11.35	1.96	48.86
ZIII.1.1	2.16	5.85	44.93	11.05	85.80	15.95	125.80
U 1.3	7.52	5.87	50.02	11.05	85.80	16.01	174.67

FUENTE: IMIP



#### IV.6.1.2 SUB-CUENCA ARROYO CEMENTERA CLAVE: ZIII.2

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Cementera**, con origen en la Sierra de Juárez y cuya descarga en el cauce principal se presenta en tramo medio entre los Diques 4 y 6. Aproximadamente el 50% de esta cuenca está urbanizada, también con problemas de inundaciones dado que el cauce abajo de la única obra de regulación que existe: **Dique Cementera (5)** desaparece en tramos, por lo que los escurrimientos son a través de las calles o patios de las viviendas. Tomando en cuenta la ubicación del Dique 5, **esta zona se subdividió en 2 Micro-cuencas:**

##### IV.6.1.2.1 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.2.1

Se localiza entre la confluencia con el Cauce principal del Arroyo Cementera y el Dique 5. Se ubica en una zona totalmente urbanizada, donde en algunos tramos el cauce ha desaparecido con las obras de urbanización

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIII.2.1** son los siguientes que se observan en la Tabla IV.6.1.2.1:

TABLA IV.6.1.2.1 SUB-CUENCA ARROYO CEMENTERA - CLAVE: ZIII.2.1

ÁREA (KM2)		4.542
PENDIENTE (S)		0.0028
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	100
	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		2.5
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.5

FUENTE: IMIP

##### IV.6.1.2.2. MICRO-CUENCA DIQUE CEMENTERA CLAVE: ZIII.2.2

Inicio de cuenca. Corresponde a la **Micro-cuenca aún sin urbanizar del Dique Cementera (5)** ubicado en la zona donde se ubica la empresa Cementos de Chihuahua arriba de las colonias Toribio Ortega y Cementera. Este dique consta en una cortina de sección homogénea con protección en ambos taludes, cuenta con un vertedor ubicado en la margen derecha el cual requiere un tanque amortiguador, existen antecedente de derrames, sobre la cortina fue construido un muro de mampostería para sobre elevarlo. Se ha observado que continuamente se arroja basura

al vaso, por lo que se requiere una mayor vigilancia a efecto de mantener este dique en condiciones de llevar a cabo un aprovechamiento del agua.

Las características en la Tabla IV.6.1.2.2 (1) :

TABLA IV.6.1.2.2 (1) DIQUE CEMENTERA (5) CLAVE: ZIII.2.2

CAPACIDAD	ÚTIL	90,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	200.0 m
	ALTURA MÁXIMA	6.5 m
VERTEDOR		B= 8 m; H=3.1
DESFOGUE		CAJÓN CON TUBO CONCRETO 60 CM. Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZIII.2.2**, en la Tabla IV.6.1.2.2 (2):

TABLA IV.6.1.2.2 (2) DIQUE CEMENTERA - CLAVE: ZIII.2.2

ÁREA (KM2)		6.079
PENDIENTE (S)		0.0951
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	70
	CERRIL Y LOMERÍO	30
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.44
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.26

FUENTE: IMIP

##### IV.6.1.2.2.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Esta Sub-cuenca del **Arroyo Cementera se analizó en solamente dos Micro-cuencas**, La más alta (ZIII.2.2) termina en su parte baja con el dique Cementera (5) el cual tiene un capacidad de 90,000 m<sup>3</sup>, su micro - cuenca aporta 66,590 m<sup>3</sup> para un TR= 5 años por lo que en este caso no se presentaran vertidos de agua. Sin embargo, para un TR=25 años el volumen esperado es de 161,770 m<sup>3</sup>, esperando con ello gastos en el vertedor hasta de 1.07 m<sup>3</sup>/seg, mismos que se sumarán a los escurrimientos que se generen en la zona más baja, identificada como ZIII.2.1.

Dado que las probabilidades de vertido son escasas en este dique, el cauce hacia aguas abajo del mismo ha sido totalmente obstruido por viviendas, los escurrimientos que se presentan por el desfogue del dique son desviados por las calles hasta las partes más bajas, donde el cauce vuelve a mostrarse como parte del drenaje pluvial de la zona urbana.

**Este arroyo llega al Jarudo con un gasto de 9.68**



TABLA IV.6.1.2.2.1. ARROYO CEMENTERA ZONA III.2

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
Z III.2.2	6.08	9.74	66.59	19.88	161.77	32.52	224.22
D. CEMENTERA	6.08	0	0	1.07	30.51	4.75	92.93
Z III.2.1.	4.54	9.68	94.41	17.84	200.71	26.58	264.29
U 2.2	10.62	9.68	94.41	17.9	231.23	26.67	357.23

FUENTE: IM IP

**m³/seg para TR=5 años y hasta con un gasto pico de 17.90 m³/seg para un TR=25 años**, aportando un volumen total para estas tormentas de 94,410 y 231,230 m³ para estos mismos periodos de retorno respectivamente según se puede observar en la Tabla IV.6.1.2.2.1

#### IV.6.1.3 SUB-CUENCA ARROYO MILITAR Ó EJERCITO MEXICANO CLAVE: ZIII.3

Esta Sub-cuenca **Arroyo Militar ó Ejercito Mexicano**, concentra 2 Micro-cuencas que en sus condiciones originales descargaban en el vaso del Dique Boulevard Zaragoza (3) ubicado entre las vialidades Juan Gabriel, Bulevar Zaragoza y el Centro Comercial Soriana: la Sub-cuenca del Arroyo Militar, con origen en la Sierra de Juárez, y la cuenca de un tramo del cauce principal entre el Dique 3 y el Dique Oasis Revolución (2), con problemática similar a las otras Micro-cuencas de la ZONA III.

La mayor parte de esta cuenca no tiene estructuras de control, dado que en el **Arroyo Ejército Mexicano** únicamente existe un dique denominado **Campo Militar (10)** que se ubica en la cuenca alta.

Tomando en cuenta la ubicación de los Diques, **se subdividió en 2 Micro-cuencas:**

##### IV.6.1.3.1 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.3.1

**Corresponde a la Micro-cuenca de los Diques La presa (4) y Boulevard Zaragoza (3)** que se encuentran interconectados, con límite superior en los Diques 2 y 10. Se estima urbanizada en un 90%. En visita realizada en diciembre de 2001, se detectó que en el sitio donde se localizaba el Dique 02, se estaba construyendo un parque hundido y fraccionamientos habitacionales en sus alrededores, al parecer sin sustento técnico; asimismo, se observó la construcción de otro desarrollo habitacional sobre el **Arroyo Ejército Mexicano**, también sin sustento técnico, para lo cual rellenaron el cauce.

La Alcantarilla Boulevard Zaragoza (3) fue habilitada a raíz de la construcción del Boulevard Zaragoza entre el Eje Vial Juan Gabriel y la Avenida Oscar Flores a la altura del Centro Comercial Soriana, dividiendo el vaso del Dique Soriana, también conocido como la Presa (4). Consiste en un bordo de terracería con protección de concreto en los taludes y pavimentada la corona, las características en la Tabla IV.6.1.3.1 (1):

TABLA IV.6.1.3.1 (1) ALCANTARILLA BOULEVARD ZARAGOZA (3)-CLAVE: ZIII.3.1

CAPACIDAD	ÚTIL	80,000 m³
CORTINA	LONGITUD	134.0 m
	ALTURA MÁXIMA	6.5 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		2 TUBO CONCRETO 60 CM. Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

**El Dique La Presa (4)** que forma parte de las obras que se construyeron inicialmente dentro del Programa de la Junta Federal de Mejoras Materiales, ha sufrido varias modificaciones que alteraron desfavorablemente su función, dado que su vaso ha sido interceptado por vialidades, además de que su vertedor fue eliminado. Consiste en una cortina de sección homogénea con las siguientes características que se dan en la Tabla IV.6.1.3.1 (2):

TABLA IV.6.1.3.1 (2) DIQUE LA PRESA (4)-CLAVE: ZIII.3.1

CAPACIDAD	ÚTIL	10,000 m³
	LONGITUD	235.0 m
CORTINA	ALTURA MÁXIMA	4.0 m
VERTEDOR		NO TIENE RELLENADO A NIVEL CORONA
DESFOGUE		CAJÓN CON TUBO CONCRETO 90 CM. Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIII.3.1** aparecen en la Tabla IV.6.1.3.1 (3):



Diagnóstico

TABLA IV.6.1.3.1 (3) BOULEVARD ZARAGOZA- CLAVE: ZIII.3.2

ÁREA (KM2)		4.893
PENDIENTE (S)		0.02
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	50
	CERRIL Y LOMERÍO	50
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		75
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.84
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.5

FUENTE: IMIP

#### IV.6.1.3.2 MICRO-CUENCA D. CAMPO MILITAR CLAVE: ZIII.3.2

Inicio de Sub – cuenca. Corresponde a la Micro-cuenca aún sin urbanizar del Dique Campo Militar (10) que se ubica dentro de un predio propiedad de la Secretaría de la Defensa Nacional.

Este dique se encuentra en buenas condiciones generales y consiste en una cortina de tierra con protección contra la erosión, cuenta con un vertedor alojado en el margen izquierdo. Tiene las siguientes características que se dan en la Tabla IV.6.1.3.2 (1):

TABLA IV.6.1.3.2 (1) \_ DIQUE CAMPO MILITAR (10)-CLAVE: ZIII.3.2

CAPACIDAD	ÚTIL	200,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	15.0 m
	ALTURA MÁXIMA	7.0 m
VERTEDOR		
DESFOGUE		CAJÓN CON TUBO CONCRETO 107 CM. Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca CLAVE: ZIII.3.2 se muestran en la Tabla IV.6.1.3.2 (2):

TABLA IV.6.1.3.2 (2) DIQUE CAMPO MILITAR (10) CLAVE: ZIII.3.2

ÁREA (KM2)		2.044
PENDIENTE (S)		0.0458
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	0
	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		75
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.45
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.27

FUENTE: IMIP

#### IV.6.1.3.2.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

A esta Sub-cuenca se le ha denominado **Arroyo Militar ó Ejército Mexicano** debido a que cruza el

campo militar de esta ciudad, Inicia sus escurrimientos en la zona ZIII.3.2 los cuales llegan al Dique denominado Campo Militar (10) que tiene una capacidad de almacenamiento de 200,000 m<sup>3</sup>, el volumen máximo que podría generar esta Micro – cuenca es de 75,390 m<sup>3</sup>, lo cual significa que no se presentarán gastos en el vertedor del mismo, aún cuando se tapara totalmente el desfogue que actualmente opera en esta estructura. Además, aguas debajo de este dique se ha extraído material del cauce original del arroyo, encontrándose ahora con un gran hoyo que también tiene una capacidad importante de almacenaje de agua y en el que seguramente se produce la infiltración de agua al subsuelo, dadas las características de permeabilidad del estrato que aflora en este sitio.

Actualmente el desfogue del dique trabaja adecuadamente, permitiendo que la totalidad del agua que se almacena en esta estructura fluya lentamente hacia el hoyo que se menciona arriba.

Más abajo del dique Campo Militar, el arroyo continúa a manera de depresiones que se aprecian en la zona urbana, el agua escurre por las calles y se juntan en un cauce bien definido a un kilómetro aproximadamente antes de juntarse con el arroyo el Jarudo.

En los recorridos de campo realizados para la elaboración de este estudio, se encontró que se continúa urbanizando con el criterio de manejar el agua por las calles, inclusive en donde se encuentran los afluentes de este arroyo, dirigiendo el flujo final hacia el cauce que confluye con el Jarudo.

El volumen que llega a este arroyo, proveniente del arroyo Ejército Mexicano, es de 94,920 m<sup>3</sup> para un TR= 5 años y hasta de 205,320 para un TR= 25 años (ver tabla en página siguiente IV.6.1.3.2.1)

#### IV.6.1.4 SUB-CUENCA ARROYO EL JARUDO CLAVE: ZIII.4

Comprende la Sub-cuenca del cauce principal del Arroyo El Jarudo, incluyendo un afluente denominado Arroyo PEMEX. Tiene su origen en la Sierra de Juárez y colinda con la ZONA VIII que descarga a la Laguna del Barreal cuyo parteaguas lo constituye la Carretera a Casas Grandes. Se estima que alrededor del 15% se encuentra urbanizada, principalmente la parte baja



TABLA IV.6.1.3.2.1. ZONA III.3 ARROYO EJERCITO MEXICANO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIII.3.2	2.04	3.17	22.39	6.50	54.39	10.61	75.39
D. C. MILITAR	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.07
ZIII.3.1	4.89	11.82	94.92	21.78	205.32	33.28	371.81
U 3.2	6.94	11.82	94.92	21.78	205.32	33.28	371.84

FUENTE: IMIP

de la cuenca, con los consecuentes problemas de inundaciones por falta de obras de regulación y de un drenaje pluvial adecuado.

No obstante que esta Sub-cuenca representa la mayor superficie de la ZONA III, no existen obras importantes para control de avenidas, por lo que las zonas bajas, que están urbanizadas, frecuentemente tienen problemas de inundaciones.

En visita realizada en diciembre de 2001, se detectaron obras de retención construidas recientemente sin sustento técnico alguno, cuyos sitios se consideraron para la subdivisión de la cuenca en 4 Micro-cuencas, sujeto a la reconstrucción de estas obras, con apego en estudios y proyectos técnicamente viables, mismos que deben ser supervisados por el IMIP.

#### IV.6.1.4.1 MICRO-CUENCAD. OASIS REVOLUCIÓN CLAVE: ZIII.4.1

Se ubica entre el **Dique Oasis Revolución (2)** ubicado entre la Colonia Pradera de los Oasis que a su vez colinda con las vías del Ferrocarril Nacionales de México. En esta cuenca existe urbanización aguas abajo y a la izquierda del Eje Vial Juan Gabriel.

Como ya se comentó anteriormente el **Dique Oasis Revolución (2)** fue modificado totalmente, convirtiéndose en un parque hundido sin vertedor ni desfogue, por lo que es necesario evaluar la capacidad de este parque y el potencial de la cuenca hasta ese sitio.

Este dique en el pasado constaba de una cortina en forma de "L" vista en planta, fue construido de tierra con protección mediante enrocamiento en ambos taludes, con la función de regular los escurrimientos de esta basta cuenca. Antes de convertirse en parque

hundido la obra se había colapsado por la destrucción de un tramo de cortina, y su vaso utilizado como banco de materiales para construcción. Durante el 2002 se modificó completamente el vaso, integrando un canal interior para conducir las aguas que ingresan del Parque Industrial Northgate hacia el Dique La Presa, ubicado en el bulevard Zaragoza y Eje Juan Gabriel.

Las características actuales se presentan en la Tabla IV.6.1.4.1 (1):

TABLA IV.6.1.4.1 (1) DIQUE OASIS REVOLUCIÓN (2)-CLAVE: ZIII.4.1

CAPACIDAD	ÚTIL	260,000 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	380.0 m
	ALTURA MÁXIMA	4.0 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOGUE		NO TIENE

FUENTE: IMIP, C.N.A.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIII.4.1** son los siguientes de la Tabla IV.6.1.4.1 (2):

TABLA IV.6.1.4.1 (2) DIQUE OASIS REVOLUCIÓN CLAVE: ZIII.4.1

ÁREA (KM2)		16.01
PENDIENTE (S)		0.006
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	30
	CERRIL Y LOMERIO	70
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		73.1
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.23
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.74

FUENTE: IMIP

#### IV.6.1.4.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.2

Ligada con la Micro-cuenca anterior, se ubica entre dos obras de contención de poca capacidad recientemente construidas sin sustento técnico; dado que no cuentan con vertedor ni desfogue. Se localiza en una zona cuya urbanización aún es baja. No se



Diagnóstico

tienen datos de las obras de control. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZIII.4.2** son los siguientes de la Tabla IV.6.1.4.2:

TABLA IV.6.1.4.2 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.2

ÁREA (KM2)		1.758
PENDIENTE (S)		0.0081
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	20
	CERRIL Y LOMERÍO	80
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		71.4
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.46
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.28

FUENTE: IMIP

#### IV.6.1.4.3 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.3

Es una Micro-cuenca muy similar a la **ZIII.4.2**, dado que también se ubica entre dos obras de contención de poca capacidad recientemente construidas sin sustento técnico sin desfogue ni vertedor. Se localiza en una zona cuya urbanización aún es baja. No se tienen datos de las obras de control. Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIII.4.3** se dan en la Tabla IV.6.1.4.3 y son los siguientes:

TABLA IV.6.1.4.3 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.3

ÁREA (KM2)		5.540
PENDIENTE (S)		0.0243
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	40
	CERRIL Y LOMERÍO	60
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.31
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.18

FUENTE: IMIP

#### IV.6.1.4.4 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.4

Ligada con la Micro-cuenca anterior, es el límite de la ZONA III, no existen obras de regulación y se puede considerar aún sin urbanizar. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZIII.4.4** se encuentran en la Tabla IV.6.1.4.4:

TABLA IV.6.1.4.4 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIII.4.4

ÁREA (KM2)		7.73
PENDIENTE (S)		0.0428
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	30
	CERRIL Y LOMERÍO	70
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.96
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.58

FUENTE: IMIP

#### IV.6.1.4.4.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

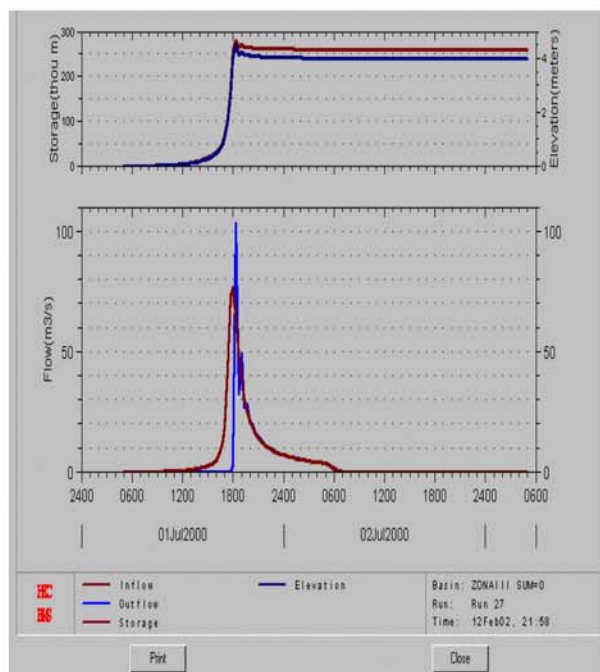
**El Arroyo El Jarudo es el principal de esta Cuenca y de él toma su nombre**, los arroyos antes descritos son afluentes de éste. Inicia su escurrimiento en las partes altas de la Sierra de Juárez en su porción Sur, **con dos Micro-cuencas muy alargadas la ZIII.4.3 y la ZIII.4.4 con áreas de 5.54 y 7.73 Km² respectivamente**. La ZIII.4.4 es la más alta de todas, termina en un par de bordos, identificados como un solo sitio de control denominado PEMEX I (11) construidos recientemente (Diciembre del 2001), con una capacidad estimada de 40,000 m³ entre ambos. A este sitio le llegan 87,300 m³ para una tormenta de 5 años y hasta 210,960 m³ para una de 25 años, esto nos indica que necesariamente estarán vertiendo con gastos pico hasta de 21.7 m³/seg (TR=25), y que es necesario construir vertedores en estas estructuras o incrementar la capacidad de almacenamiento a más de 291,000 m³ (TR=100) más una capacidad de azolves adicional.

De acuerdo con la información obtenida durante la modelación de los escurrimientos, se obtuvo la siguiente gráfica (Gráfico IV.6.1.4.4.1) que muestra el posible comportamiento de los almacenamientos que lleguen hasta este bordo PEMEX I (11):

A unos 600 m más abajo, se ubica otro bordo, **el PEMEX II (12)** al cual se le ha estimado una capacidad de 10,000 m³, recibe el volumen de excedencias del PEMEX I más las aportaciones de la Micro-cuenca ZIII.4.3 que en conjunto dan la entrada a este vaso con un volumen de 122,090 m³ para TR=5 y hasta 336,290 m³ para TR=25, el gasto de vertido sobre la corona del bordo, puede llegar hasta de 31.15 m³/seg para TR=25, por lo que **requiere al igual que el anterior, realizar obras adicionales de protección y aseguramiento, ya que al no contar con desfuegos y vertedores, el agua seguramente rebasará la corona de estos bordos, aún en una tormenta con un periodo de retorno de solo 5 años**.

Después del bordo PEMEX II, el cauce corre paralelo a la Av. Juan Gabriel para más adelante cruzarla junto con la vía del Ferrocarril, mediante una deflexión de 90 grados, luego se interna en el fraccionamiento Colinas del Desierto, el cual ha sido construido recientemente, en esta parte, y hasta el Dique Oasis Revolución, el cauce del arroyo es prácticamente inexistente, observando solo un pequeño encauzamiento dentro del fraccionamiento mencionado





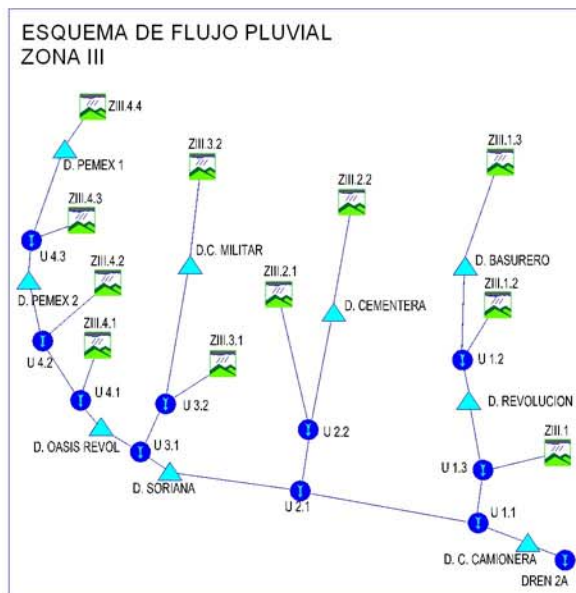
Estructura constituida por un Bordo no compactado con una capacidad estimada en 40,000 m<sup>3</sup>, sin vertedor y desfogue, que recibe una aportación total de 210,960 m<sup>3</sup>, debiendo desalojar 170,960 m<sup>3</sup> por falta de capacidad. Tiene un área de drenado de 7.73 Km<sup>2</sup>. El agua llega al bordo con gasto significativo a los 2:40 hrs. de iniciada la lluvia, esperando un desbordamiento del mismo 9 hrs. más tarde

Llegando al bordo de una segunda vía del ferrocarril, que actúa como barrera y límite de este escurrimiento, provocando inundaciones en las viviendas y edificaciones que encuentra a su paso.

Dado que el área hidráulica de esta parte del cauce es insuficiente para el gasto esperado, se provoca un desbordamiento que hace que parte del agua fluya hacia El Barreal donde se almacena en la parte mas baja, provocando también inundaciones.

**El Dique Oasis Revolución (2)**, además de recibir el agua excedente del dique Pemex II, le llega el volumen que se genera en el arroyo Ejercito Mexicano, aunque es solo de la Micro-cuenca baja de este, sumando entre estas dos corrientes un total de 335,000 m<sup>3</sup> para TR=5 y hasta 836,860 m<sup>3</sup> para TR=25. Se presenta el gráfico de su patrón de escurrimiento Gráfico IV.6.1.4.4.1 (2)

**La capacidad de almacenamiento de esta estructura es actualmente de 260,000 m<sup>3</sup>**, por lo que se generan derrames de agua hasta para tormentas con un TR de 5 años.



**Este dique ha sido modificado, reduciendo considerablemente su capacidad de almacenamiento, se ha eliminado el desfogue que tenía originalmente y se ha tapado parte del arroyo que continuaba después de esta obra de control.**

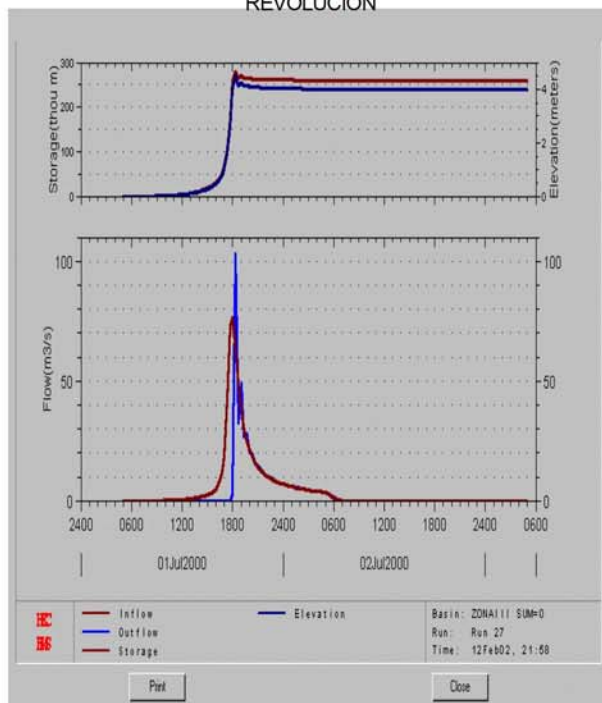
Dado los resultados de este análisis de escurrimientos, **se considera necesario que se construya un vertedor para un gasto de por lo menos 159 m<sup>3</sup>/seg (TR=100) y se restituya el cauce original aguas abajo del mismo**, a no ser que se construyan obras de retención o desviación de agua en las partes altas de este dique, a fin de que le llegue un volumen inferior a su capacidad actual.

Es necesario que se revisaren algunas alternativas para reducir los riesgos de desastre en este sitio, ya que a partir de la cortina se han construido nuevos fraccionamientos que pueden ser afectados con las características físicas que ahora tiene esta estructura.

A menos de un Kilómetro, aguas abajo del Dique Oasis Revolución, se encuentra el Dique Soriana (4) que recibe los excedentes del anterior, y los escurrimientos del Arroyo Ejercito Mexicano y su capacidad es de unos 150,000 m<sup>3</sup>. En caso de que se construyera el vertedor del Dique O. Revolución entraría al vaso por el mismo arroyo el Jarudo un volumen de 76,790 m<sup>3</sup> para TR=5 o 578,650 m<sup>3</sup> para TR= 25, y



Diagnóstico  
GRAFICO IV.6.1.4.4.1(3) COMPORTAMIENTO D.OASIS  
REVOLUCION



IV.6.1.4.4.1 (3) Cuando se presente una TR=25, el caudal agotará la capacidad máxima de 260,000 m<sup>3</sup> en aproximadamente 10 hrs. de haberse iniciado la lluvia, esperando que en este momento, comience a verter las demasías aportadas por los escurrimientos del área de drenado y que se estima en 29.45 Km<sup>2</sup>, terminando el vertido 13 hrs., después. El gasto pico a la hora de iniciado el vertimiento se espera sea de 73.50 m<sup>3</sup>/s

adicionalmente se incorpora lateralmente el volumen del Arroyo E. Mexicano con caudales que alcanzan los 94,920 y 205,320 m<sup>3</sup> para esos mismo periodos de retorno.

Lo anterior significa que con los escurrimientos de este último arroyo no presentaría mayores problemas ya que aún cuando para 25 años el volumen de entrada es mayor a su capacidad de almacenamiento, el desfogue que tiene en la cortina le permitirá regularizar el gasto de salida con solo algunos impactos fuertes a lo largo del cauce hacia aguas abajo, pero si ingresa el agua proveniente del Dique Oasis Revolución, entonces el caudal que estaría vertiendo llegará a 101.55 m<sup>3</sup>/seg. aguas abajo del mismo, para una tormenta de 25 años, gasto que seguramente causará destrozos en las construcciones que se encuentran prácticamente al nivel del cauce de este arroyo.

Por lo anterior, hasta este punto del arroyo, se considera conveniente realizar obras de control y reducción de gastos en este cauce aguas arriba del Dique Oasis R., primero para asegurar que este no vierta y segundo para que los caudales de agua

después del Dique Soriana sean mínimos, reduciendo considerablemente los riesgos a la población. El cálculo realizado en el modelo, consideró la posibilidad de tener todo el gasto en el Jarudo, con vertido del Dique Oasis Revolución.

Dado que son las condiciones actuales, y que este volumen llegará finalmente al Dique Central Camionera (6) tal como lo muestra el gráfico IV.6.1.4.4.1. (4) con el patrón de escurrimiento. El Dique Central Camionera (6) tiene una capacidad de 6,000 m<sup>3</sup>, se encuentra antes de la entrada al Dren 2 A y recibe el agua que sale del Dique Soriana y los caudales que llegan del Arroyo Revolución.

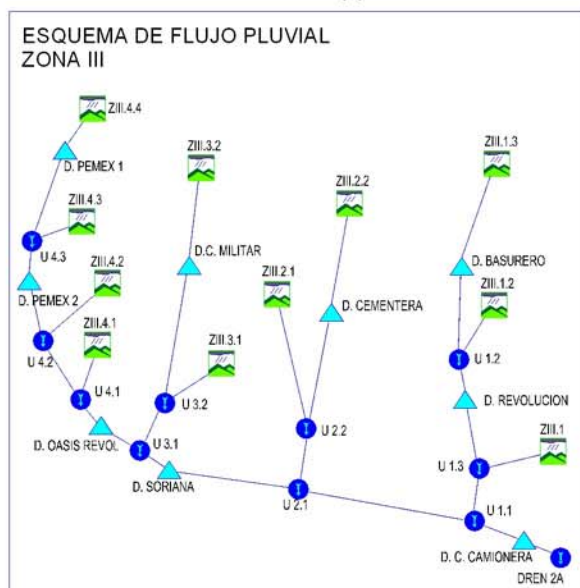
El volumen que ingresa para un TR = 5 años es de 189,940 m<sup>3</sup> y para 25 años llega hasta 990,000 m<sup>3</sup>, Con estos datos, dado que la capacidad del dique es mucho menor que el volumen que recibe **Esta estructura realmente no tiene mayor impacto de regularización y control de avenidas**, siendo actualmente solo un paso del agua, que **puede funcionar adecuadamente para lluvias que provocan bajos escurrimientos**.

El volumen y gasto que se genera a lo largo del Arroyo El Jarudo, descarga al Dren 2-A el cual tiene un cauce con una pendiente y área hidráulica suficiente para conducir aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/seg. El gasto que le llega por el escurrimiento de una tormenta de 5 años es de 14.91 m<sup>3</sup>/seg, inferior a la capacidad de conducción, pero para la tormenta de 25 años, donde se espera un gasto de hasta 116.81 m<sup>3</sup>/seg, es totalmente insuficiente, de acuerdo con los flujos que llegan del Arroyo Revolución a la confluencia con el Dren Central Camionera. Por otra parte, el cauce de este dren, tiene varias alcantarillas para cruce de calles y avenidas, algunas de las cuales tienen un área hidráulica muy reducida, afectando la capacidad de conducción por estas obstrucciones.

En la Tabla IV.6.1.4.4.1 (1) , se pueden apreciar los caudales de descarga pico que y los volúmenes de escurrimiento que se han previsto para los diferentes periodos de retorno.

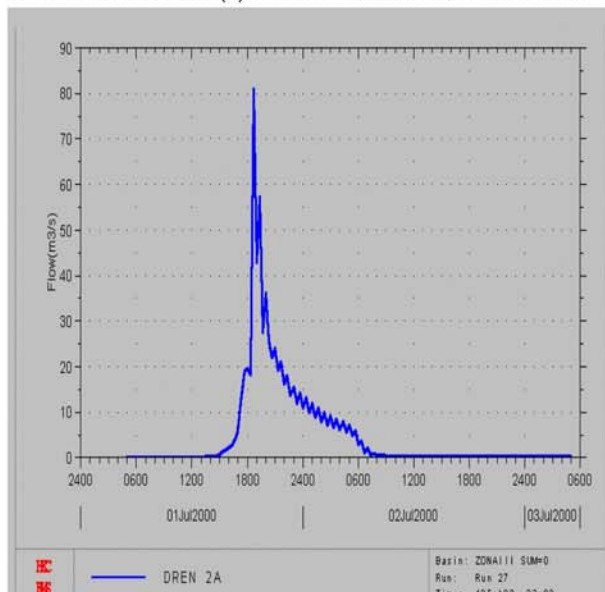
Ante los problemas tan evidentes que causan los caudales que ingresan al Dren 2 A, en el punto de confluencia, se presenta a continuación una descripción gráfica del área de drenado que se registra, ver Gráfico IV.6.1.4.4.1(6)

GRAFICO IV.6.1.4.4.1(5) ESQUEMA



Continuando con la descripción de este punto de confluencia del Arroyo El Jarudo al Dren 2 A, se incluye la gráfica obtenida por el modelo, de acuerdo a los volúmenes esperados, el patrón de escurrimiento y el comportamiento de los flujos durante un evento de lluvia para una TR=25 años, ver Gráfico IV.6.1.4.4.1 (6):

GRAFICO IV.6.1.4.4.1(6) CONFLUENCIAA. JARUDO-DREN 2A



De acuerdo con la gráfica, el Dren 2A empezaría a recibir un caudal significativo 8:40 hrs. después de iniciada la lluvia, esperando un pico máximo de 83.1 m³/s, por lo que podemos esperar desbordamientos en los primeros tramos del Dren, debido a que la capacidad del mismo es de solo 30.0 m³/s

IV.6.1.4.4.1 (1) ZONA III.4 ARROYO EL JARUDO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIII.4.4	7.73	9.53	87.3	19.96	210.96	31.85	291.79
D. PEMEX 1 (11)	7.73	6.27	57.58	21.72	181.24	35.73	262.07
ZIII.4.3	5.54	11.72	64.5	23.01	155.05	38.06	214
U 4.3	13.27	11.72	122.09	31.15	336.29	58.24	476.07
D. PEMEX 2 (12)	13.27	10.69	122.09	31.97	336.29	60.08	476.07
ZIII.4.2	1.758	0.29	2.11	0.59	5.03	0.95	6.91
U 4.2	15.03	10.98	124.2	32.52	341.33	60.96	482.99
ZIII.4.1	16.01	21.27	210.8	43.58	495.53	67.86	677.83
U 4.1	31.04	27.64	335	74.08	836.86	120.31	1160.8
D. OASIS REVOL (2)	31.04	5.02	76.79	89.81	578.65	158.99	902.61
U 3.1	73.98	11.82	94.92	102.77	784	186.58	1174.7
D. LA PRESA (4) (SORIANA)	37.98	2.02	39.92	101.55	651.94	167.43	1042.6
U 2.1	48.6	9.73	139.92	113.48	883.17	190.2	1399.8
U 1.1	56.12	14.29	189.94	117.68	990.06	198.31	1574.5
D. C. CAMIONERA (6)	56.12	14.91	188.15	116.81	987.28	198.65	1571.7
DREN 2-A	56.12	14.91	188.15	116.81	987.28	198.65	1571.7

FUENTE: IMIP



#### IV.6.1.5 ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA ZONA III EL JARUDO

La cuenca de El Jarudo es la que se ubica en la parte Sur de la Sierra de Juárez, sus aguas pluviales fluyen hacia la ciudad a través de cuatro arroyos. Los primeros tres, Arroyo Revolución, Arroyo Cementera y Arroyo Ejército Mexicano, descargan al Arroyo El Jarudo que es considerado como el principal y de mayor caudal.

Los escurrimientos de esta cuenca tienen la característica de que se juntan todos en el Arroyo El Jarudo a excepción de los volúmenes de agua que se quedan retenidos en los diques o atrapados en los cauces invadidos, el total del volumen que finalmente llega al dique Central Camionera (6) descarga al Dren 2-A por el cual el agua es conducida hasta los terrenos de cultivo del Distrito de Riego 09 de Juárez.

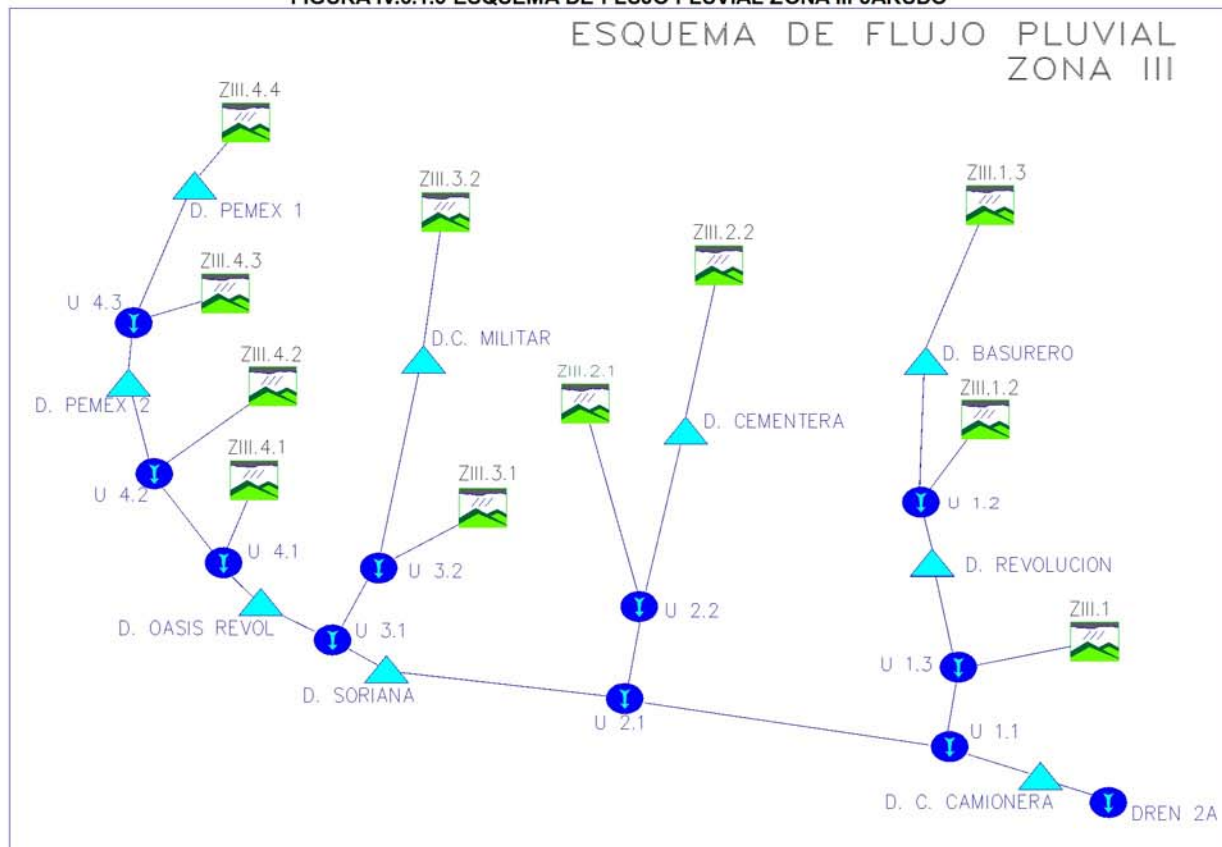
Debido a las pendientes que se presentan en la Sierra de Juárez y las precipitaciones sobre dicha zona, este arroyo conduce escurrimientos considerables, lo que ha provocado inundaciones

importantes en diferentes épocas. En la actualidad se le ha prestado especial atención a esta Cuenca, lo que ha permitido que las nuevas estructuras de control disminuyan el impacto de los caudales que se generan.

Las características físicas de las Sub-cuencas y Micro-cuencas se presentan en la Tabla IV.6.15 (1). En todos los cauces de estos arroyos se construyeron diques que controlan las avenidas de tormentas importantes (Ver Tabla IV.6.1.5 (2)). Adicionalmente, se han realizado obras para retención de escurrimientos, registrándose actualmente bordos nuevos en el Arroyo El Jarudo que en este estudio les hemos denominado Pemex 1 (11) y Pemex 2 (12) y en el arroyo Revolución a la altura del Dique Basurero (8), también se han llevado a cabo acciones de limpieza en el Dique Cementera y modificaciones en el Dique Oasis Revolución.

La descripción de los escurrimientos por arroyo que se da en cada uno de los apartados correspondientes, o bien se puede apreciar la información en la tabla general (VI. 6.1.5 (3)) para los diferentes eventos de

FIGURA IV.6.1.5 ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL ZONA III JARUDO



tormenta, de acuerdo con periodos de retorno a TR = 5, 25 y 100 años. Los valores reflejan de manera precisa que los caudales son de magnitud una vez que estos son recogidos en el seno del Arroyo Jarudo, el cual sirve como el sistema colector más importante de la cuenca.

TABLA IV.6.1.5 (1) CARACTERÍSTICAS DE SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS DE LA ZONA III

SUB-CUENCA (CLAVE)	ÁREA KM2	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD KM	COEFIC. "N"	TC HR	TR
		ZONA URBANA	CERRIL O LOMERIO					
ZIII.1.1	2.162	100	0	0.0132	2,900	85	0.7633	0.458
ZIII.1.2	3.546	70	30	0.0133	1,100	79.9	0.3608	0.2165
ZIII.1.3	1.814	10	90	0.0767	1,100	69.7	0.187	0.1122
ZIII.2.1	4.542	100	0	0.0028	6,350	85	2.4965	1.4979
ZIII.2.2	6.079	0	100	0.0951	3,700	68	0.4391	0.2635
ZIII.3.1	4.893	90	10	0.02	4,000	83.3	0.8367	0.502
ZIII.3.2	2.044	0	100	0.0458	2,650	68	0.4466	0.268
ZIII.4.1	16.01	30	70	0.0068	3,900	73.1	1.2297	0.7378
ZIII.4.2	1.758	20	80	0.0081	1,200	71.4	0.4647	0.2788
ZIII.4.3	5.54	10	90	0.0243	1,200	69.7	0.3078	0.1847
ZIII.4.4	7.73	5	95	0.0428	6,950	68.85	0.9625	0.5775
TOTAL	56.12							

FUENTE: IMIP

TABLA IV.6.1.5 (2) RELACIÓN DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS EXISTENTES EN LA ZONA III

NOMBRE	NO. ID	TIPO DE OBRA	CORRIENTE	CAPA CIDAD	ALTURA. A. ARR.	LONG. CORONA	LONG. VERT	DESFOGUE
REVOLUCIÓN	1	DIQUE	A. REVOLUCIÓN	150,000	5.1	230		TORRE DE CONC. CONDUCTO 0.60 CM
REVOLUCIÓN	2	DIQUE	A. REVOLUCIÓN	260,000	4	380		NO TIENE
ZARAGOZA	3	ALCANTARILLA	A. EL JARUDO	80,000	6.9	134		2 TUBOS DE 0.65 CM
SORIANA	4	DIQUE	A. EL JARUDO	150,000	4.3	235	20	CAJÓN CON TUBERÍA DE 0.90 CM
LA CEMENTERA	5	DIQUE	CEMENTERA	90,000	4.4	79	8	CAJÓN CON TUBERÍA DE 0.60 CM
CAMIONERA	6	DIQUE	A. EL JARUDO	6,000	1.7	50		CAJÓN CON TUBERÍA DE 0.90 CM
(BASURERO)	8	DIQUE	A. REVOLUCIÓN	180,000	4	200		NO TIENE
SAFARI	9	BORDO	JARUDO	10,000	1.3	82.5		NO TIENE
CAMPO MILITAR	10	DIQUE	JARUDO	200,000	6	150		CAJÓN CON TUBERÍA DE 1.07 M
PEMEX I	11	BORDO	A. EL JARUDO	40,000	5	60		NO TIENE
PEMEX II	12	ALCANTARILLA	A. EL JARUDO	10,000	3.5	40		NO TIENE

FUENTE: IMIP



TABLA VI.6.1.5.(3) CUENCA ARROYO JARUDO ZONA III

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
<b>ZII.1 A. REVOLUCION</b>							
ZIII.1.3	1.81	3.95	21.12	8.25	44.77	12.82	70.07
D. BASURERO	1.81	0	0	0	0	0	0
ZIII.1.2	3.55	10.16	60.19	19.98	119.79	29.74	180
U 1.2	5.36	10.16	60.19	19.98	119.79	29.74	180
D. REVOLUCION	5.36	0	0	0.09	11.35	1.96	48.86
ZIII.1.1	2.16	5.85	44.93	11.05	85.8	15.95	125.8
U 1.3	7.52	5.87	50.02	11.05	85.8	16.01	174.67
<b>ZIII.2 A. CEMENTERA</b>							
ZIII.2.2	6.08	9.74	66.59	19.88	161.77	32.52	224.22
D. CEMENTERA	6.08	0	0	1.07	30.51	4.75	92.93
ZIII.2.1.	4.54	9.68	94.41	17.84	200.71	26.58	264.29
U 2.2	10.62	9.68	94.41	17.9	231.23	26.67	357.23
<b>ZIII.3 A. EJERCITO MEXICANO</b>							
ZIII.3.2	2.04	3.17	22.39	6.5	54.39	10.61	75.39
D. C. MILITAR	2.04	0	0	0	0	0	0
ZIII.3.1	4.89	11.82	94.92	21.78	205.32	33.28	371.84
U 3.2	6.94	11.82	94.92	21.78	205.32	33.28	371.84
<b>ZIII.4 A EL JARUDO</b>							
ZIII.4.4	7.73	9.53	87.3	19.96	210.96	31.85	291.79
D. PEMEX 1 (11)	7.73	6.27	57.58	21.72	181.24	35.73	262.07
ZIII.4.3	5.54	11.72	64.5	23.01	155.05	38.06	214
U 4.3	13.27	11.72	122.09	31.15	336.29	58.24	476.07
D. PEMEX 2 (12)	13.27	10.69	122.09	31.97	336.29	60.08	476.07
ZIII.4.2	1.758	0.29	2.11	0.59	5.03	0.95	6.91
U 4.2	13.44	10.98	124.2	32.52	341.33	60.96	482.99
ZIII.4.1	16.01	21.27	210.8	43.58	495.53	67.86	677.83
U 4.1	31.04	27.64	335	74.08	836.86	120.31	1160.8
D. OASIS REVOL (2)	31.04	5.02	76.79	89.81	578.65	158.99	902.61
U 3.1	37.98	11.82	94.92	102.77	784	186.58	1174.7
D. LA PRESA (4) (SORIANA)	37.98	2.02	39.92	101.55	651.94	167.43	1042.6
U 2.1	48.6	9.73	139.92	113.48	883.17	190.2	1399.8
U 1.1	56.12	14.29	189.94	117.68	990.06	198.31	1574.5
D. C. CAMIONERA (6)	56.12	14.91	188.15	116.81	987.28	198.65	1571.7
DREN 2-A	56.12	14.91	188.15	116.81	987.28	198.65	1571.7

FUENTE: IMIP



## IV.7 CUENCA ZONA IV AEROPUERTO

### IV.7.1.DESCRIPCIÓN

Colinda al Oeste con la ZONA III, al Sur con la ZONA VIII y al Norte con las ZONAS V y VI. Sus escurrimientos se originan en el parteaguas con la ZONA VIII de la Laguna El Barreal; al final sus escurrimientos limitan con el Dren 2-A, por una parte, y la otra con la Acequia Madre o Canal Principal del Distrito de Riego 009, sin embargo, no descargan a éstos, es decir, esta zona no cuenta con un colector de drenaje pluvial y solo existen 3 pequeñas obras de control de avenidas, las cuales se encuentran azolvadas, por lo que prácticamente todo el potencial de escurrimientos se deposita en las zonas bajas

Diagnóstico

formando lagunas y por consiguiente provocando inundaciones.

Una importante parte de esta zona aún no está urbanizada, principalmente en las partes altas de las Micro-cuencas y hacia el Poblado de Zaragoza, considerándose una zona en crecimiento, por lo que es importante establecer las normas y lineamientos bajo los cuales deberán autorizarse los futuros desarrollos, desde el punto de vista de drenaje pluvial. Los arroyos principales de esta zona escurren aproximadamente en forma paralela, en sentido Suroeste-Noreste, según se observa en el plano IV-ZIV.

Los principales arroyos son:

- Arroyo Lomas del Rey
- Arroyo Morelos I
- Arroyo Aeropuerto
- Arroyo Morelos II
- Arroyo Morelia
- Arroyo Insurgentes
- Arroyo Tapioca
- Arroyo Zaragoza
- Arroyo Arcadas
- Arroyo El Papalote
- Arroyo Salvarcar
- Arroyo Independencia
- Arroyo Camino a la Rosita
- Arroyo Patria
- Arroyo Tabasco
- Arroyo Morelos I

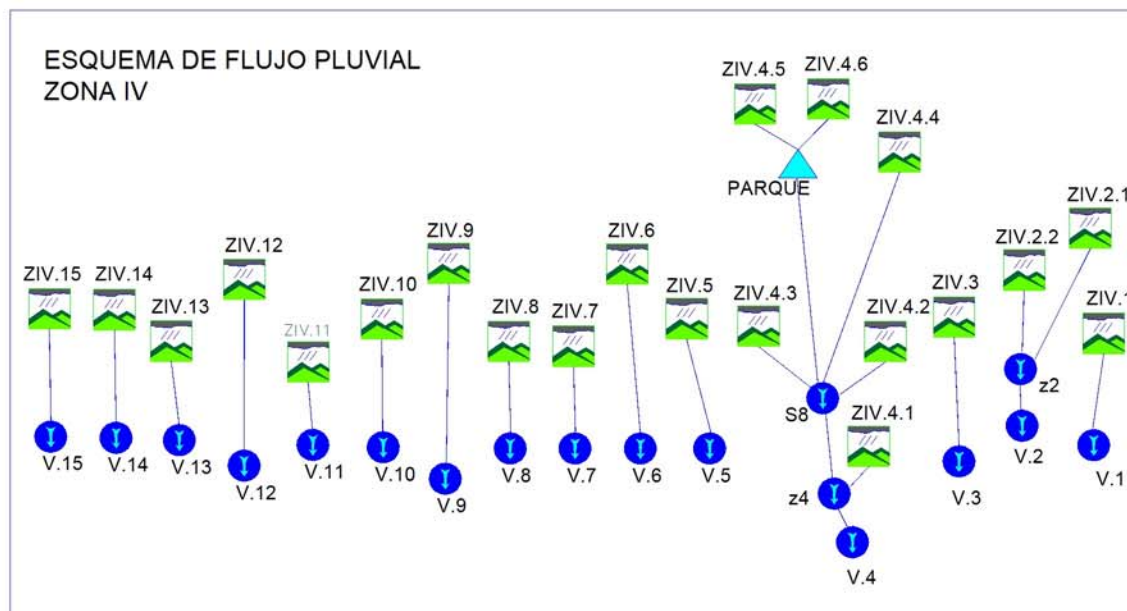


FIGURA IV.7. ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL ZONA IV AEROPUERTO







VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO Y GASTO PICO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
Zona IV.1 Arroyo Lomas del Rey							
ZIV.1	6.134	13.49	119.00	26.15	230.59	38.29	341.04
V.1	6.134	13.49	119.00	26.15	230.59	38.29	341.04
Zona IV.2 Arroyo Aeropuerto							
ZIV.2.2	5.95	11.05	115.43	21.47	223.68	31.77	330.81
ZIV.2.1	0.676	1.78	13.25	3.44	25.42	5.05	37.60
z2	6.626	12.83	128.68	23.45	249.10	34.21	368.41
V.2	6.626	11.05	115.43	21.47	223.68	31.77	330.81
Zona IV.3 Arroyo Morelia							
ZIV.3	3.103	8.18	60.20	15.60	116.65	22.63	172.52
V.3	3.103	8.18	60.20	15.60	116.65	22.63	172.52
Zona IV.4 Arroyo Tapioca							
ZIV.4.6	2.184	4.67	34.74	9.29	69.98	13.84	105.98
ZIV.4.5	1.958	5.61	66.07	11.03	66.44	16.42	99.41
PARQUE	4.142	9.62	66.07	18.92	134.22	27.51	203.48
ZIV.4.3	1.925	4.98	37.34	9.56	72.36	13.91	107.03
ZIV.4.2	4.371	10.71	79.27	20.81	155.73	30.55	232.23
ZIV.4.4	0.525	1.39	9.52	2.72	18.70	4.03	27.89
S8	10.963	26.56	192.21	51.68	381.00	75.38	570.63
ZIV.4.1	0.864	2.02	10.77	4.18	22.60	6.44	35.13
Z4	11.827	27.69	202.98	54.04	403.62	78.97	605.76
V.4	11.827	27.69	202.98	54.04	403.62	78.97	605.76
Zona IV.5 Arroyo Arcadas							
ZIV.5	1.813	0.03	1.41	0.06	2.79	0.09	4.19
V.5	1.813	0.03	1.41	0.06	2.79	0.09	4.19
Zona IV.6 Arroyo Salvarcar							
ZIV.6	4.908	10.72	79.49	20.13	158.20	29.90	237.77
V.6	4.908	10.72	79.49	20.13	158.20	29.90	237.77
Zona IV.7 Arroyo Camino a la Rosita							
ZIV.7	0.543	1.64	8.63	3.25	17.40	4.87	26.34
V.7	0.543	1.64	8.63	3.25	17.40	4.87	26.34
Zona IV.8 Arroyo Tabasco							
ZIV.8	0.618	0.47	2.49	0.94	5.08	9.97	79.62
V.8	0.618	0.47	2.49	0.94	5.08	9.97	79.62
Zona IV.9 Arroyo Morelos I							
ZIV.9	1.80	3.19	25.18	6.55	51.85	32.75	177.65
V.9	1.80	3.19	25.18	6.55	51.85	32.75	177.65
Zona IV.10 Arroyo Morelos II							
ZIV.10	4.01	10.62	56.18	21.51	115.68	32.75	177.65
V.10	4.01	10.62	56.18	21.51	115.68	32.75	177.65
Zona IV.11 Arroyo Insurgentes							
ZIV.11	0.49	0.68	6.43	1.41	13.39	2.15	20.70
V.11	0.49	0.68	6.43	1.41	13.39	2.15	20.70
Zona IV.12 Arroyo Zaragoza							
ZIV.12	5.71	7.90	75.22	16.41	156.48	25.05	241.88
V.12	5.71	7.90	75.22	16.41	156.48	25.05	241.88
Zona IV.13 Arroyo Papalote							
ZIV.13	1.79	2.96	22.14	6.17	46.51	9.49	72.35
V.13	1.79	2.96	22.14	6.17	46.51	9.49	72.35
Zona IV.14 Arroyo Independencia							
ZIV.14	2.00	3.09	24.78	6.48	52.05	10.00	80.97
V.14	2.00	3.09	24.78	6.48	52.05	10.00	80.97
Zona IV.15 Arroyo Patria							
ZIV.15	3.16	5.04	39.16	10.53	82.26	16.24	127.97
V.15	3.16	5.04	39.16	10.53	82.26	16.24	127.97



Diagnóstico

Debido al patrón de escurrimiento que presentan los arroyos principales de esta zona, que ya se ha mencionado, escurren en forma paralela y en sentido Suroeste-Noreste y se consideró tomar el criterio del cauce principal del arroyo y/o bien la existencia de alguna estructura de control de avenidas importante. De esta manera **se consideraron 15 Sub-cuencas**:

#### IV.7.1.1 SUB-CUENCA ARROYO LOMAS DEL REY CLAVE: ZIV.1

Se le denominó **Sub-cuenca del Arroyo Lomas del Rey** y se caracteriza por ser **la única de la ZONA IV que se ubica al poniente de la Carretera Panamericana**. Sus escurrimientos se generan en las Colonias Lomas de San José, Fracc. Colinas de Juárez, Lomas del Rey, La Cuesta, las Arenas, presentándose su descarga principal en el Parque Central a la altura del cruce de la Carretera Panamericana con el Dren 2-A o Avenida Teófilo Borunda. Se puede considerar totalmente urbanizada y no cuenta con obras de control.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZIV.1** se dan en la Tabla IV.7.1.1 y son los siguientes:

TABLA IV.7.1.1. ARROYO LOMAS DEL REY CLAVE: ZIV.1

ÁREA (KM2)		6.134.
PENDIENTE (S)		0.0136
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	90
	CERRIL Y LOMERÍO	10
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		83.3
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.97
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.58

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.1.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La **Sub-cuenca Arroyo Lomas del Rey**, se ubica en el extremo Poniente de la cuenca, con una superficie total de 613.4 has. Sus escurrimientos inician un poco mas arriba del Boulevard Zaragoza escurriendo en dirección Sur-Norte, drena las

superficies correspondientes a las colonias Nuevo Hipódromo, Parque Industrial Zaragoza, Lomas de San José, Fracc. Colinas de Juárez, Lomas del rey, La Cuesta, Las Arenas y Jarudo. El agua corre por las calles en general, pero al final de su recorrido se junta en la Av. Tecnológico, descargando todo su volumen en la depresión que forma el Parque Central ubicado al Norte de la Av. Teófilo Borunda.

El gasto pico calculado para una tormenta de un periodo de retorno de 5 años es de 13.49m<sup>3</sup>/seg y para una de 25 años llega hasta 26.15 m<sup>3</sup>/seg, para desalojar en el Parque Central volúmenes de 119,000 y 230,590 m<sup>3</sup> para esos mismos eventos, tal como se observa al final de la página en la Tabla IV.7.1.1.1.

#### IV.7.1.2. SUB-CUENCA ARROYO AEROPUERTO CLAVE: ZIV.2

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Aeropuerto**, cuyo parteaguas se origina dentro de los terrenos del mismo aeropuerto, sus escurrimientos atraviesan las Colonias Eréndira, Luis Donaldo Colosio, Del Real, Aeropuerto, y la descarga principal llega hasta el Dren 2-A, entre la Carretera Panamericana y la Avenida Paseo de la Victoria, sin embargo, al parecer no tiene entrada, por lo que se genera una zona de inundación al Norte de la Colonia Luis Donaldo Colosio.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZIV.2** se presentan en la Tabla IV.7.1.2

TABLA IV.7.1.2 ARROYO AEROPUERTO CLAVE: ZIV.4.2

ÁREA (KM2)		5.953
PENDIENTE (S)		0.0103
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	90
	CERRIL Y LOMERÍO	10
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		83.3
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.4
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.84

FUENTE: IMIP

TABLA IV.7.1.1.1 ZONA IV.1 ARROYO LOMAS DEL REY

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.1	6.134	13.49	119	26.15	230.59	38.29	341.04
V.1	6.134	13.49	119	26.15	230.59	38.29	341.04

FUENTE: IMIP

TABLA IV.7.1.2.1 ARROYO AEROPUERTO ZONA IV.2

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.2.2	5.95	11.05	115.43	21.47	223.68	31.77	330.81
ZIV.2.1	0.676	1.78	13.25	3.44	25.42	5.05	37.6
Z2	6.626	12.83	128.68	23.45	249.1	34.21	368.41
V2	6.626	11.05	115.43	21.47	223.68	31.77	330.81

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.2.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

En la parte más alta de este Arroyo Aeropuerto, se localiza a la mitad de la pista del aeropuerto, escurre hacia el norte colectando el agua en exceso de las colonias Aeropuerto, Oasis, Del Real, Parte de la Eréndira, Lino Vargas, Loma Linda y Donaldo Colosio. Descarga sus aguas en terrenos baldíos ubicados al Norte de la Col. Donaldo Colosio, donde se encuentra un pequeño canal Sub - lateral de la Acequia del Pueblo, antes de llegar al Dren 2-A donde se estanca e infiltra finalmente.

Los gastos y volúmenes de agua, se presentan en la Tabla IV.7.1.2.1 y se puede ver que para 5 y 25 años es de 11.05 y 21.47 m³/seg y de 115,430 y 223,688 m³ respectivamente. Los terrenos donde se presentan las inundaciones se encuentran gran parte dentro de la cuenca ZIV.3 los cuales pueden ser adecuados para provocar eficientemente la infiltración de estos escurrimientos, ayudando con ello a la recarga del acuífero.

#### IV.7.1.3. SUB-CUENCA ARROYO MORELIA CLAVE: ZIV.3

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo Morelia** que se origina dentro de la mancha urbana, específicamente en la Colonia Vista del Valle. De sus 2 escurrimientos principales, uno descarga en unos terrenos agrícolas en desuso ubicados entre el dren 2-A, un canal Sub-lateral del Distrito de Riego 009 y la Avenida Paseo de la Victoria; y el otro en un sitio un poco más hacia el Este, a la altura del Club Misión de los Lagos. No existen obras de control.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZIV.3** aparecen en la Tabla IV.7.1.3.

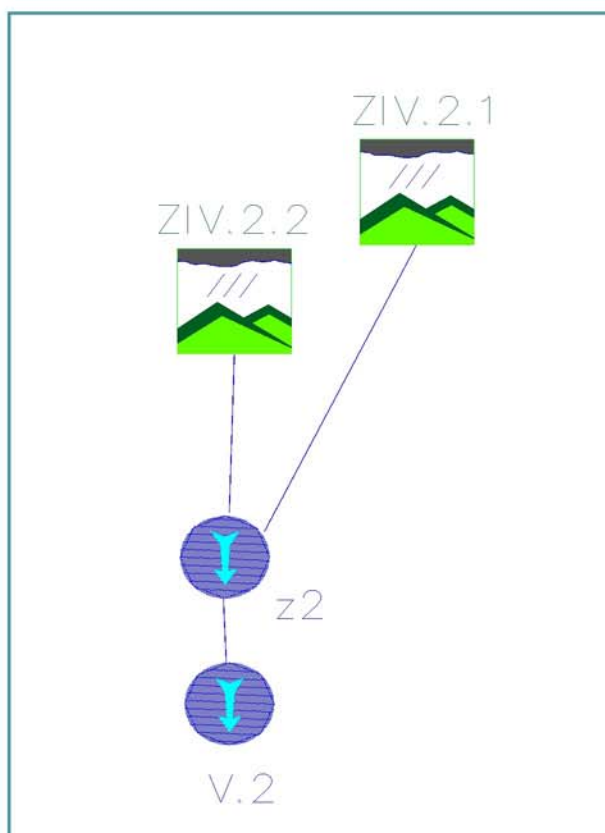


GRÁFICO IV.7.1.3. ESQUEMA DE FLUJO Z.IV. 2.1

TABLA IV.7.1.3. ARROYO MORELIA- CLAVE: ZIV.3

ÁREA (KM2)		3.103
PENDIENTE (S)		0.0128
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	90
	CERRIL Y LOMERÍO	10
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		83.3
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.55
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.33

FUENTE: IMIP



TABLA IV.7.1.3.1. ARROYO MORELIA ZONA IV.3

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA	DESCARGA	VOLUMEN	DESCARGA	VOLUMEN	DESCARGA	VOLUMEN
	DRENADA KM2	PICO M3/SEG	ESCURRIDO X 1000 M3	PICO M3/SEG	ESCURRIDO X 1000 M3	PICO M3/SEG	ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.3	3.103	8.18	60.2	15.6	116.65	22.63	172.52
V.3	3.103	8.18	60.2	15.6	116.65	22.63	172.52

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.3.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Se le ha denominado Arroyo Morelia porque es la vialidad principal que se ubica en esta Sub-cuenca, que tiene una superficie de 3.103 Km<sup>2</sup> (310 has). Sus escurrimientos inician un poco arriba de la Av. Manuel Clouthier (Jilotepec) cruzando por la parte oriental de la Colonia Eréndira, pasando también por el fraccionamiento Vista del Valle y Yolanda. Descarga sus aguas a terrenos de cultivo que se encuentran aledaños a la Av. Paseo de la Victoria, aguas abajo del Fracc. Vista del Valle, aunque existe un pequeño parque con pozo de absorción (Parque Morelia) antes de cruzar la Av. Paseo de la Victoria. Recibe adicionalmente escurrimientos de la Zona IV.2.2. y 2.1.

El gasto máximo calculado para este arroyo es de 8.18 m<sup>3</sup>/seg para TR= 5 años y de 15.63 m<sup>3</sup>/seg para TR = 25 años, los volúmenes escurridos para estos eventos se estimó en 60,200 m<sup>3</sup> y 116,650 m<sup>3</sup> respectivamente y que se plasman en la Tabla IV.7.1.3.1.

#### IV.7.1.4 SUB-CUENCA ARROYO TAPIOCA CLAVE: ZIV.4

Corresponde a una **Sub-cuenca del Arroyo Tapioca** que genera importantes escurrimientos, dadas sus dimensiones. La parte alta de la Sub-cuenca se encuentra en un acelerado proceso de urbanización por lo que en un futuro muy próximo, estará totalmente urbanizada. Al igual que la mayoría de las Sub-cuencas, los caudales escurren por las calles, generando serios problemas de inundación en las Colonias, Infonavit Ampliación Aeropuerto, El Granjero, Lucio Blanco, Colinas de Juárez y Solidaridad. En la cuenca alta existen 3 pequeñas obras de control: **Alcantarilla Máximo Favela (1), Alcantarilla Zafra**

**(2) y el Bordo Aeropuerto (3)**, las cuales, dadas sus limitadas dimensiones y avanzado grado de asolvamiento, se ve agravado por basura y escombro, su capacidad de regulación es muy baja o nula. Por la ubicación de estas obras, **se subdividió en 6 Micro-cuencas:**

#### IV.7.1.4.1 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.1

Es la parte más baja de la Sub-cuenca, cuyo límite superior lo constituye la confluencia de sus afluentes principales, siendo el más importante el que transita por la Calle Tapioca que se convierte en receptor de la mayoría de los caudales que se generan en la cuenca, los cuales cruzan la Avenida Paseo de la Victoria para posteriormente "atravesar" mediante una obra de alcantarilla y un ducto de canalización debajo de las instalaciones industriales al término de la calle Tapioca, el edificio de una maquiladora bloquea de manera abrupta los escurrimientos, sufriendo consecuentemente daños y perjuicios, para finalmente descargar en terrenos del Club Misión de los Lagos.

Es una zona totalmente urbanizada con graves problemas de inundación ya que ahí se concentran todos los escurrimientos que genera la Sub-cuenca.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIV.4.1** y que se presentan en la Tabla IV.7.1.4.1:

TABLA IV.7.1.4.1 MICRO-CUENCA TAPIOCA - CLAVE: ZIV.4.1

ÁREA (KM2)		0.864
PENDIENTE (S)		0.0200
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	80
	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		81.6
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.19
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.11

FUENTE: IMIP



#### IV.7.1.4.2. MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.2

Con conexión con la **ZIV.4.1** su límite superior es el **Bordo Aeropuerto (3)** que se ubica en el extremo de la pista del aeropuerto. Es una zona totalmente urbanizada, que comprende la Colonia Infonavit Juárez Nuevo.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZIV.4.2** son los siguientes de la Tabla IV.7.1.4.2:

TABLA IV.7.1.4.2 BORDO AEROPUERTO - CLAVE: ZIV.4.2

ÁREA (KM2)		4.371
PENDIENTE (S)		0.0212
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	80
	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		81.6
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.65
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.39

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.4.3 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.3

Con conexión con la ZIV.4.1 su límite superior son las alcantarillas Máximo Favela (1) y Zafra (2). Es una zona totalmente urbanizada con escurrimientos provenientes de las Colonias Solidaridad, Granjas Alcaldes y Conjunto Habitacional Aeropuerto.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIV.4.3** son los siguientes que se dan en la Tabla IV.7.1.4.3

TABLA IV.4.4.2.4.3 MICRO-CUENCA - CLAVE: ZIV.4.3

ÁREA (KM2)		1.925
PENDIENTE (S)		0.0118
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	90
	CERRIL Y LOMERÍO	10
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		83.3
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.71
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.42

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.4.4. MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.4

Con conexión con la ZIV.4.2, corresponde a la **Micro-cuenca del Bordo Aeropuerto (3)** que se ubica en el extremo final de la pista del aeropuerto, a la altura de la Calle Serdán de la Colonia. Esta Micro-cuenca corresponde al predio donde se ubica el Aeropuerto.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZIV.4.4** aparecen en la Tabla IV.7.1.4.4:

TABLA IV.7.1.4.4 MICRO-CUENCA AEROPUERTO - CLAVE: ZIV.4.4

ÁREA (KM2)		0.526
PENDIENTE (S)		0.0029
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	80
	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		81.6
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.45
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.27

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.4.5 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.5

Con conexión con la ZIV.4.3, corresponde a la **Micro-cuenca de las Alcantarillas Máximo Favela (1) y Zafra (2)**, cuyo límite superior lo constituye un sitio propuesto para construir una obra de regulación mediante un sistema que pudiera ser de almacenamiento-infiltración. Es una zona en acelerado proceso de urbanización.

La alcantarilla (1) se ubica en la Calles Máximo Favela y Cándido Torreón de la Colonia Solidaridad y consiste en una obra de terracería que se encuentra muy azolvada, por lo que funciona solo como alcantarilla, sin capacidad de almacenamiento ni regulación. Tiene los siguientes parámetros físicos, mismos que se observan en la Tabla IV.7.1.4.5 (1):

TABLA IV.7.1.4.5 MICRO-CUENCA ENTRE  
M. FAVELA Y ZAFRA - CLAVE: ZIV.4.5

ÁREA (KM2)		1.958
PENDIENTE (S)		0.0104
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	70
	CERRIL Y LOMERÍO	30
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		79.9
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.36
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.22

FUENTE: IMIP

Las características de la estructura de la **Alcantarilla Máximo Favela (1)** se dan en la Tabla IV.4.4.2.4.5 (2)

TABLA IV.7.1.4.5 (2) ALCANTARILLA M. FAVELA (1)-CLAVE:  
ZIII.4.5

CAPACIDAD	ÚTIL	2,500 m <sup>3</sup>
CORTINA	LONGITUD	20.0 m
	ALTURA MÁXIMA	1.5 m
VERTEDOR		NO TIENE
DESFOQUE		DOS TUBOS DE 60 CM. DE Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.



Diagnóstico

La **Alcantarilla Zafra (2)** se ubica en la Calles Zafra y G. Maldonado de la Colonia Solidaridad y también es una obra que funciona como alcantarilla, utilizada como vialidad, azolvada con basura y escombros. Sus características se presentan en la Tabla IV.7.1.4.5 (3):

TABLA IV.7.1.4.5 (3) ALCANTARILLA ZAFRA (2)-CLAVE: ZIII.4.5

<b>CAPACIDAD</b>	ÚTIL	3,000 m <sup>3</sup>
<b>CORTINA</b>	LONGITUD	20.0 m
	ALTURA MÁXIMA	1.8 m
<b>VERTEDOR</b>		NO TIENE
<b>DESFOGUE</b>		UN TUBO DE 60 CM. DE Ø

FUENTE: IMIP, C.N.A.

#### IV.7.1.4.6. MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.6

Con conexión con la ZIV.4.5, corresponde a la cuenca del sitio donde se propone construir una obra de regulación que se ubicaría en la confluencia de sus 2 escurrimientos principales, a la altura del fraccionamiento Roma en una zona en crecimiento, cuya urbanización es inminente.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZIV.4.6** son los siguientes que se dan en la Tabla IV.7.1.4.6:

TABLA IV.7.1.4.6 MICRO-CUENCA CLAVE: ZIV.4.6

<b>ÁREA (KM2)</b>		4.908
<b>PENDIENTE (S)</b>		0.0256
<b>COBERTURA (%)</b>	ZONA URBANA	70
	CERRIL Y LOMERÍO	30
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		79.9
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.77
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.46

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.4.6.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Es el **Arroyo de mayor importancia de la cuenca**, por su extensión y gasto que genera, **se compone de varios afluentes que son representados en el modelo hidrológico por 6 micro-cuencas**, que se presentan en gráfico IV.7.1.4.6.1.

Recoge los escurrimientos que se presentan desde la intersección de las Av. Ramón Rayón y Av. De las Torres, siguiendo el parteaguas Sur de esta Sub-cuenca hasta los límites Oriente del Aeropuerto, al sur del Parque Industrial Aero Juárez; desde ese trazo, el agua fluye hacia el norte incrementando su volumen al cruzar por las colonias Roma, Conjunto Habitacional Aeropuerto, Paseos del Alba, Héroes de la Revolución, Los Alcaldes, Solidaridad, Lucio Blanco, Juárez Nuevo,

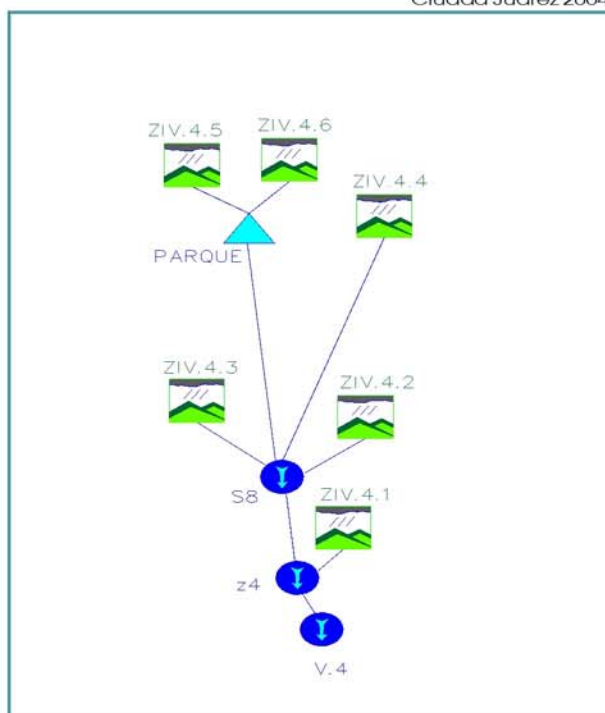


GRAFICO IV.7.1.4.6.1. (1)

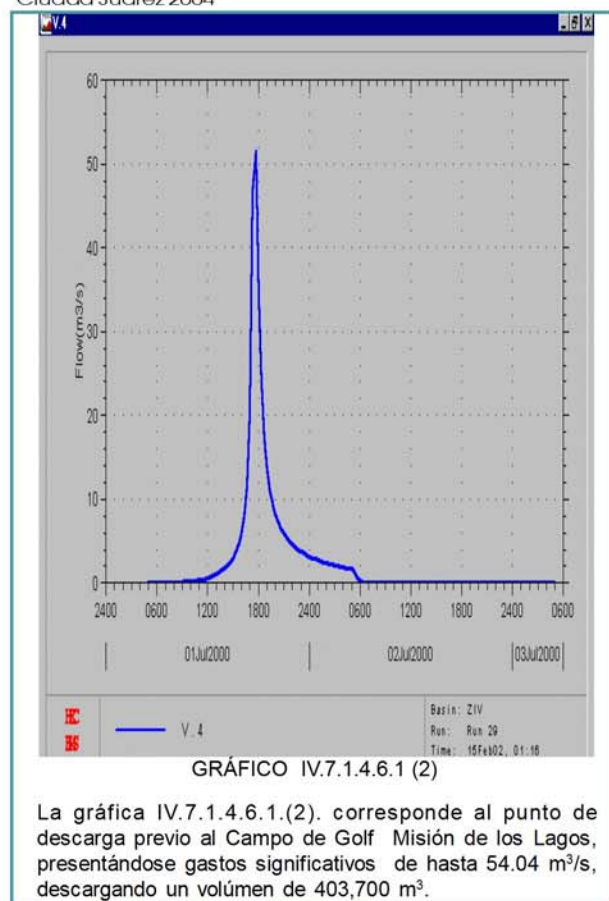
Infonavit Ampliación Aeropuerto, llegando finalmente al fraccionamiento Ángel Trias.

El cauce principal se forma a la altura del Fraccionamiento Roma ubicado al Sur de la Av. Santiago Blancas y Av. Yepómera, pasa por un lado del Panteón Colinas de Juárez encontrando un poco mas abajo dos alcantarillas en su cauce que debido a su reducida área hidráulica se convierten en estructuras de regulación de los caudales que llegan de las partes altas.

El cauce bien definido cruza por la Colonia Infonavit Solidaridad para luego convertirse en la calle Toronja Roja y antes de llegar a la C. Cloutier se pasa a la calle Tapioca llegando por esta hasta la Av. Paseo de la Victoria, cruza esta última Avenida y se interna en el Parque Industrial Las Lomas, donde causa inundaciones de gran magnitud; el agua se almacena finalmente en los terrenos del campo de Golf Misión de los Lagos, ahí se infiltra una parte y otra le dan salida por unos conductos subterráneos hasta el Dren 2-A.

**Los gastos que se presentan al final de este arroyo son de considerable magnitud**, tal como se muestra en el gráfico IV.7.1.4.6.1.(2).

El flujo se muestra en las calles, con tirantes de agua



mayores a un 0.5 m con altas velocidades que hacen que el tráfico se interrumpa durante el paso del máximo gasto, el agua que se recibe en el parque industrial daña seriamente a las instalaciones y vehículos que

en él se encuentren depositándose los arrastres de la corriente, algunos de los cuales son de gran tamaño, tales como llantas, colchones y gran cantidad de basura.

El Campo de golf que cruza es perjudicado solo por los azolves que en el se depositan, pero con el paso del tiempo recuperan sus características normales sin mayor problema. Este sitio puede servir para el propósito de infiltración final de estos escurrimientos pluviales, aunque es necesario tratar de regular los gastos pico para evitar los daños que actualmente suceden aún en las lluvias de baja intensidad.

Los gastos picos y volúmenes de agua escurridos al final de esta Sub-cuenca se pueden observar en la fila con la identificación V.4 de la tabla IV.7.1.4.6.1. (3).

#### IV.7.1.5. SUB-CUENCA ARROYO ARCADAS CLAVE: ZIV.5

Corresponde a una pequeña **Sub-cuenca de un Arroyo Arcadas** que se origina dentro de la mancha urbana, al interior de las Colonias cruza importantes vialidades como: la avenida de las Torres, Xilotepec y Paseo de la Victoria para descargar en una zona próxima al Dren 2-A, a la altura de su intersección con la Acequia Madre o Canal Principal del Distrito de Riego 009. No cuenta con obras de control. Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZIV.5** son los siguientes que se presentan en la Tabla IV.7.1.5:

TABLA IV.7.1.4.6.1. (1). ARROYO TAPIOCA - ZONA IV.4

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.4.6	2.184	4.67	34.74	9.29	69.98	13.84	105.98
ZIV.4.5	1.958	5.61	66.07	11.03	66.44	16.42	99.41
PARQUE	4.142	9.62	66.07	18.92	134.22	27.51	203.48
ZIV.4.3	1.925	4.98	37.34	9.56	72.36	13.91	107.03
ZIV.4.2	4.371	10.71	79.27	20.81	155.73	30.55	232.23
ZIV.4.4	0.525	1.39	9.52	2.72	18.7	4.03	27.89
S8	10.963	26.56	192.21	51.68	381	75.38	570.63
ZIV.4.1	0.864	2.02	10.77	4.18	22.6	6.44	35.13
Z4	11.827	27.69	202.98	54.04	403.62	78.97	605.76
V.4	11.827	27.69	202.98	54.04	403.62	78.97	605.76

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

TABLA IV.7.1.5 SUB-CUENCA ARROYO ARCADAS CLAVE:  
ZIV.5

ÁREA (KM2)		1.813
PENDIENTE (S)		0.0175
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	80
	CERRIL Y LOMERIO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		81.6
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.42
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.25

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.5.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

A este arroyo se le dio el nombre de **Arcadas** por encontrarse al final de él, el fraccionamiento con este nombre. Su cauce es de unos 1,500 m con una superficie de 1.81 km<sup>2</sup> (181 has), Su cuenca se ubica a lo largo de la Av. De las torres desde el Dren 2-A hasta la Av. M. Cloutier, formando una franja de unos 500 m. El cauce cruza por la curva donde inicia la Av. Paseo de la Victoria, pasa por el lado Poniente del Fraccionamiento Arcadas y llega finalmente al Dren 2-A donde descarga sus escurrimientos, a la altura de la intersección de este Dren con el Canal Principal del Distrito de riego.

El gasto máximo que se ha presentado en este arroyo, es decir para un TR = 25 años, es de unos 60 lps y el volumen total de unos 2,790 m<sup>3</sup>, lo cual no ha representado problemas serios en su recorrido (Tabla IV.7.1.5.1).

#### IV.7.1.6 SUB-CUENCA ARROYO SALVARCAR CLAVE: ZIV.6

**Sub-cuenca del Arroyo denominado Salvarcar**, cuyo límite inferior lo constituye la Acequia Madre, atraviesa una zona medianamente urbanizada pero en pleno desarrollo por lo que en un futuro muy cercano estará totalmente urbanizada. Comprende las Colonias Salvarcar, Morelos I, II, III y IV, y Parque Industrial Intermex. No cuenta con obras de control.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZIV.6** son los siguientes, ver Tabla IV.7.1.6:

TABLA IV.7.1.6 - SUB-CUENCA ARROYO SALVARCAR  
CLAVE: ZIV.6

ÁREA (KM2)		4.908
PENDIENTE (S)		0.0256
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	70
	CERRIL Y LOMERIO	30
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		79.9
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.77
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.46

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.6.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Su cauce corre en dirección Sur – Norte paralelo, y principalmente hacia el lado Oriente de la Av. De las Torres, iniciando sus escurrimientos a la altura del cruce con esta vialidad y Palacio de Mitla en la zona Industrial Los Bravos.

Recoge los excedentes pluviales del Fraccionamiento Torres del Sur, Parque Industrial Intermex, Colonias: Torres del PRI, Porfirio Silva, Zona Industrial Henequén, Valle Dorado y la porción Occidental de la Salvarcar, descarga sus aguas principalmente por la calle Tamaulipas, cruzando la Av. M. Cloutier, provocando inundaciones entre esta Avenida y el Canal Principal, donde se encuentra el Fracc. Arcadas y en terrenos de cultivo.

Los gastos y volúmenes que llegan al final del cauce se muestran en la página siguiente en la tabla IV.7.1.6.1.

#### IV.7.1.7. SUB-CUENCA ARROYO CAMINO A LA ROSITA CLAVE: ZIV.7

Corresponde a una pequeña cuenca que da origen al llamado Arroyo Camino a la Rosita, se encuentra limitada por la Acequia Madre. Se origina dentro de la mancha urbana dentro de la Colonia Salvarcar.

TABLA IV.7.1.5.1 ARROYO ARCADAS ZONA IV.5

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.5	1.813	0.03	1.41	0.06	2.79	0.09	4.19
V.5	1.813	0.03	1.41	0.06	2.79	0.09	4.19

FUENTE: IMIP

TABLA IV.7.1.6.1 ARROYO SALVARCAR - ZONA IV.6

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.6	4.908	10.72	79.49	20.13	158.2	29.9	237.77
V.6	4.908	10.72	79.49	20.13	158.2	29.9	237.77

FUENTE: IMIP

Atraviesa la vialidad de la Av. Xilotepec. No cuenta con obras de control. En la actualidad las áreas bajas donde descarga se encuentran en proceso de urbanización. Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca CLAVE: ZIV.7 se observan en la Tabla IV.7.1.7 y son los siguientes:

TABLA IV.7.1.7 - SUB-CUENCA CLAVE: ZIV.7

ÁREA (KM2)		0.543
PENDIENTE (S)		0.0175
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	60
	CERRIL Y LOMERIO	40
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		78.2
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.27
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.16

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.7.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Esta pequeña Sub-cuenca que corresponde al Arroyo Camino a la Rosita, se encuentra ubicada totalmente en la colonia Salvarcar, entre el Boulevard Zaragoza y la Av. M. Clouthier, su área de drenado es de 54 has, descarga por las calles Querétaro y San Luis Potosí, depositando el agua en los terrenos que se ubican en la margen derecha del canal Principal, entrando solamente una parte del volumen a este canal, pero provocando inundaciones en los terrenos de cultivo que se encuentran colindando con dicho canal.

Como se puede ver en la tabla IV.7.1.7.1 que abajo se presenta, el volumen y gasto que genera esta Sub - cuenca, aunque es significativo, no provoca graves problemas, en realidad ayuda a la humedad de los suelos y alimenta en parte el gasto del propio canal.

#### IV.7.1.8 SUB-CUENCA ARROYO TABASCO CLAVE: ZIV.8

Corresponde a otra pequeña Sub-cuenca de un Arroyo Tabasco limitada por la Acequia Madre. Se origina dentro de la mancha urbana dentro de la Colonia Salvarcar y atraviesa la vialidad Xilotepec. No cuenta con obras de control.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca CLAVE: ZIV.8 se encuentran en la Tabla IV.7.1.8:

TABLA IV.7.1.8 - SUB-CUENCA CLAVE: ZIV.8

ÁREA (KM2)		0.618
PENDIENTE (S)		0.0150
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	50
	CERRIL Y LOMERIO	50
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		76.5
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.7721
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.13

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.8.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Es una Sub - cuenca colindante con la anterior y de un tamaño aún menor por ser una franja con un ancho más reducido pero con un cauce de la misma longitud, descarga directamente a la margen izquierda del Canal Principal del Distrito de Riego 09 acumulándose el volumen de agua a lo largo del canal sin entrar en él.

Los gastos que se pueden presentar son relativamente pequeños, factibles de manejarse por las propias vialidades de la ciudad, sin embargo, los volúmenes que llegan al sitio de descarga causan problemas de

TABLA IV.7.1.7.1 ARROYO CAMINO A LA ROSITA ZONA IV.7

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.7	0.543	1.64	8.63	3.25	17.40	4.87	26.34
V.7	0.543	1.64	8.63	3.25	17.40	4.87	26.34

FUENTE: IMIP



TABLA IV.7.1.8.1 ARROYO TABASCO ZONA IV.8

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.8	0.618	0.47	2.49	0.94	5.08	9.97	79.62
V.8	0.618	0.47	2.49	0.94	5.08	9.97	79.62

FUENTE: IMIP

fuertes encharcamientos, dados los volúmenes que se generan y que se pueden observar en la Tabla IV.7.1.8.1 :

#### IV.7.1.9 SUB-CUENCA ARROYO MORELOS CLAVE: ZIV.9

Corresponde a la **Sub-cuenca del Arroyo denominado Morelos I**, limitado también por la **Acequia Madre**. Se encuentra totalmente urbanizada y no cuenta con obras de control.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZIV.9** se pueden ver en la Tabla IV.7.1.9:

TABLA IV.7.1.9 - SUB-CUENCA ARROYO MORELOS I  
CLAVE: ZIV.9

ÁREA (KM2)		1.797
PENDIENTE (S)		0.0136
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	40
	CERRIL Y LOMERIO	60
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		74.8
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.77
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.47

FUENTE: IMIP

##### IV.7.1.9.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Inicia su aportación a la altura de la Av. Santiago Troncoso al lado Oriente del Parque Industrial Intermex, Fraccionamiento Rinconadas de las Torres, escurre en dirección Noreste descargando en la margen izquierda de Canal Principal a unos 250 m antes del cruce con la Av. Manuel Gómez Morín. El volumen de escurrimiento (Tabla IV.7.1.9.1) para TR = 5 años es de 25,180 m<sup>3</sup>, llegando a 51,850 m<sup>3</sup> para una tormenta de un TR = 25 años, provocando inundación en los

terrenos aledaños al canal en el sitio de descarga de este arroyo.

En su recorrido cruza por los fraccionamientos y colonias Rinconadas de las Torres, Colinas del Sol, Bosque Bonito, El Fortín, Simón Rodríguez y la porción oriental de la Salvarcar. Ver tabla IV.7.1.9.1

#### IV.7.1.10. SUB-CUENCA ARROYO MORELOS II - CLAVE: ZIV.10

Corresponde a la Sub-cuenca del **Arroyo Morelos II**, limitada por la Acequia Madre. Se encuentra totalmente urbanizada y no cuenta con obras de control. Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZIV.10** se presentan en la Tabla IV.7.1.10:

TABLA IV.7.1.10 - SUB-CUENCA ARROYO MORELOS II  
CLAVE: ZIV.10

ÁREA (KM2)		4.009
PENDIENTE (S)		0.0146
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	40
	CERRIL Y LOMERIO	60
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		74.8
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.94
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.56

FUENTE: IMIP

##### IV.7.1.10.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El escurrimiento de la **Sub-cuenca Arroyo Morelos II** es paralelo al del Arroyo Morelos I, pero inicia en la Av. Ramón Rayón, en las colonias Ampl. Torres del Sur, Paseo de las Torres y Rinconadas de las Torres I y II, baja cruzando prácticamente los mismos fraccionamientos y colonias del anterior, además del Fraccionamiento Praderas del Sur y Buenos Aires.

TABLA IV.7.1.9.1 ARROYO MORELOS I - ZONA IV.9

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.9	1.80	3.19	25.18	6.55	51.85	32.75	177.65
V.9	1.80	3.19	25.18	6.55	51.85	32.75	177.65

FUENTE: IMIP

TABLA IV.7.1.10.1 ARROYO MORELOS II - ZONA IV.10

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.10	4.01	10.62	56.18	21.51	115.68	32.75	177.65
V.10	4.01	10.62	56.18	21.51	115.68	32.75	177.65

FUENTE: IMIP

Su descarga es en el cruce del Canal Principal y la Av. Manuel Gómez Morín, con una volumen que puede llegar hasta de 115,680 m<sup>3</sup> para TR = 25 años, según se puede apreciar en la Tabla IV.7.1.10.1. Provoca inundaciones que se suman a la del Arroyo Morelos I.

#### IV.7.1.11 SUB-CUENCA ARROYO INSURGENTES CLAVE: ZIV.11

Corresponde a otra pequeña **Sub-cuenca conocida como Arroyo Insurgentes** limitada por un colector paralelo y con descarga a la Acequia Madre que intercepta sus escurrimientos. Se origina dentro de la mancha urbana. No cuenta con obras de control. Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZIV.11** son los siguientes:

TABLA IV.7.1.11 - SUB-CUENCA ARROYO INSURGENTES  
CLAVE: ZIV.11

ÁREA (KM2)		0.489
PENDIENTE (S)		0.135
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	30
	CERRIL Y LOMERIO	70
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		73.1
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.06
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.63

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.11.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Se trata de un pequeño escurrimiento ubicado en el poblado de Zaragoza, descarga al lado Sur de la carretera Juárez – Porvenir a la altura de los fraccionamientos Villa Bonita y Paseos de Zaragoza. Los volúmenes escurridos se acumulan a lo largo de esta carretera juntándose con la del arroyo Zaragoza

que se describe en la Tabla IV.7.1.11.1.

#### IV.7.1.12 SUB-CUENCA DEL ARROYO ZARAGOZA CLAVE: ZIV.12

Corresponde a la Sub-cuenca del **Arroyo Zaragoza** limitada por el colector paralelo a la Acequia Madre que intercepta sus escurrimientos. Se origina dentro de la mancha urbana de la Población Zaragoza. No cuenta con obras de control. Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZIV.12** son los siguientes: (tabla IV.7.1.12.)

TABLA IV.7.1.12 - SUB-CUENCA ARROYO ZARAGOZA  
CLAVE: ZIV.12

ÁREA (KM2)		5.713
PENDIENTE (S)		0.135
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	30
	CERRIL Y LOMERIO	70
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		73.1
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.10
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.66

FUENTE: IMIP

#### IV.7.1.12.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Los escurrimientos del Arroyo Zaragoza, inician en los fraccionamientos Misiones del Real, Horizontes del Sur II Etapa y la Zona Industrial Thomson, cruza por Horizontes del Sur, I Etapa, parte de Praderas del Sur, Praderas del Henequén, Manuel Valdéz, Zaragoza, cruza el Boulevard Independencia cerca de su descarga que se ubica al lado Sur de la carretera Juárez Porvenir, a unos 200 m. al Oriente del cruce de estas dos vialidades mencionadas.

TABLA IV.7.1.11.1 ARROYO INSURGENTES - ZONA IV.11

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.11	0.49	0.68	6.43	1.41	13.39	2.15	20.7
V.11	0.49	0.68	6.43	1.41	13.39	2.15	20.7

FUENTE: IMIP



TABLA IV.7.1.12.1 ARROYO ZARAGOZA - ZONA IV.12

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV-12	5.71	7.9	75.22	16.41	156.48	25.05	241.88
V.12	5.71	7.9	75.22	16.41	156.48	25.05	241.88

FUENTE: IMIP

El área de escurrimiento puede generar volúmenes escurridos hasta de 156,480 m<sup>3</sup> para TR = 25 años como se muestra en la Tabla IV.7.1.12.1, el agua se acumula en los terrenos que se ubican entre el Boulevard Independencia y la carretera Juárez – Porvenir. Ver tabla IV.7.12.1.

#### IV.7.1.13. SUB-CUENCA ARROYO EL PAPALOTE CLAVE: ZIV.13

Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo El Papalote limitada por el mismo colector paralelo a la Acequia Madre que intercepta sus escurrimientos. Se origina dentro de la mancha urbana de la Población Zaragoza. No cuenta con obras de control.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca CLAVE: ZIV.13 se encuentran en la Tabla IV.7.1.13 y son los siguientes:

TABLA IV.7.1.13 - SUB-CUENCA ARROYO EL PAPALOTE CLAVE: ZIV.13

ÁREA (KM2)		1.789
PENDIENTE (S)		0.0135
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	20
	CERRIL Y LOMERÍO	80
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		71.4
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.62
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.37

FUENTE: IMIP

##### IV.7.1.13.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Los escurrimientos se presentan más o menos paralelos al Boulevard Independencia, desde el

TABLA IV.7.1.13.1 ARROYO PAPALOTE ZONA IV.13

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV-13	1.79	2.96	22.14	6.17	46.51	9.49	72.35
V.13	1.79	2.96	22.14	6.17	46.51	9.49	72.35

FUENTE: IMIP

Boulevard Zaragoza hasta la calle Valle de Juárez, continúa hacia el Noreste hasta llegar a la carretera Juárez – Porvenir donde descarga provocando acumulación de agua en esta parte final, con volúmenes que suman cerca de 46,500 m<sup>3</sup> para una TR = 25 años y que se aprecia en la Tabla IV.7.1.13.1.

#### IV.7.1.14 SUB-CUENCA ARROYO INDEPENDENCIA CLAVE: ZIV.14

Corresponde a la Sub-cuenca del Arroyo Independencia limitada por la Acequia Madre. Se origina dentro de la mancha urbana de las Colonias Residencial Papalote y la zona oriente del Boulevard Independencia. No cuenta con obras de control.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca (CLAVE: ZIV.14) son los siguientes que se presentan en la Tabla IV.7.1.14:

TABLA IV.7.1.14 - SUB-CUENCA ARROYO S/N CLAVE: ZIV.14

ÁREA (KM2)		2.002
PENDIENTE (S)		0.0135
COBERTURA (%)	ZONA URBANA	20
	CERRIL Y LOMERÍO	80
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		71.4
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.78
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.47

FUENTE: IMIP

##### IV.7.1.14.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Un tramo de este Arroyo Independencia corre paralelo al Boulevard Independencia, pero un poco más arriba

TABLA IV.7.1.14.1 ARROYO INDEPENDENCIA - ZONA IV.14

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.14	2.00	3.09	24.78	6.48	52.05	10.00	80.97
V.14	2.00	3.09	24.78	6.48	52.05	10.00	80.97

FUENTE: IMIP

que el Arroyo Zaragoza, desde el Libramiento Aeropuerto hasta el Boulevard Zaragoza, llegando a la Carretera Juárez – Porvenir, cruzando los Fraccionamientos Héroes de México, Patria y Praderas de Oriente. Los gastos y volúmenes se pueden observar en la tabla IV.7.1.14.1:

#### IV.7.1.15 SUB-CUENCA ARROYO PATRIA CLAVE: ZIV.15

Corresponde a la Sub-cuenca del **Arroyo Patria** limitada por la Acequia Madre. Se origina dentro de la mancha urbana. No cuenta con obras de control. Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZIV.15** se observan en la Tabla IV.7.1.15:

##### IV.7.1.15.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Inicia en la Av. Santiago Troncoso, al Norte de los Fraccionamientos Fray García de San Francisco y Manuel Cloutier, cruza por el Fracc. Tierra Nueva I, descargando en terrenos aledaños a la Av. Puerto Dunquerque. Los volúmenes y gastos pico escurridos se pueden observar en la Tabla de abajo IV.7.1.15.1:

#### IV.7.1.16. ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA ZONA IV

La cuenca identificada en este estudio como **Zona IV (Z.IV)**, se encuentra formada por una franja cuyo límite Norte es el Dren 2-A, el Límite Sur es el parteaguas

TABLA IV.7.1.15- SUB-CUENCA ARROYO PATRIA CLAVE: ZIV.15

ÁREA (KM2)		3.164
PENDIENTE (S)		0.0135
COBERTURA	ZONA URBANA	480
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		71.4
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.74
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.44

FUENTE: IMIP

de la cuenca Z III de El Barreal, al Poniente colinda con la Cuenca III del Jarudo y al Oriente llega hasta el límite de la zona Sub – urbana de la ciudad, encontrando en esta parte las colonias Águilas de Zaragoza y Fraccionamiento Praderas del Oriente

Se caracteriza por tener en su área un total de **15 arroyos** que tienen un escurrimiento generalizado de Sur a Norte, **descargando todos ellos en la margen derecha del Dren 2-A, pero sin descargar en el cauce del mismo**, quedando el agua almacenada en los terrenos aledaños al Dren con las consecuentes inundaciones a lo largo de esta estructura agrícola.

Comprende un área total de estudio de **53.86 Km² (5,386 has)**; una cobertura de zona urbanizada de un **60.95** quedando aún el **39.05%** de superficie en posibilidades para futuro crecimiento urbano, las pendientes en general se registran del 1 al 2%, con un promedio de 1.4 % para toda la cuenca. La longitud total de los cauces suma 53.8 Km siendo él

TABLA IV.7.1.15.1 ARROYO PATRIA - ZONA IV.15

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV-15	3.16	5.04	39.16	10.53	82.26	16.24	127.97
V.15	3.16	5.04	39.16	10.53	82.26	16.24	127.97

FUENTE: IMIP



## ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL ZONA IV

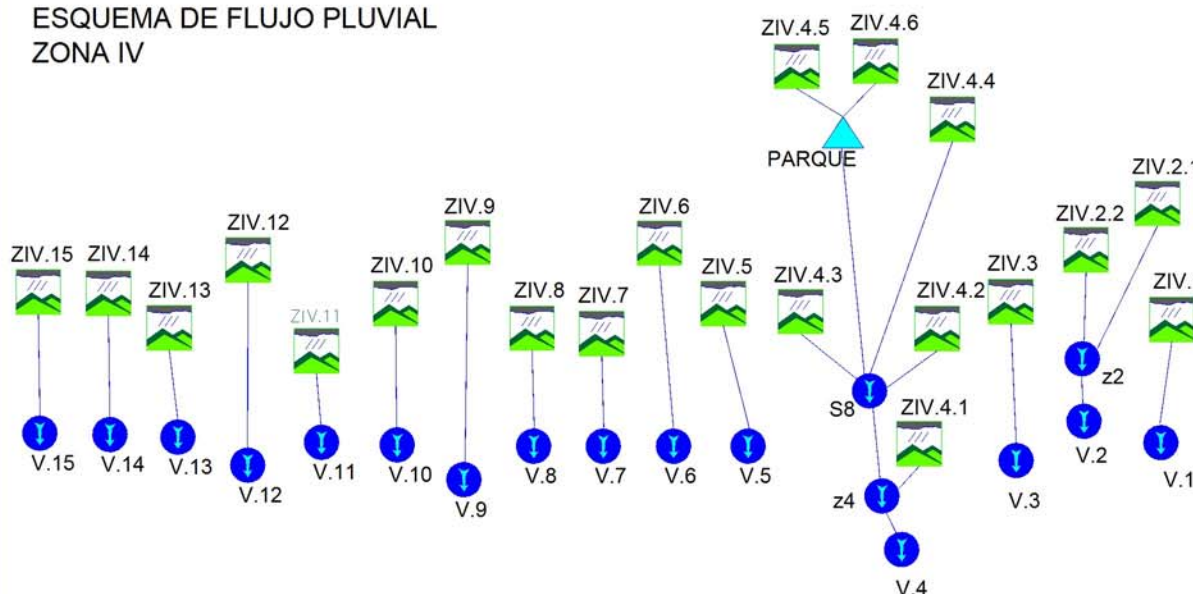


GRAFICO IV.7.1.16 (1) PATRON DE ESCURRIMIENTOS

más largo de 5.65 Km ( Arroyo Aeropuerto) y el de menor recorrido de sólo 600 m. Los arroyos existentes en esta cuenca son los siguientes: Tabla IV.7.1.16 (1).

TABLA IV.7.1.16 (1)

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE DEL ARROYO
Z IV.1	LOMAS DEL REY
Z IV.2	AEROPUERTO
Z IV.3	MORELIA
Z IV.4	TAPIOCA
Z IV.5	ARCADAS
Z IV.6	SALVARCAR
Z IV.7	CAMINO A LA ROSITA
Z IV.8	TABASCO
Z IV.9	MORELOS I
Z IV.10	MORELOS II
Z IV.11	INSURGENTES
Z IV.12	ZARAGOZA
Z IV.13	PAPALOTE
Z IV.14	INDEPENDENCIA
Z IV.15	PATRIA

FUENTE:IMIP

Se presenta el gráfico IV.7.1.16 (1) correspondiente, en la que se observa que los escurrimientos se dan de manera casi vertical, con pronunciada orientación Sur a Norte y sin conexión e influencia entre ellos, salvo los escurrimientos Sub-urbanos y Urbanos que se integran al Arroyo Tapioca:

En las tablas siguientes se presentan las características de las Micro – cuencas que conforman la Zona IV en su conjunto.

**En esta cuenca se encuentran solamente tres estructuras hidráulicas que pueden ser tomadas en consideración**, tres de las cuales con una mínima capacidad, de tal forma que no provocan impactos considerables en el comportamiento de los escurrimientos, ver Tabla IV.7.1.16 (3).

TABLA IV.7.1.16 (3) RELACIÓN DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS EXISTENTES EN LA ZONA IV

NOMBRE	NO. ID	TIPO DE OBRA	CORRIENTE	CAPA CIDAD M3	ALTURA. A. ARR. M	LONG. CORONA M	LONG. VERT M	DESFOGUE
MÁXIMO FAVELA	1	ALCANTARILLA	TAPIOCA	2,500	1.2	20		2 TUBERÍAS DE 0.60 CM
ZAFRA	2	ALCANTARILLA	TAPIOCA	3,000	1.9	20		TUBERÍA DE 0.60 CM
AEROPUERTO	3	BORDO	AEROPUERTO	5,000	0.5	40		NO REQUIERE
PARQUE HUNDIDO	4	POZOS ABS	TAPIOCA	2,000	1			NO

GRÁFICO IV.7.1.16 (2) CARACTERÍSTICAS DE SUB-CUENCAS Y MICRO-CUENCAS DE LA ZONA IV

SUB-CUENCA (CLAVE)	ÁREA KM2	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD M	COEFIC. "N"	TIEMPO CONCENTR TC	TIEMPO RETRASO TR
		ZONA URBANA	CERRIL O LOMERÍO					
ZONA IV.1 ARROYO LOMAS DEL REY								
ZIV.1	6.134	90	10	0.0136	4,050	83.3	0.9762	0.5857
ZONA IV.2 ARROYO AEROPUERTO								
ZIV.2	5.953	90	10	0.0103	5,650	83.3	1.4001	0.84
ZIV.2.1	0.676	90	10	0.0103	1,496	83.3	0.5032	0.3019
ZONA IV.3 ARROYO MORELIA								
ZIV.3	3.103	90	10	0.0128	1,880	83.3	0.5531	0.3318
ZONA IV.4 ARROYO TAPIOCA								
ZIV.4.1	0.864	80	20	0.02	600	81.6	0.1942	0.1165
ZIV.4.2	4.371	80	20	0.0212	3,000	81.6	0.656	0.3936
ZIV.4.3	1.925	90	10	0.0118	2,500	83.3	0.7101	0.4261
ZIV.4.4	0.526	80	20	0.0029	700	81.6	0.451	0.2706
ZIV.4.5	1.958	70	30	0.0104	1,000	79.9	0.3677	0.2206
ZIV.4.6	2.184	60	40	0.0083	1,450	78.2	0.5327	0.3196
ZONA IV.5 ARROYO ARCADAS								
ZIV.5	1.813	80	20	0.0175	1,550	81.6	0.4239	0.2544
ZONA IV.6 ARROYO SALVACAR								
ZIV.6	4.908	70	30	0.0256	4,100	79.9	0.7774	0.4664
ZONA IV.7 ARROYO CAMINO A LA ROSITA								
ZIV.7	0.543	60	40	0.0175	900	78.2	0.2789	0.1674
ZONA IV.8 ARROYO TABASCO								
ZIV.8	0.618	50	50	0.015	600	76.5	0.2163	0.1298
ZONA IV.9 ARROYO MORELOS I								
ZIV.9	1.797	40	60	0.0136	3,000	74.8	0.7748	0.4649
ZONA IV.10 ARROYO MORELOS II								
ZIV.10	4.009	40	60	0.0146	4,000	74.8	0.9415	0.5649
ZONA IV.11 ARROYO INSURGENTES								
ZIV.11	0.489	30	70	0.0135	4,500	73.1	1.0617	0.637
ZONA IV.12 ARROYO ZARAGOZA								
ZIV.12	5.713	30	70	0.0135	4,714	73.1	1.1003	0.6602
ZONA IV.13 ARROYO PAPALOTE								
ZIV.13	1.789	20	80	0.0135	2,255	71.4	0.6236	0.3742
ZONA IV.14 ARROYO INDEPENDENCIA								
ZIV.14	2.002	20	80	0.0135	3,062	71.4	0.7893	0.4736
ZONA IV.15 ARROYO PATRIA								
ZIV.15	3.164	20	80	0.0135	2,825	71.4	0.7418	0.4451
TOTAL	54							

FUENTE: IMIP

En el Fraccionamiento Roma existe un Parque hundido en donde se construyeron 5 pozos de absorción consistentes en excavaciones además de unos 5 m de profundidad y 2 m de diámetro, con el propósito de retener el agua proveniente de las partes altas del Arroyo Tapioca. Se calcula que este parque puede almacenar uno 2000 m<sup>3</sup> y los pozos de

absorción se encuentran en la parte más baja, hacia el centro del mismo, pero se observó que en el fondo de estos existe asolvamiento por lodos, lo cual evitará que en el futuro operen estas estructuras de manera eficiente.



Diagnóstico

Los escurrimientos generales de toda la Zona IV se  
presentan en la Tabla IV.7.1.16.(5):

TABLA IV.7.1.15.1 ESCURRIMIENTOS GENERAL ZONA IV

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZONA IV.1 ARROYO LOMAS DEL REY							
ZIV.1	6.134	13.49	119	26.15	230.59	38.29	341.04
V.1	6.134	13.49	119	26.15	230.59	38.29	341.04
ZONA IV.2 ARROYO AEROPUERTO							
ZIV.2.2	5.95	11.05	115.43	21.47	223.68	31.77	330.81
ZIV.2.1	0.676	1.78	13.25	3.44	25.42	5.05	37.6
Z2	6.626	12.83	128.68	23.45	249.1	34.21	368.41
V.2	6.626	11.05	115.43	21.47	223.68	31.77	330.81
ZONA IV.3 ARROYO MORELIA							
ZIV.3	3.103	8.18	60.2	15.6	116.65	22.63	172.52
V.3	3.103	8.18	60.2	15.6	116.65	22.63	172.52
ZONA IV.4 ARROYO TAPIOCA							
ZIV.4.6	2.184	4.67	34.74	9.29	69.98	13.84	105.98
ZIV.4.5	1.958	5.61	66.07	11.03	66.44	16.42	99.41
PARQUE	4.142	9.62	66.07	18.92	134.22	27.51	203.48
ZIV.4.3	1.925	4.98	37.34	9.56	72.36	13.91	107.03
ZIV.4.2	4.371	10.71	79.27	20.81	155.73	30.55	232.23
ZIV.4.4	0.525	1.39	9.52	2.72	18.7	4.03	27.89
S8	10.963	26.56	192.21	51.68	381	75.38	570.63
ZIV.4.1	0.864	2.02	10.77	4.18	22.6	6.44	35.13
Z4	11.827	27.69	202.98	54.04	403.62	78.97	605.76
V.4	11.827	27.69	202.98	54.04	403.62	78.97	605.76
ZONA IV.5 ARROYO ARCADAS							
ZIV.5	1.813	0.03	1.41	0.06	2.79	0.09	4.19
V.5	1.813	0.03	1.41	0.06	2.79	0.09	4.19
ZONA IV.6 ARROYO SALVARCAR							
ZIV.6	4.683	10.72	79.49	20.13	158.2	29.9	237.77
V.6	4.683	10.72	79.49	20.13	158.2	29.9	237.77
ZONA IV.7 ARROYO CAMINO A LA ROSITA							
ZIV.7	0.543	1.64	8.63	3.25	17.4	4.87	26.34
V.7	0.543	1.64	8.63	3.25	17.4	4.87	26.34
ZONA IV.8 ARROYO TABASCO							
ZIV.8	0.618	0.47	2.49	0.94	5.08	9.97	79.62
V.8	0.618	0.47	2.49	0.94	5.08	9.97	79.62
ZONA IV.9 ARROYO MORELOS I							
ZIV.9	1.8	3.19	25.18	6.55	51.85	32.75	177.65
V.9	1.8	3.19	25.18	6.55	51.85	32.75	177.65
ZONA IV.10 ARROYO MORELOS II							
ZIV.10	4.01	10.62	56.18	21.51	115.68	32.75	177.65
V.10	4.01	10.62	56.18	21.51	115.68	32.75	177.65
ZONA IV.11 ARROYO INSURGENTES							
ZIV.11	0.49	0.68	6.43	1.41	13.39	2.15	20.7
V.11	0.49	0.68	6.43	1.41	13.39	2.15	20.7
ZONA IV.12 ARROYO ZARAGOZA							
ZIV.12	5.71	7.9	75.22	16.41	156.48	25.05	241.88
V.12	5.71	7.9	75.22	16.41	156.48	25.05	241.88
ZONA IV.13 ARROYO PAPALOTE							
ZIV.13	1.79	2.96	22.14	6.17	46.51	9.49	72.35
V.13	1.79	2.96	22.14	6.17	46.51	9.49	72.35
ZONA IV.14 ARROYO INDEPENDENCIA							
ZIV.14	2	3.09	24.78	6.48	52.05	10	80.97
V.14	2	3.09	24.78	6.48	52.05	10	80.97
ZONA IV.15 ARROYO PATRIA							
ZIV.15	3.16	5.04	39.16	10.53	82.26	16.24	127.97
V.15	3.16	5.04	39.16	10.53	82.26	16.24	127.97
TOTAL	54						

FUENTE: IMIP



## IV.8. CUENCA ZONA V RÍO BRAVO

### IV.8.1. DESCRIPCIÓN

Está limitada al Norte-Noroeste por el bordo del Río Bravo y/o el Dren Interceptor; por la Avenida de las Américas al Poniente y por la Acequia Madre o Canal Principal del Distrito de Riego 009 al Sur Suroeste.

Es una zona céntrica de gran desarrollo comercial, industrial y de servicios, está provista de importantes vialidades y ahí se asientan importantes empresas Maquiladoras. Topográficamente es muy plana sin conexión con otras zonas. Los escurrimientos que genera su cuenca propia descargan parcialmente en el Dren Interceptor y otra parte hacia el cauce antiguo del Río Bravo, sin embargo existen identificadas zonas que se ven afectadas por inundaciones, dado que los escurrimientos no tienen salida. Es importante señalar que un tramo considerable del Dren Interceptor fue eliminado con la construcción del Boulevard Fronterizo. Colinda con las **ZONAS IV y VI** al Sur y con la **ZONA VII** al Oeste. Ver Plano IV.ZV.

Por su topografía plana, no existen en esta zona cauces definidos, ni obras de control, sin embargo, considerando las zonas que frecuentemente sufren problemas de inundaciones, **se dividió en 10 Sub-cuencas.**

#### IV.8.1.1.SUB-CUENCA CLAVE: ZV.1

### ESQUEMAS DE FLUJO PLUVIAL

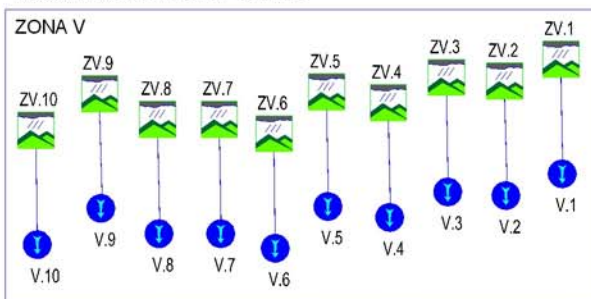


FIGURA IV.8.(1) ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL ZONA V

Corresponde a la zona de la ciudad que incluye las colonias Américas, Córdova Américas, Patricia, Mayorga, Los Naranjos, Olmos, Santa Mónica, Vista del Norte, Fovissste Chamizal, Rincones del Campanario, el PRONAF y Monumental entre otras, colinda con el Río Bravo, Acequia Madre y Avenida de las Américas.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca CLAVE: ZV.1 se encuentran en la Tabla IV.8.1.1:

#### IV.8.1.1.1.ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

TABLA IV.8.1.1 - SUB-CUENCA CLAVE: ZV.1

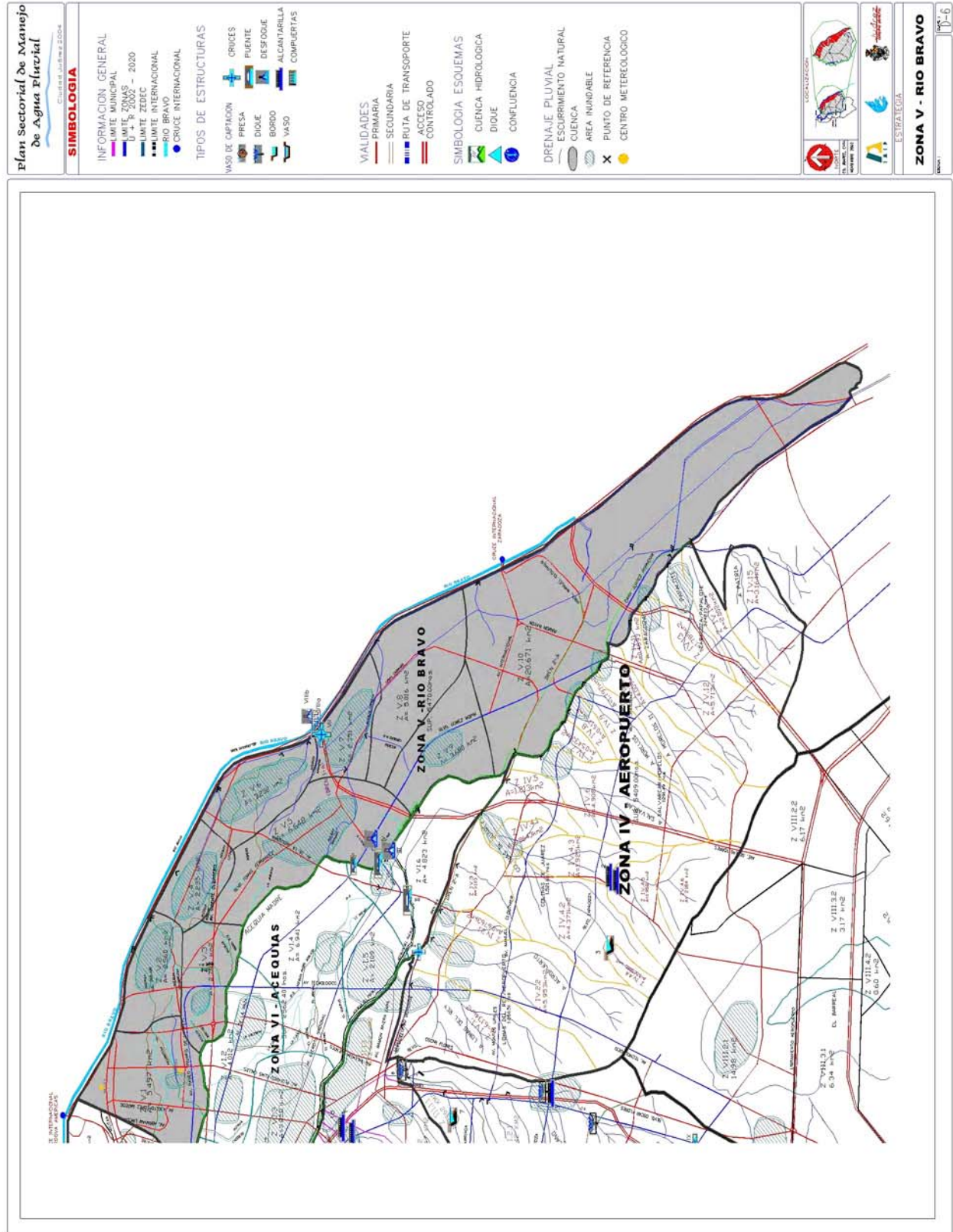
ÁREA (KM2)		5.50
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85.0
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.41
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.85

FUENTE:IMIP

La Sub-cuenca **ZV.1** se encuentra delimitada por la Acequia Madre, Río Bravo, Av. de las Américas y Av. del Charro. Sus escurrimientos se concentran en la zona representada por el cruce de la Av. M. Alanís y Plutarco Elías Calles en la colonia Residencial la Villa.

Una posibilidad para almacenar e infiltrar agua es el antiguo cauce del Río Bravo que se ubica entre la Av. de las Américas y Av. del Charro, donde se cuenta con una depresión natural que puede almacenar considerables volúmenes de agua, situación que deberá ser revisada con levantamientos topográficos de campo, incluyendo el análisis detallado de la dirección de los escurrimientos que fluyen por las calles de esta Sub-cuenca.









FIGURAS IV.8.(2-9) CUENCA ZONA V RÍO BRAVO



FIGURA IV.8.(2)



FIGURA IV.8.(3)



FIGURA IV.8.(4)



FIGURA IV.8.(5)



FIGURA IV.8.(6)



FIGURA IV.8.(7)



FIGURA IV.8.(8)



FIGURA IV.8.(9)



Colinda con la Acequia Madre; su limite Norte es el Río Bravo, al Poniente colinda con la Av. Valentín Fuentes, al Sur con La Av. Paseo Triunfo de la Republica y Profesora Gómez Veleta. En esta Sub – cuenca se encuentra el Parque Industrial Omega y Magnaplex, el Fraccionamiento Universidad, Puerta del Sol y Vista del Sol.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZV.2** son los siguientes:

TABLA IV.8.1.2 SUB-CUENCA CLAVE: ZV.2

ÁREA (KM2)		2.56
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.42
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.85

FUENTE:IMIP

#### IV.8.1.2.1.ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub-cuenca ZV.2 al Norte colinda con el Río Bravo, Al Sur llega hasta la calle Profesora Gómez Veleta; Al Poniente su límite es la Av. Del Charro y al Oriente es el Fraccionamiento Fidel Velásquez. **Su área de 256 has. provocan encharcamientos de un 30 a un 40% de su superficie**, principalmente en las zonas cercanas al Río. **Las aguas pluviales son desalojadas por el sistema de alcantarillado sanitario.**

#### IV.8.1.3.SUB-CUENCA CLAVE: ZV.3

Al Sur colinda con la Acequia Madre, al Norte con la Sub-cuenca **ZV.2** y al Oriente con las Sub-cuencas ZV.4 y ZV.5. El Parque Industrial Fuentes se encuentra dentro de esta Sub-cuenca ZV.3

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZV.3**, en la Tabla IV.8.1.3:

TABLA IV.8.1.3 SUB-CUENCA CLAVE: ZV.3

ÁREA (KM2)		2.79
PENDIENTE (S)		0.0026
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.26
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.75

FUENTE:IMIP

#### IV.8.1.3.1.ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

El lado Norte de la **Sub-cuenca ZV.3** colinda con la Zona V.2, al Sur con la Acequia Madre, de Poniente a Oriente se define desde las calles Miguel de Cervantes hasta el cruce con el Boulevard Tomas Fernández y Vicente Guerrero.

En ésta Sub–cuenca **el agua se concentra entre la Acequia Madre y la Av. Paseo Triunfo de la Republica**, a la altura de la curva donde esta última avenida cambia de nombre a Av. Tecnológico. **El volumen calculado de escurrimiento de agua pluvial es de 110,530 m³ (TR=25)** que se almacena temporalmente cubriendo un área de aproximadamente 1.0 Km², **alcanzando tirantes de 10 a 20 cm, que disminuyen paulatinamente conforme se introduce el agua en las atarjeas del drenaje sanitario de la ciudad.**

#### IV.8.1.4 SUB-CUENCA CLAVE ZV.4

Colinda con el Río Bravo al Norte, al Oriente con la Av. de la Industria, al Sur la Av. Vicente Guerrero y al Poniente con las Sub-cuencas **ZV.2 y ZV.3**. Se encuentran las colonias Alameda, Arboleda, Residencial, Las Villas y la Parcela.

Los Parámetros Físicos de esta sub-cuenca son los siguientes Tabla IV.8.1.4:

TABLA IV.8.1.4 - SUB-CUENCA CLAVE: ZV.4

ÁREA (KM2)		2.24
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85.00
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.65
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.37

FUENTE:IMIP



#### IV.8.1.4.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Esta **Sub-cuenca ZV.4** se encuentra rodeada por las Sub-cuencas V.2, V.3, V.5 y V.6, al Norte se encuentra el Río Bravo y al Sur llega hasta un poco mas allá de la Av. Vicente Guerrero, hacia el Oriente llega hasta la Av. De la Industria.

**El área de inundación se extiende de manera concéntrica a su forma, abarcando alrededor de un 50% de su superficie.** Al igual que la Zona V.2, a lo largo del Río se encuentra un bordo que evita que el agua escurra hasta el cauce del mismo, motivo por el cual el agua se concentra en encharcamientos por las calles. **Es necesario buscar áreas de control y disposición de estos volúmenes de agua, que de acuerdo a la tabla que se presentó anteriormente, puede llegar hasta 88,700 m<sup>3</sup>, lo que provoca láminas de encharcamiento de hasta 10 a 15 cm en las calles.**

#### IV.8.1.5. SUB-CUENCA CLAVE ZV.5

Sub-cuenca que colinda al Norte con la ZV.4 y ZV.6 al Oriente con la Av. de las Torres y al Sur Poniente con la Acequia Madre y la ZV.3. En esta Sub-cuenca se encuentra ubicado el Hipódromo y la mayor parte del Parque Industrial Bermúdez, así como el Fraccionamiento Campos Elíseos

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZV.5** son los que se observan en la Tabla IV.8.1.5:

TABLA IV.8.1.5- SUB-CUENCA CLAVE: ZV.5

ÁREA (KM2)		6.648
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	80
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		81.6
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.057
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.634

FUENTE:IMIP

#### IV.8.1.5.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub-cuenca ZV.5 esta constituida por una franja alargada de aproximadamente 1.5 Km. de ancho cuyo límite Sur es la Acequia Madre, desde el Parque Industrial Los Fuentes hasta la intersección de esta Acequia con la Av. De las Torres. Al Norte colinda con las Sub-cuencas V.4 y V.6 y al Oriente con las V.7, V.8 y V.9.

La concentración del agua se observa en la Av. Tomas Fernández desde la Av. De la Industria hasta la Av. De las Torres, llegando en algunos puntos hasta la Acequia madre.

El Volumen que se genera es del orden de 236,850 m<sup>3</sup>, provocando inundaciones en las calles con láminas de agua del orden de 15 cm. de profundidad en algunas zonas.

#### IV.8.1.6. SUB-CUENCA CLAVE: ZV.6

La Sub-cuenca colinda con el Río Bravo hacia el Nor-Oriente, al Sur tiene como límite la Av. de las Torres y al poniente con las Sub-cuencas ZV.4 y ZV.5. Una gran parte del área corresponde a terrenos agrícolas, encontrándose solamente el Fraccionamiento Valle Verde y Residencial Alamedas.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZV.6** son los siguientes:

TABLA IV.8.1.6 - SUB-CUENCA CLAVE: ZV.6

ÁREA (KM2)		6.65
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	80
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		81.6
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.05
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.63

FUENTE:IMIP

#### IV.8.1.6.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La superficie de esta **Zona V.6** es de forma alargada, de aproximadamente 1.5 Km de ancho, colinda con el Río Bravo desde la Av. De la Industria hasta la Av. De las Torres, teniendo también como límites las Micro-cuencas V.4, V.5 y V.7. El agua escurre hacia el centro de esta Micro-cuenca, cubriendo alrededor de un 50% de su área, provocando encharcamientos importantes. El volumen escurrido se calculó en 110,000 m<sup>3</sup> para una tormenta de 25 años que provoca tirantes de agua en las calles del orden de 10 cm, hasta que el agua es desalojada por las atarjeas y colectores sanitarios.

#### IV.8.1.7. SUB-CUENCA CLAVE: ZV.7

Es una Sub-cuenca donde el desarrollo urbano es apenas incipiente, encontrándose la mayor parte de la superficie con uso agrícola. Al Nor-Oriente esta limitada por el Río Bravo, al Sur por la Acequia Cordero y al Poniente por la Av. De las Torres.

**Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca**  
**CLAVE: ZV.7 se observan en la Tabla IV.8.1.7:**

TABLA IV.8.1.7 - SUB-CUENCA CLAVE: ZV.7

ÁREA (KM2)		3.26
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	70
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	30
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		79.9
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.80
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.48

FUENTE:IMIP

**IV.8.1.7.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS**

La Sub-cuenca **ZV.7** se define entre la Av. De las Torres, el Río Bravo, llega un poco más al Sur y Oriente de la Acequia Cordero hasta su intersección con el Río. Las áreas inundables se presentan prácticamente a lo largo de toda la Micro-cuenca hacia la margen izquierda de la Acequia Cordero. La superficie esta conformada principalmente por terrenos de cultivo del Distrito de Riego 09, por lo que estos encharcamientos se mantienen hasta que se infiltran o se evaporan, alcanzando volúmenes escurridos de 35,000 y 71,480 m<sup>3</sup> en dichas áreas.

**IV.8.1.8. SUB- CUENCA CLAVE: ZV.8**

Al Sur colinda con la Sub-cuenca Z V.9, por una línea paralela al Boulevard Gómez Morin, al Poniente colinda con la Av. de las Torres, encontrando al Norte la Sub-cuenca ZV.7 y finalmente al Nor-Oriente tiene limites con el Río Bravo. El uso del suelo actualmente es agrícola. Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca CLAVE: ZV.8 se presentan en la Tabla IV.8.1.8:

TABLA IV.8.1.8 - SUB-CUENCA CLAVE: ZV.8

ÁREA (KM2)		5.02
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	50
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	50
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		76.5
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.04
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.62

FUENTE:IMIP

**IV.8.1.8.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS**

La Sub-cuenca **ZV.8** colinda al Nor-Oeste con el Río Bravo, llegando prácticamente a la Av. de las Torres y un poco antes del Boulevard Gómez Morín, terminando en el camino viejo a Zaragoza hasta su intersección con el Río. En ésta Micro-cuenca se presentan

terrenos de cultivo, con poco avance de la urbanización, siendo muy escasos los asentamientos, el agua no se concentra en un área especifica sino mas bien se presentan encharcamientos aislados en toda la superficie. **Se calcula que el volumen total escurrido puede llegar a 152,510 m<sup>3</sup>.**

**IV.8.1.9. SUB-CUENCA CLAVE: ZV.9**

Es una Sub-cuenca que al Sur colinda con la Acequia Madre desde la Av. De las Torres hasta la unión de esta Acequia con el Dren 2-A, donde al Poniente colinda con la misma Av. De las Torres ya mencionada, al Norte se encuentra la Sub-cuenca ZV.8 y al Oriente la ZV.10. El 40% de su superficie se encuentra urbanizada. Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZV.9** son los siguientes:

TABLA IV.8.1.9 - SUB-CUENCA CLAVE: ZV.9

ÁREA (KM2)		3.68
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	40
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	60
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		74.8
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.89
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.53

FUENTE:IMIP

**IV.8.1.9.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS**

Es una Sub-cuenca (**ZV.9**) que corresponde al complemento Sur de la Zona V.8, llegando hasta la Acequia Madre en el tramo desde la Av. de las Torres hasta la intersección de ésta con el Dren 2-A. El volumen calculado en unos 106,190 m<sup>3</sup> para un TR=25 años, se concentra principalmente hacia el lado Sur del Boulevard Gómez Morín a la altura del Fraccionamiento Satélite.

**IV.8.1.10. SUB-CUENCA CLAVE: ZV.10**

Esta Sub-cuenca se encuentra comprendida entre el Río Bravo y la Acequia Madre, desde el Fraccionamiento Quintas del Valle hasta aproximadamente 1 km al Sur Poniente del Boulevard Independencia. Dentro de su área se encuentra el Parque Industrial Río Bravo y el cruce Internacional Zaragoza.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZV.10** son los siguientes:



Diagnóstico

TABLA IV.8.1.10 - SUB-CUENCA CLAVE: ZV.10

ÁREA (KM2)		20.67
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	40
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	60
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		74.8
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.41
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.85

FUENTE:IMIP

#### IV.8.1.10.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

En la parte extrema Oriental de la **Sub-cuenca ZV10**, se encuentra limitada al Nor-Este por el Río Bravo, al Nor-Oeste por las Micro-cuenclas V.8 y V.9, el Canal Principal lo limita por el lado Sur, llegando a unos dos kilómetros al Oriente del Boulevard Independencia.

En su área se encuentran varias vialidades importantes tales como el Boulevard Gómez Morín, Av. Internacional, Ramón Rayón y Boulevard Independencia, entre Otras, así mismo, se encuentra el cruce internacional Zaragoza. Estas vialidades conforman también Micro-cuenclas que concentran el agua dentro de las superficies que encierran entre ellas, sin existir un sitio bien definido de descarga total.

**El volumen total que puede escurrir en ésta Micro-cuenca se ha calculado en 596,440 m<sup>3</sup>, los cuales principalmente se infiltran y evaporan dentro de su área.**

#### IV.8.1.11. ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS PARA LA ZONA V RÍO BRAVO

La Zona V Río Bravo está formada por una franja paralela al Río Bravo, con un ancho de 1 a 2 Km. **iniciando en la Av. De las Américas y llegando hasta 1 Km. al Oriente del Boulevard Independencia, su límite Sur es la Acequia Madre mientras que su límite Norte es el mismo Río.**

Se caracteriza por ser una zona muy plana, sus Micro-cuenclas son cerradas, sin escurrimientos definidos, provocando importantes encharcamientos al centro de cada una de ellas y con ello, problemas en épocas de lluvias. El agua es desalojada por el drenaje sanitario que finalmente llega a las plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad.

Su parte Nor-Poniente, desde la Av. de las Américas hasta la Av. De la Industria se encuentra urbanizada, el resto aun son terrenos agrícolas pertenecientes a la primera Unidad del Distrito de Riego, en donde aun se encuentran varios canales laterales y acequias que son utilizadas para la distribución de agua en los terrenos de cultivo.

Las características físicas de las Sub-cuenclas que componen la Zona V, se observan en la Tabla IV.8.1.11 (1).

En esta Sub-cuenca no se encuentran cauces de arroyos, se presentan los volúmenes de escurrimiento para cada una de las Sub-cuenclas en una sola tabla (IV.8.1.11(2)) y para cada uno de los tiempos de retorno que se analizan en los apartados correspondientes a la descripción de las Sub-cuenclas, así como una descripción de las características principales de las mismas, incluyendo la problemática actual provocado por el drenaje pluvial.

TABLA IV.8.1.11(1) CARACTERÍSTICAS DE SUB-CUENCLAS Y MICRO-CUENCLAS DE LA ZONA V

SUB-CUENCA (CLAVE)	ÁREA KM 2	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD M	COEFIC. "N"	TIEMPO CONCENTR TC	TIEMPO RETRASO TR
		ZONA URBANA	CERRIL O LOMERÍO					
ZV.1	5,50	100	0	0,0035	3.393	85,00	14,170	0,8502
ZV.2	2,56	100	0	0,0020	2.592	85,00	14,206	0,8524
ZV.3	2,79	100	0	0,0026	2.533	85,00	12,650	0,7590
ZV.4	2,24	100	0	0,0035	1.155	85,00	0,6183	0,3710
ZV.5	6,65	80	20	0,0035	2.32	81,60	10,575	0,6345
ZV.6	3,26	70	30	0,0035	1.625	79,90	0,8039	0,4824
ZV.7	2,35	50	50	0,0035	1.0300	76,50	0,5659	0,3395
ZV.8	5,02	50	50	0,0035	2.28	76,50	10,434	0,6261
ZV.9	3,68	40	60	0,0035	1.86	74,80	0,8920	0,5352
ZV.10	20.67	40	60	0,0035	3.425	74,80	14,274	0,8564

TABLA IV.8.1.11(2) VOLÚMENES ESCURRIDOS POR SUB-CUENCA

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM 2	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 5	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 25	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 100
ZV.1	5.497	114.26	218.16	319.86
ZV.2	2.56	53.21	101.6	148.96
ZV.3	2.785	57.88	110.53	162.05
ZV.4	2.235	46.45	88.7	130.05
ZV.5	6.648	120.56	236.85	353.21
ZV.6	3.258	55.3	110.06	165.42
ZV.7	2.351	35.08	71.48	109.02
ZV.8	5.016	74.86	152.51	232.6
ZV.9	3.68	51.56	106.19	163.07
ZV.10	20.67	289.65	596.44	915.92
TOTAL	54.7	898.81	1,792.52	2,700.16

FUENTE:IM IP

ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL

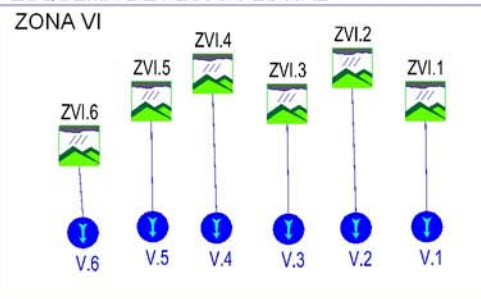


FIGURA IV.9.(1) ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL ZONA VI  
IV.9.1.1. SUB-CUENCA ZVI.1

Esta Sub-cuenca esta limitada al Norte por la Av. Paseo Triunfo de la República, al Sur Poniente por la Acequia del Pueblo, alojando en su interior a las colonias Exhipódromo, El Barreal, Partido Romero, Monumento y parte del Centro.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE:** **ZVI.1** aparecen Tabla IV.9.1.1:

TABLA IV.9.1.1 - SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.1

ÁREA (KM2)		3.881
PENDIENTE (S)		0.0025
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.42
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.85

FUENTE:IM IP

#### IV.9.1.1.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub-cuenca **ZVI.1** tiene una forma triangular, se localiza en el extremo Nor-Poniente de la cuenca, delimitada por la Acequia Madre y la Acequia del Pueblo desde su derivación hasta el cruce de las calles Municipio Libre y Boulevard Oscar Flores y un poco más al oriente de la Av. de las Américas.



## IV.9. CUENCA ZONA VI ACEQUIAS

### IV.9.1. DESCRIPCIÓN

Se forma en la intersección de la Acequia Madre con la Acequia del Pueblo. La Acequia Madre circunda al Norte esta zona, mientras que la Acequia del Pueblo constituye su límite Sur hasta un punto que se ubica pasando la Carretera Panamericana, a partir del cual el Dren 2-A es su nuevo límite Sur.

Esta compuesta por seis Sub-cuencas, cada una de las cuales se define como endorréica, acumulando el agua hacia el centro de las mismas, con pendientes muy suaves generando con ello seis zonas de inundación, una por Sub-cuenca, ver Plano IV.ZVI. No existen colectores pluviales para desalojar los escurrimientos que genera su propia cuenca, lo cual se ve agravado por el desborde de la Acequia del Pueblo y Dren 2-A a falta de capacidad.



## Diagnóstico

En esta Sub-cuenca **se presentan dos zonas de inundación**, una se ubica entre las Avenidas 16 de Septiembre, Juan Gabriel y la Insurgentes, siendo cruzada por la Av. Vicente Guerrero, localizada en el centro antiguo de la ciudad. La otra se ubica entre la Av. Insurgentes y Av. Reforma anegando principalmente la Colonia Hipódromo.

**El volumen total escurrido se ha calculado en 154,000 m<sup>3</sup>, que se almacenan en las áreas descritas con láminas promedio de agua de 10 a 20 cm que se van desalojando lentamente por el drenaje sanitario.**

## IV.9.1.2. SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.2

Es una pequeña Sub-cuenca que colinda al Norte con la Acequia Madre, formando una franja desde la calle Francisco Márquez hasta la Av. Tecnológico, limitándose por su parte Poniente por la Calle 2 de Abril.

Los parámetros Físicos de esta Sub-cuenca CLAVE:ZVI.2 corresponden a los que se presentan en la Tabla IV.9.1.2:

TABLA IV.9.1.2 - SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.2

ÁREA (KM <sup>2</sup> )		4.012
PENDIENTE (S)		0.009
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85.0
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		2.37
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.42

FUENTE:IM IP

## IV.9.1.2.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

**La Sub-cuenca ZVI.2** esta formada por una franja de aproximadamente 1.0 Km. de ancho, cuyo límite Norte es la Acequia Madre, desde la calle Efrén Ornelas, hasta el fraccionamiento Rincones de Santa Rita, en tanto que a la altura del Parque Industrial Los Fuentes, Colinda con las Sub-cuencas V.1, V.3 y V.4.

En esta Sub-cuenca también **se presentan dos áreas de inundación**, una entre las Avenidas Plutarco Elías Calles y Adolfo López Mateos a la altura de la Avenida de la Raza y la otra en el cruce de las Avenidas Valentín Fuentes, de la Raza y Av. Del Charro.

**El volumen total escurrido se ha calculado en 159,230 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 25 años**

que provoca encharcamientos extensos hasta de 20 cm de profundidad y que son **desalojados a través del sistema de alcantarillado municipal.**

## IV.9.1.3 SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.3

Al Sur Poniente se encuentra la Acequia del Pueblo, colindando al Norte con la Sub - cuenca Z V.2 desde la terminación de la Av. Oscar Flores hasta la Av. Valentín Fuentes. Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca (**CLAVE: ZVI.3**) aparecen en la Tabla IV.9.1.3 y son los siguientes:

TABLA IV.9.1.3 - SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.3

ÁREA (KM <sup>2</sup> )		3.858
PENDIENTE (S)		0.0012
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.94
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.16

FUENTE:IM IP

## IV.9.1.3.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Se encuentra en la margen Izquierda de la Acequia del Pueblo entre el cruce de ésta con el Boulevard Municipio Libre hasta cerca de la Av. Valentín Fuentes, con un ancho de 1.5 Km aproximadamente. Debido a los escurrimientos pluviales esta **Sub-cuenca ZVI.3** se inunda hasta un 70% de su superficie. El volumen total de agua para un **TR de 25 años se calcula en 153,120 m<sup>3</sup> que son desalojados principalmente por el drenaje sanitario.**

## IV.9.1.4 SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.4

Se limita con la Acequia Madre desde la Av. Tecnológico hasta Av. De las Industrias, llegando hasta la acequia del Pueblo a la altura de la Av. Valentín Fuentes, reduciéndose más adelante hasta la Av. Ejército Nacional. Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZVI.4** son los siguientes:

TABLA IV.9.1.4 - SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.4

ÁREA (KM <sup>2</sup> )		6.941
PENDIENTE (S)		0.0013
COBERTURA	ZONA URBANA	100
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	0
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		85.0
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		2.3
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.38

FUENTE:IM IP

# Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial

Ciudad Juárez 2004

Diagnóstico

**Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial**  
Ciudad Juárez, 2004

**SIMBOLOGIA**

**INFORMACION GENERAL**

- LIMITE MUNICIPAL
- LIMITE ZONAS U + H 2002 - 2020
- LIMITE ZEDEC
- LIMITE INTERNACIONAL
- PRO BRAVO
- CRUCE INTERNACIONAL

**TIPOS DE ESTRUCTURAS**

- WASO DE CAPTACION
- CRUCES
- PRESA
- PUENTE
- DIQUE
- DESFOQUE
- BORDO
- ALCANTARILLA
- COMPUERTAS
- VASO

**VIALIDADES**

- PRIMARIA
- SECUNDARIA
- RUTA DE TRANSPORTE
- ACCESO CONTROLADO

**SIMBOLOGIA ESQUEMAS**

- CUENCA HIDROLOGICA
- DIQUE
- CONFLUENCIA

**DRENAJE PLUVIAL**

- ESCURRIMIENTO NATURAL
- CUENCA
- AREA INUNDABLE
- X PUNTO DE REFERENCIA
- CENTRO METEOROLOGICO

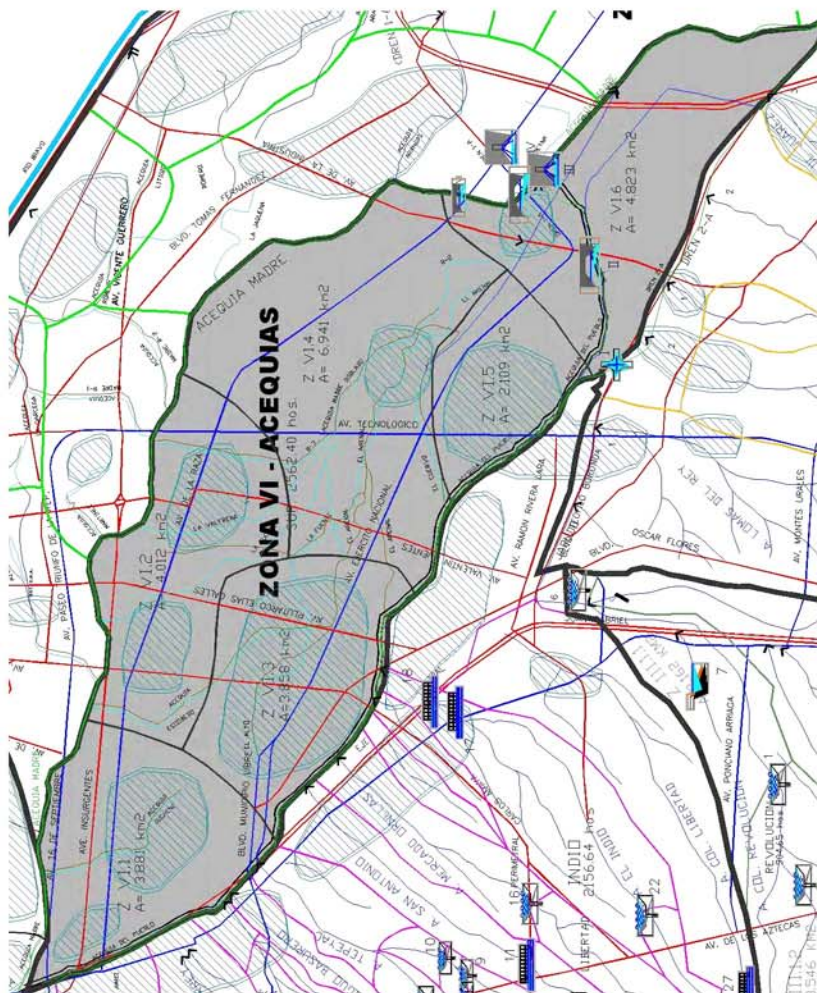
**LOCALIZACION**

**LOGO**

**DIAGNOSTICO**

**ZONA VI - ACEQUIAS**

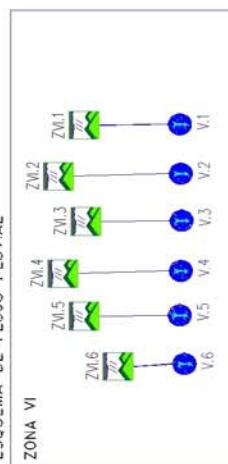
10-7



VOLUMENES ESCURRIDOS ZONA VI

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA	VOLUMEN ESCURRIDO	VOLUMEN ESCURRIDO	VOLUMEN ESCURRIDO
	KM2	X 1000 M3	X 1000 M3	X 1000 M3
		TR = 5	TR = 25	TR = 100
ZVI.1	3.881	80.67	154.03	225.83
ZVI.2	4.012	83.39	159.23	233.45
ZVI.3	3.858	80.19	153.12	224.49
ZVI.4	6.941	144.28	275.47	403.88
ZVI.5	2.109	38.24	75.14	112.05
ZVI.6	4.823	71.98	146.64	223.65
TOTAL	25.624	498.75	963.63	1,423.35

ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL





FIGURAS IV.9.(2-9) CUENCA ZONA VI ACEQUIAS



FIGURA IV.9.(2)



FIGURA IV.9.(3)



FIGURA IV.9.(4)



FIGURA IV.9.(5)

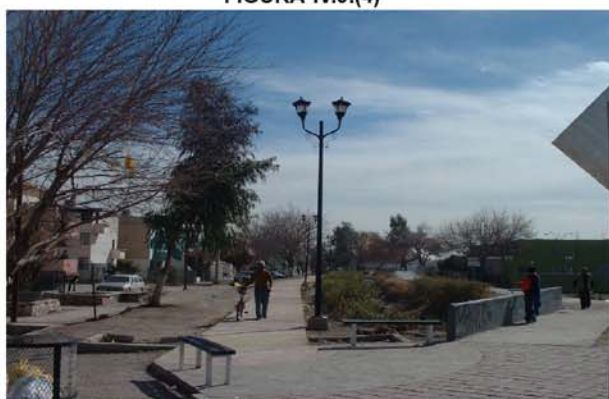


FIGURA IV.9.(6)



FIGURA IV.9.(7)



FIGURA IV.9.(8)

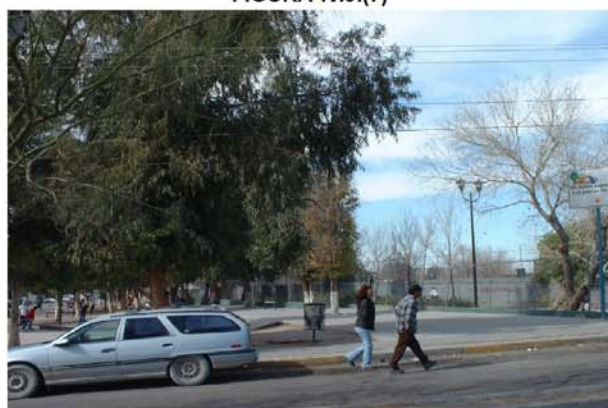


FIGURA IV.9.(9)



#### IV.9.1.4.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub-cuenca ZVI.4 es la más grande de esta cuenca, se limita al Nor-Este por la Acequia Madre, Al Nor-Oeste colinda con las Sub-cuencas VI.2 y VI.3, al Poniente llega en un tramo del orden de 1 Km a la altura de la Av. Valentín Fuentes; Hacia el Sur tiene como límite la Sub-cuenca VI.5 que se interna en la VI.4 desde el Parque Industrial Ramón Rivera Lara hasta el fraccionamiento Jardines Residencial por el lado de la Acequia del Pueblo, llega hasta el cruce de la Av. De la Industria y el Blvd. Gómez Morín.

La Zona VI.4 concentra parte de sus escurrimientos en los fraccionamientos Virreyes, Real de San José y Seminario. **El volumen calculado para una tormenta de un periodo de retorno de 25 años es de 275,470 m³ que produciendo encharcamientos hasta de 30 cm de profundidad en un área de aproximadamente 1 Km² en los fraccionamientos mencionados.**

#### IV.9.1.5. CLAVE: ZVI.5

Limita al sur con la Acequia del Pueblo y al norte con la ZVI.6; la Norte y Oriente con la ZVI.4 ya la Sur Poniente con la Acequia del Pueblo.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZVI.5** se dan en la Tabla IV.9.1.5:

TABLA IV.9.1.5 - SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.5

ÁREA (KM2)		2.109
PENDIENTE (S)		0.0026
COBERTURA	ZONA URBANA	80
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		81.6
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.21
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.72

FUENTE:IM IP

#### IV.9.1.5.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub-cuenca ZVI. 5 colinda al Poniente con la Acequia del Pueblo, desde el Parque Industrial Ramón Rivera Lara hasta los fraccionamientos Jardines Residencial, internándose hacia el Noroeste hasta el Camino Viejo a San José localizado un poco al Norte paralelo a la Av. Ejercito Nacional.

La zona de inundación cubre alrededor de un 60 % de la superficie total de esta Sub-cuenca. El volumen escurrido en esta zona es de unos 75,140m³ para TR = 25 años, sin embargo, se observa en que **el cruce de la Av. Tecnológico y Acequia del Pueblo, se produce un desbordamiento de la Acequia al obstruirse la alcantarilla y por falta de capacidad del propio canal para conducir el gasto proveniente de la entrada de agua de los arroyos de la Zona II que descargan en la margen derecha de la Acequia.**

#### IV.9.1.6. CLAVE: ZVI.6

Forma un triangulo con el Dren 2-A a la altura del Parque Central, Acequia Madre a la altura de la Av. De la Industria hasta la unión de esto dos cauces agrícolas.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE: ZVI.6** son los siguientes:

TABLA IV.9.1.6 - SUB-CUENCA CLAVE: ZVI.6

ÁREA (KM2)		4.823
PENDIENTE (S)		0.0012
COBERTURA	ZONA URBANA	50
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	50
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		76.5
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		2.17
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.3

FUENTE:IM IP

#### IV.9.1.6.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS SUB-CUENCA ZVI.6

Los límites de la Sub-cuenca ZVI.6 forman un triangulo constituido por la Acequia Madre, el Dren 2-A y las zonas VI.4 y VI.5, por la Acequia Madre su colindancia va desde el cruce del Boulevard Gómez Morín hasta su intersección con el Dren 2-A.

Dentro de la superficie de esta Sub-cuenca **se observan inundaciones en el cruce de la Acequia Madre y Dren 1-A, cerca de la Av. Ejercito Nacional, aunque en esta parte se acumula alrededor de un 25% del total de agua escurrida**, el resto se distribuye en los terrenos de cultivo que se encuentran en aproximadamente el 50% del área total. El volumen escurrido ha sido calculado en 146.640 m³ para un TR=25 años.



#### IV.9.1.7. ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS PARA LA ZONA VI ACEQUIAS

Esta definida por el área que se encuentra entre la Acequia Madre por el lado Nor-Este y por la Acequia del Pueblo y Dren 2-A por el lado Suroeste, formando una especie de óvalo cuyas puntas se encuentran, una en el cruce de la Av. Juan Gabriel y 16 de Septiembre y la otra en la intersección de la Acequia Madre y el Dren 2-A, un poco al oriente de la Av. De las Torres.

Hidrologicamente tiene las mismas características que la cuenca denominada Zona V, es decir, esta **formada por una serie de Sub-cuencas cerradas, sin escurrimientos bien definidos que se dan por las calles de la ciudad**, concentrando importantes volúmenes de agua en áreas específicas y provocando grandes áreas de inundación aunque **de corta duración debido a su paulatino ingreso a los pozos de visita del sistema de alcantarillado sanitario**, se generan láminas de agua de 15 a 30 cm de profundidad hacia el centro de cada Micro-cuenca.

Esta Cuenca se define por las acequias ya mencionadas, debido a que en su construcción se

formaron bordos que sobresalen de la rasante de las calles en su mayor parte, convirtiéndose en barreras para el flujo del agua, aunque existen tramos en donde el agua pluvial tiene acceso a estas Acequias, sin embargo, durante las épocas de lluvia, cuando se presentan las tormentas más intensas, estas estructuras hidráulicas normalmente están en uso conduciendo el agua del río hacia los terrenos de cultivo del Distrito de Riego y la capacidad de las mismas es limitado, por lo que al ingresar caudales importantes provenientes de los escurrimientos pluviales las acequias se desbordan o se obstruyen en alcantarillas y puentes por el arrastre de basura y cuerpos flotantes que llegan a estos sitios.

Al igual que en el análisis de la cuenca anterior, en esta se presentan las características principales de cada Sub-cuenca (Tabla IV.9.1.7(1)), así como los volúmenes escurridos (Tabla IV.9.1.7. (2)) en cada una de ellas, sin mostrar los datos de los gastos pico, por no contar con un cauce bien definido, sino un flujo disperso y laminar que fluye por las calles que se encuentran al interior de cada una de ellas. Se estima que tiene un total de volumen escurrido de 498,750 m<sup>3</sup> y 963,630 m<sup>3</sup> en periodos de TR=5 años y 25 años respectivamente.

TABLA IV.9.1.7. (1) CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB-CUENCAS DE LA ZONA VI

SUB-CUENCA (CLAVE)	ÁREA KM2	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD M	COEFIC. "N"	TIEMPO CONCENTR TC	TIEMPO RETRASO TR
		ZONA URBANA	CERRIL O LOMERIO					
ZVI.1	3.881	100	0	0.0025	2895	85.0	1.42	0.85
ZVI.2	4.012	100	0	0.0009	3415.58	85.0	2.37	1.42
ZVI.3	3.858	100	0	0.0012	3022.57	85.0	1.94	1.16
ZVI.4	6.941	100	0	0.0013	3927.29	85.0	2.30	1.38
ZVI.5	2.109	80	20	0.0026	2385.96	81.6	1.21	0.72
ZVI.6	4.823	50	50	0.0012	3506.93	76.5	2.17	1.30

FUENTE:IM IP

TABLA IV.9.1.7. (2) VOLÚMENES ESCURRIDOS POR SUB-CUENCA

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 5	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 25	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 100
ZVI.1	3.881	80.67	154.03	225.83
ZVI.2	4.012	83.39	159.23	233.45
ZVI.3	3.858	80.19	153.12	224.49
ZVI.4	6.941	144.28	275.47	403.88
ZVI.5	2.109	38.24	75.14	112.05
ZVI.6	4.823	71.98	146.64	223.65
TOTAL	25.624	498.75	963.63	1,423.35

FUENTE:IM IP





## IV.10. CUENCA ZONA VII CHAMIZAL

### IV.10.1. DESCRIPCIÓN

Es una pequeña zona muy plana que colinda con el Río Bravo al Norte y al Sur está circundada en forma de semicírculo por la Acequia Madre, desde su nacimiento hasta su intersección con la Avenida de las Américas, donde esta vialidad se convierte en su límite oeste.

**La Sub-cuenca del Chamizal se caracteriza por ser una zona céntrica de gran desarrollo Comercial y de Servicios**, provista de importantes vialidades, destacando el Boulevard Fronterizo y las que conducen a los puentes Internacionales Santa Fe y Américas (Córdoba). Por las modificaciones a la topografía natural, existen algunas zonas que se inundan, mientras que algunos escurrimientos se orientan hacia el antiguo cauce del Río Bravo. Colinda con la ZONAS II, V y VI.

Por su topografía plana, no existen en esta zona cauces definidos, ni obras de control, sin embargo, considerando aquellas áreas que frecuentemente se ven con problemas de inundaciones, **esta Cuenca se dividió en 3 Sub-cuencas** según se puede observar en el Plano IV.ZVII:

ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL

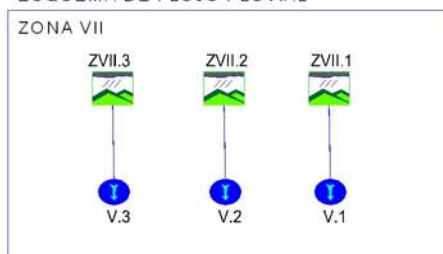


FIGURA 4.10. ESQUEMA DE FLUJO PLUVIAL

Diagnóstico

### IV.10.1.1.SUB-CUENCA RÍO BRAVO-ACEQUIA MADRE CLAVE: ZVII.1

Esta Sub-cuenca **se encuentra ubicada entre el Río Bravo y la Acequia Madre**, tiene como límite oeste aproximadamente en la Agustín Melgar, comprende la Colonia Cuauhtémoc y parte del Centro antiguo de la ciudad. Cuenta con una superficie no pavimentada entre la Av. David Herrera y el Río. Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZVII.1** se dan en la Tabla IV.10.1.1:

TABLA IV.10.1.1 - SUB-CUENCA CLAVE: ZVII.1

ÁREA (KM2)		1.194
PENDIENTE (S)		0.0022
COBERTURA	ZONA URBANA	80
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	20
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		81.6
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.23
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.74

FUENTE: IMIP

### IV.10.1.1.1.ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

A partir de la descarga del Arroyo Colorado, forma un triángulo entre el Río Bravo, la Acequia Madre y la calle Constitución. En esta Sub-cuenca se forman dos áreas principales de acumulación de agua: una entre la Acequia Madre, el Río y la Av. Francisco Villa y otra entre la Acequia, La Av. Francisco Villa y la Av. Malecón.

**El volumen total escurrido se calculó en 47,380 m³ para un periodo de retorno de 25 años**

### IV.10.1.2.SUB-CUENCA CENTRAL CLAVE: ZVII.2

Es la Sub-cuenca que **se ubica en la parte central**, al igual que las otras Sub-cuencas también de encuentra limitada por el Río Bravo, en tanto que por la porción Sur colinda con la Acequia Madre en un tramo, hacia el Oriente con la Avenida de las Américas y finalmente con la Sub-cuenca ZVI.1. **Esta Sub-cuenca incluye una buena parte del Parque El Chamizal así como las Colonias Hidalgo y**

TABLA IV.10.1.2.1- SUB-CUENCA CLAVE: ZVII.2

ÁREA (KM2)		3.673
PENDIENTE (S)		0.0025
COBERTURA	ZONA URBANA	50
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	50
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		76.5
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.23
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.74

FUENTE: IMIP



**Plan Sectorial de Agua Pluvial**

Ciudad Juárez 2002

**SIMBOLOGIA**

**INFORMACION GENERAL**

- LIMITE MUNICIPAL
- LIMITE ZONAS
- LIMITE ZEDRA
- LIMITE INTERNACIONAL
- CRUCE INTERNACIONAL

**TIPOS DE ESTRUCTURAS**

- VASO DE CAPTACION
- PRESA
- DIQUE
- BORDO
- VASO
- CRUCES
- PUENTE
- DESFOQUE
- ALCANTARILLA
- COMPUERTAS

**VIALIDADES**

- PRIMARIA
- SECUNDARIA
- RUTA DE TRANSPORTE
- ACCESO CONTROLADO

**SIMBOLOGIA ESQUEMAS**

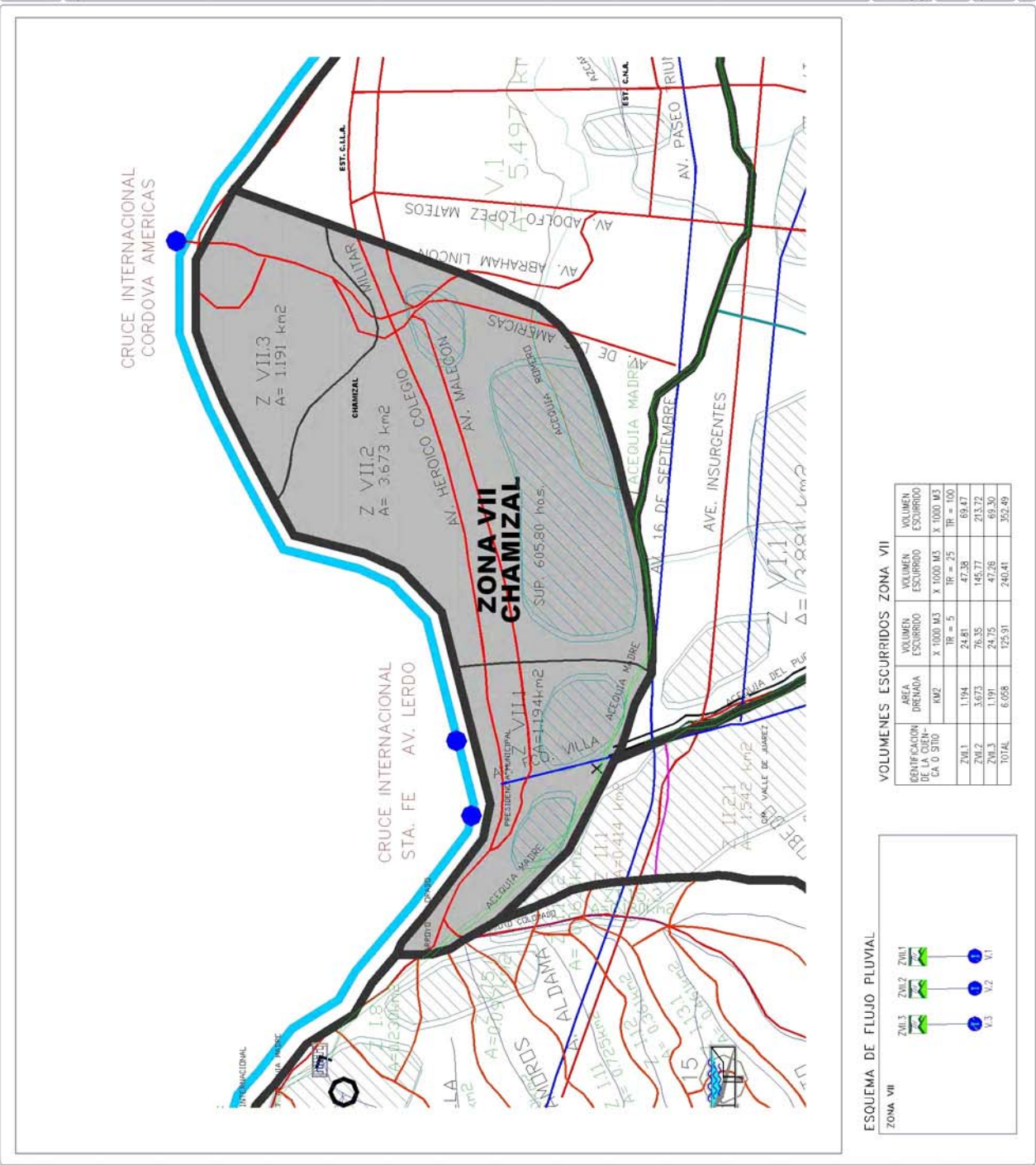
- CUENCA HIDROLOGICA
- DIQUE
- CONFLUENCIA
- DRENAJE PLUVIAL
- ESCURRIMIENTO NATURAL
- CUENCA
- AREA INUNDABLE
- X PUNTO DE REFERENCIA
- ● CENTRO METEOROLOGICO

**LOCALIZACION**

**DIAGNOSTICO**

**ZONA VII - CHAMIZAL**

1-8



#### IV.10.1.2.1 ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

La Sub-cuenca Central ZVII.2 es cruzada de Poniente a Oriente por el cauce antiguo del Río Bravo que divide el área en dos partes principales, la del lado Norte que corresponde al parque El Chamizal y el Lado Sur donde se encuentra la parte céntrica antigua de la ciudad.

En el Parque el Chamizal los escurrimientos se acumulan dentro del mismo sin provocar problemas importantes, distribuyéndose el agua en prácticamente toda su superficie de tal forma que el aprovechamiento de estos volúmenes en exceso es aprovechado por la misma vegetación existente.

En la sección Sur de la Sub-cuenca, **el agua cubre un 70% de las calles que lo constituyen inundando las colonias Hidalgo, Margaritas y Américas principalmente.** El volumen total escurrido se calculó, para un **TR = 25 años, en 145,770 m3**, concentrándose alrededor de un 60% de este volumen en la parte Sur de la Sub-cuenca, según la descripción anterior.

#### IV.10.1.3. SUB-CUENCA AMÉRICAS CLAVE: ZVII.3

Está ubicada en la parte Nor-Oeste de la ZONA VII, a la altura del puente Internacional Américas (Córdoba), está limitada por el Río Bravo, la Avenida de las Américas y la Avenida Heroico Colegio Militar.

Los Parámetros Físicos de esta **Sub-cuenca CLAVE: ZVII.3** son los siguientes:

TABLA IV.10.1.3 - SUB-CUENCA CLAVE: ZVII.3

ÁREA (KM2)		1.191
PENDIENTE (S)		0.0031
COBERTURA	ZONA URBANA	30
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	70
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		73.1
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.95
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.57

FUENTE: IM IP

#### IV.10.1.3.1. ANÁLISIS DE LOS ESCURRIMIENTOS

Corresponde principalmente a la zona mas arbolada del Parque de El Chamizal, incluye el área de las aduanas del Cruce Internacional. El agua que escurre se queda en una serie de encharcamientos dentro de la misma Sub-cuenca sin provocar problemas serios de inundación. **El volumen total escurrido se estimó en 47,260 m3.**

#### IV.10.1.4. ANÁLISIS GENERAL DE LOS ESCURRIMIENTOS DE LA ZONA VII CHAMIZAL

Esta cuenca cubre prácticamente todo el Parque El Chamizal y parte de la Zona Centro más antigua de la ciudad. Colinda al Norte con el Río Bravo, desde su confluencia con el Arroyo Colorado hasta la Av. De las Américas, en el Cruce Internacional; al Sur llega hasta la Acequia Madre. Sus características físicas se describen en la Tabla IV.10.1.4. (1)

**Sus escurrimientos han formado tres Sub - cuencas principales** que son cruzadas por el cauce antiguo del Río Bravo, el cual ha sido seccionado en tramos pero sin acceso libre al agua que escurre por las calles.

Al igual que las dos Cuencas anteriores la V y VI, en ésta no se tienen cauces de arroyos, **en sus Sub-cuencas el agua fluye por las calles concentrándose finalmente en las partes mas bajas, provocando fuertes encharcamientos que finalmente son eliminados mediante la práctica de apertura de las tapas de los pozos de visita del drenaje sanitario de la ciudad.**

Se presentan los resultados exclusivamente de los volúmenes escurridos en la Tabla IV.10.1.4. (2) ya que al no contar con cauces definidos los gastos pico se distribuye en las vialidades del área analizada. Los volúmenes totales considerados que escurren para un TR=5 años y 25 son 125,910 m3 y 240,410 m3 respectivamente.



TABLA IV.10.1.4. (1) CARACTERÍSTICAS SUB-CUENCAS DE LA ZONA VII

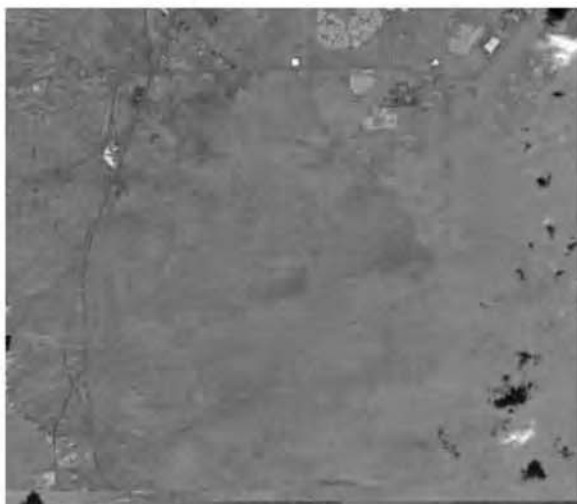
SUB-CUENCA (CLAVE)	ÁREA KM2	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD M	COEFIC. "N"	TIEMPO CONCENTR TC	TIEMPO RETRASO TR
		ZONA URBANA	CERRIL O LOMERÍO					
ZVII.1	1.194	80	20	0.0022	2271.84	81.6	1.238	0.743
ZVII.2	3.673	50	50	0.0025	2380.09	76.5	1.224	0.734
ZVII.3	1.191	30	70	0.0031	1912.78	73.1	0.954	0.572

FUENTE: IM IP

TABLA IV.10.1.4. (2) ESCURRIMIENTOS SUB-CUENCAS DE LA ZONA VII

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 5	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 25	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 100
ZVII.1	1.194	24.81	47.38	69.47
ZVII.2	3.673	76.35	145.77	213.72
ZVII.3	1.191	24.75	47.26	69.3
TOTAL	6.058	125.91	240.41	352.49

FUENTE: IM IP



## IV.11. CUENCA ZONA VIII EL BARREAL

### IV.11.1. DESCRIPCIÓN

El área se encuentra constituida por la Cuenca cerrada conocida como El Barreal, que se caracteriza por ubicarse en una laguna intermitente en su porción central, que le imprime características únicas a la zona, el límite de la zona es el parteaguas que encierra una superficie total de 167.114 Kilómetros cuadrados. Su límite Norte se define, en términos generales, por la carretera a Casas Grandes desde el Km 5, a la altura de la Colonia Villa Esperanza, hasta el entronque con la Av. Juan Gabriel, sigue por la vía del ferrocarril hasta cruzar los terrenos del aeropuerto, desde donde continúa hacia el Este, pasando por la glorieta ubicada en las Av. Miguel de la Madrid y E. Pinocely, Av. de las Torres y Ramón Rayón, Boulevard Independencia y Libramiento Aeropuerto. A partir de este punto, continúa hacia el Sur hasta encontrar las terrazas que limitan la Cuenca tanto por el Sur como por el lado Poniente. Dentro de su área se encuentran las Colonias Granjas de Santa Elena, Valle Dorado 1, 2 y 3, Granjas Polo Gamboa, Colonia Pablo Gómez, Parque Industrial Panamericano, La parte Sur del Aeropuerto, Fraccionamientos Los Cipreses, Fuente Alto, Haciendas del Bosque, Victoria, Rincones de Salvacar, Municipio Libre, El Mercado de Abastos y el Centro Industrial Juárez, y de reciente creación el Fraccionamiento El Mezquital.

En su hidrología se presentan algunas corrientes intermitentes de poco desarrollo, generalmente de primer y segundo orden, que drenan sus aguas hacia

Diagnóstico

el Centro-Norte, cubriendo una zona de inundación de aproximadamente 6 km<sup>2</sup> con láminas de agua que no superan los 40 cm, siendo la parte más baja el sitio representado por el libramiento aeropuerto a la altura del Fraccionamiento Victoria (Foto IV.11.1).

Superficialmente, en las partes altas de la cuenca, se presentan depósitos de sedimentos eólicos, constituidos de arenas finas y limos, conformando un sistema de dunas fijas y móviles, generalmente de poco espesor.

Así mismo cuenta con sedimentos lacustres localizados en el área de inundación. En estos sedimentos, el tamaño de partículas dominantes es el de las arcillas y arenas cementadas con espesores que van de 1 a 10 metros, predominando los estratos arenosos a mayor profundidad.

Localmente la geología de la zona está representada por sedimentos aluviales, eólicos y lacustres que sobreyacen a los sedimentos de bolsón, consistentes en estratos intercalados de arena y arcilla.

**La cuenca se dividió en 11 Sub-cuencas** que se enuncian en la Tabla IV.4.8.1, la mayoría definidas por su parteaguas, sin embargo algunas se delimitaron por límites de predios o por vialidades, dado que las pendientes son muy pequeñas hacia el centro del área de estudio, con pendiente promedio del orden de 0.005, estas características ya descritas son representativas de la Cuenca, lo que habrá de influir en el diseño de los futuros desarrollos urbanos. Ver **Plano IV.ZVIII.**

El esquema de flujo propuesto para el modelo de simulación se presenta en el Gráfico IV.11.1.

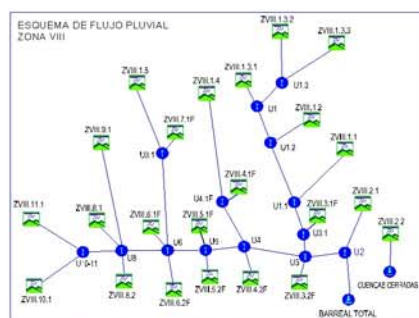


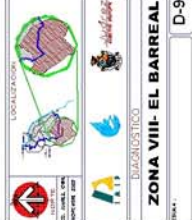
FIGURA IV.11.1 ESQUEMA DE FLUJO ZONA VIII

La distribución de las cuencas tiene que ver más con la planeación de la formación de Micro-cuencas que se ha planeado desarrollar a futuro tomando como base la planeación urbana realizada en el IMIP.

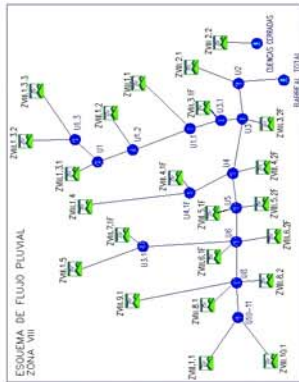
A continuación se describen cada una de las 11 Subcuencas:



Plan Sectorial de Manejo  
de Agua Pluvial  
Ciudad Juárez, 2004

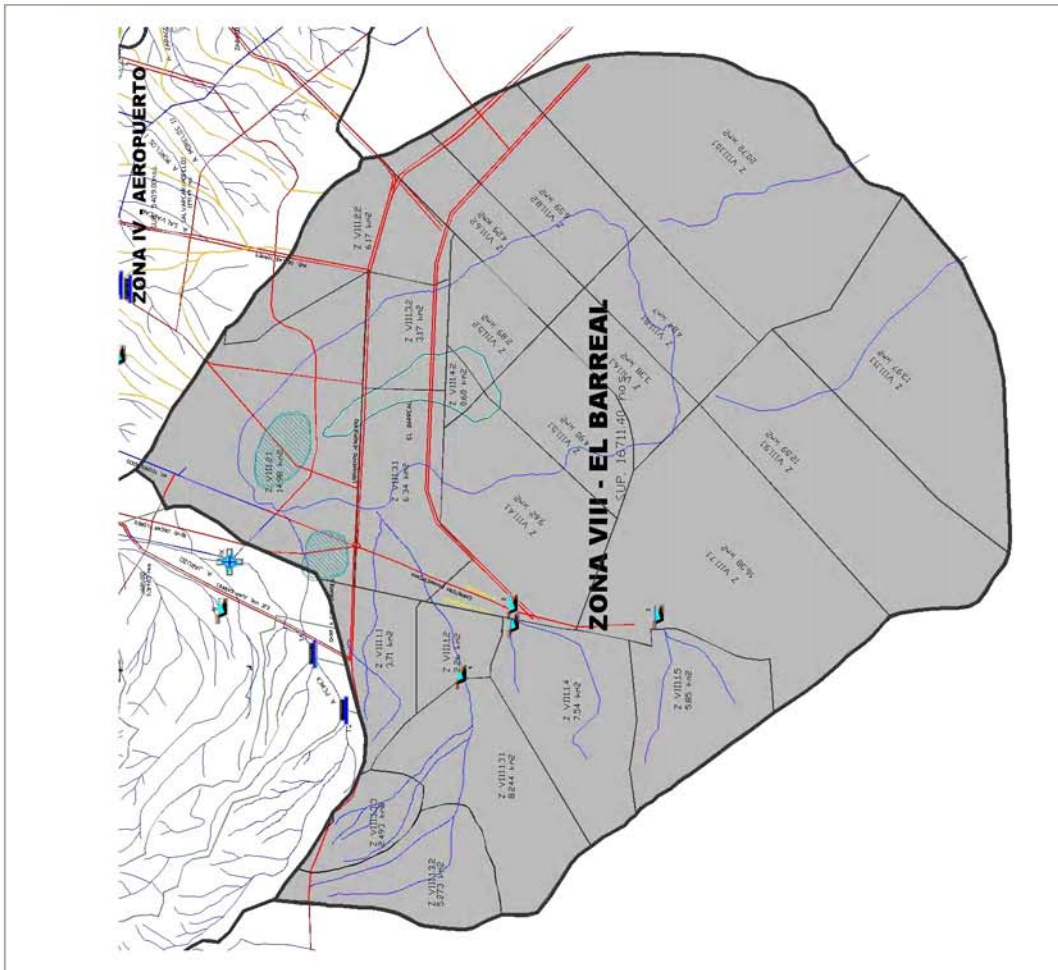


**ZONA VIII- EL BARREAL**



VOLUMENES ESCURRIDOS ZONA VIII

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENAJE KM2	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 5	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 25	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 100
SUB-CUENCA SANTA ELENA				
ZM1.1	3.798	125.18	280.73	356.59
ZM1.2	3.937	140.01	331.73	381.17
ZM1.3	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.4	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.5	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.6	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.7	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.8	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.9	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.10	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.11	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.12	18.895	653.52	1444.06	1797.77
ZM1.13	18.895	653.52	1444.06	1797.77
SUB-CUENCA CHARRY				
ZM2.1	2.42	30.915	64.368	88.075
ZM2.2	5.68	72.57	151.15	206.72
ZM2.3	8.1	103.48	215.55	294.8
SUB-CUENCA RELENO SANTARIO				
ZM3.1	7.344	93.83	195.43	267.28
ZM3.2	9.654	123.34	256.9	351.35
ZM3.3	16.998	217.17	452.33	616.64
SUB-CUENCA SUR				
ZM4.1	19.427	246.71	516.86	707.04
ZM4.2	8.751	111.81	232.87	318.49
ZM4.3	28.178	360.02	749.83	1025.5
SUB-CUENCA PONENTE				
ZM5.1	41.931	535.73	1115.8	1526.1
SUB-CUENCA CENTRO				
ZM6.1	10.784	152.43	310.4	420.12
SUB-CUENCA AV. DE LAS TORRES - INDEPENDENCIA - DORMANDO				
ZM7.1	7.4533	42.797	83.967	112.35
APORTACION TOTAL PARTE SUR				
BARREAL SUR				
SUB-CUENCA NORTE				
ZM8.1	1.067	59.682	115.79	153.37
ZM8.2	4.004	25.207	50.4	67.37
ZM8.3	1.252	26.046	40.06	53.42
ZM8.4	1.611	21.778	45.145	59.84
ZM8.5	2.022	39.417	78.534	107.34
ZM8.6	2.022	39.417	78.534	107.34
APORTACION TOTAL PARTE NORTE				
BARREAL NORTE				
APORTACION TOTAL ZONA VIII - EL BARREAL				
BARREAL TOTAL	149.881	2058.9	4234.9	5759.0
EVAPORACION	149.881	2058.9	4234.9	5759.0



#### IV.11.1.1.SUB-CUENCA ARROYO STA. ELENA CLAVE: ZVIII.1

Esta **Sub-cuenca ZVIII.1** corresponde al **Arroyo Santa Elena**, se encuentra compuesta por **cinco Micro-cuencas**. Todas se ubican al poniente de la vía del ferrocarril Nacionales de México, se caracteriza por estar prácticamente deshabitada.

Se limita al norte por la carretera a Juárez Casas Grandes, Al Sur y Poniente se encuentran las terrazas constituidas por una serie de barrancos naturales compuestos por arenas y arcillas, al Oriente se limita con la vía del ferrocarril.

##### IV.11.1.1.1. MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.1

Se limita por la Carretera Panamericana desde la Glorieta Benito Juárez hasta 1 km al Sur de la misma, al Norte con la Carretera a Casas Grandes y al Poniente y Sur con la Micro -cuencas ZVIII.1.2 y ZVIII.1.3 que serán descritas mas adelante. Esta Micro-cuenca representa al flujo que escurre paralelo a la Carretera a Casas Grandes en dirección Oeste-Este, brinca actualmente la Carretera Panamericana y continua hasta llegar a la parte baja de El Barreal. Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZVIII.1.1** son los siguientes que se presentan en la Tabla IV.11.1.1.1:

TABLA VI.11.1.1.1 - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.1

ÁREA (KM2)		3..710
PENDIENTE (S)		0.0124
COBERTURA	ZONA URBANA	10
(%)	CERRIL Y LOMERIO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACION (TC EN HORAS)		1.518
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.9108

FUENTE: IM IP

##### IV.11.1.1.2.MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.2

Esta Micro-cuenca se encuentra limitada al Norte por la Micro-cuenca ZVIII.1.1 al Oeste por la Carretera Panamericana al Poniente llega hasta un antiguo presón ubicado en Granjas Santa Elena y al Sur colinda con la Micro-cuenca ZVIII.1.4.

El área es cruzada por un pequeño arroyo que pasa por el límite Norte de la Planta Fluorex, llega a la Micro-cuenca ZVIII.4.1 para luego terminar en la zona de inundación.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZVIII.1.2** en la Tabla IV.11.1.1.2 se presentan estos datos:

TABLA IV.11.1.1.2 - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.2

ÁREA (KM2)		2.26
PENDIENTE (S)		0.0068
COBERTURA	ZONA URBANA	10
(%)	ONCEN Y LOMERIO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE ONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.7614
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.0568

FUENTE: IM IP

##### IV.11.1.1.3. MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.3

La **Micro-cuenca ZVIII.1.3** se encuentra la parte alta de la Sub-cuenca y colinda con la carretera a Casas Grandes, al Oriente se limita con la Micro-cuenca ZVIII.1.2, al Sur y Poniente por los límites de la colonia Granjas Santa Elena. Dentro del área se encuentra un presón ganadero antiguo.

Debido al gran tamaño de esta Micro-cuenca, y con el propósito de lograr un mejor control de los escurrimientos en las estrategias, se dividió en tres zonas denominadas **ZVIII.1.3.1, ZVIII.1.3.2 y ZVIII.1.3.3**; las dos últimas incluyen las partes mas altas y cuentan con arroyos pequeños pero bien definidos, la primera es básicamente el área de Granjas Santa Elena terminando en un antiguo presón que podrá servir para el control del agua escurrida.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZVIII.1.3** son los siguientes (Tablas IV.11.1.3 (1) al (3):

TABLA IV.11.1.3 (1)- MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.3.1

ÁREA (KM2)		8.244
PENDIENTE (S)		0.006
COBERTURA	ZONA URBANA	10
(%)	CERRIL Y LOMERIO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.4313
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.8588

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.1.3 (2) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.3.2

ÁREA (KM2)		5.273
PENDIENTE (S)		0.0105
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERIO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.0769
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.6461

FUENTE: IM IP



Diagnóstico

TABLA IV.11.1.3 (3) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.3

ÁREA (KM2)		2.493
PENDIENTE (S)		0.0105
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.7854
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.4712

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.1.4. MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.4

Es una Micro-cuenca que se localiza al Sur de las identificadas con las clave ZVIII.1.2 y ZVIII.1.3, descritas anteriormente, teniendo como límite Oriental la Carretera Panamericana y al Sur la Micro-cuenca ZVIII.1.5.

Se encuentra prácticamente deshabitada a excepción de algunas instalaciones a la orilla de la carretera a Casas Grandes. Es cruzada a lo largo por un arroyo que se interna en la Zona VIII.1.4.

Los Parámetros Físicos de esta **Micro-cuenca CLAVE: ZVIII.1.4** son los siguientes que se dan en la Tabla IV.11.1.1.4:

TABLA IV.11.1.1.4 - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.4

ÁREA (KM2)		7.54
PENDIENTE (S)		0.0096
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.9444
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.1667

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.1.5. MICRO-CUENCA CLAVE ZVIII.1.5

Se ubica al Sur de la Micro-cuenca VIII.1.4 parte desde la zona del relleno sanitario de la ciudad hasta la Carretera Panamericana, siendo también el parte-aguas por el lado Sur.

Los Parámetros Físicos de esta Micro -cuenca **CLAVE: ZVIII.1.5** son los siguientes que se dan en la Tabla IV.11.1.1.5:

TABLA IV.11.1.1.5 - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.1.5

ÁREA (KM2)		5.85
PENDIENTE (S)		0.0091
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		2.0646
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.2388

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.1.6. ESCURRIMIENTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.1

Los escurrimientos en esta Sub-cuenca se muestran de acuerdo con los datos proporcionados por el modelo de simulación, y se considera que a futuro se tendrán importantes asentamientos en la zona, debido a que el corredor constituido por las márgenes de la Carretera a Casas Grandes tendrá una importante influencia en el desarrollo urbano de esta Sub-cuenca.

Se puede apreciar en la tabla IV.11.1.1.6

TABLA IV.11.1.1.6 DESCARGA PICO Y VOLÚMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.1.1	3.71	3.53	40.5	7.59	86.66	11.8	136.47	17.32	196.27
ZVIII.1.2	2.26	2.05	24.67	4.41	52.79	6.89	83.13	10.1	119.56
ZVIII.1.3.1	8.244	8.77	95.99	18.71	203.49	29.09	318.46	42.45	455.63
ZVIII.1.3.2	5.273	6.05	57.76	12.92	123.55	20.1	194.49	29.37	279.64
ZVIII.1.3.3	2.493	3.39	27.31	7.24	58.41	11.31	91.95	16.51	132.21
ZVIII.1.4	7.54	6.37	82.6	13.74	176.67	21.49	278.1	31.56	399.86
ZVIII.1.5	5.85	4.8	64.09	10.32	137.07	16.07	215.77	23.55	310.24
TOTAL	35.37	34.96	392.92	74.93	838.64	116.75	1,318.37	170.36	1,583.17

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.2 SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.2

La Sub-cuenca ZVIII.2 corresponde al extremo Norte de la Cuenca El Barreal ZVIII, al sur y Oriente colinda con el Libramiento Aeropuerto, Poniente con el Boulevard Oscar Flores y al Norte con la Cuenca Zona IV, en límite imaginario que corre desde las instalaciones del Aeropuerto, hasta el cruce de la Av. De las Torres. A esta subcuenca descargan escurrimientos procedentes del desbordamiento del Arroyo El Jarudo, que inundan la porción Sur de esta Sub-cuenca.

Esta Sub-cuenca ha sido dividida en dos secciones, la primera denominada ZVIII.2.1 es la que ubica desde el Aeropuerto hasta el Libramiento y desde la Av. Oscar Flores hasta un poco antes de la Av. De las Torres, los escurrimientos fluyen hacia el Libramiento donde se acumula la totalidad del agua de la cuenca en general.

La sección ZVIII.2.2, es la parte oriental de esta Sub-cuenca y tiene la característica que ha sido urbanizada en gran medida, cada fraccionamiento ha construido pozos de absorción de tal manera que se han formado varios sitios de concentración de agua pluvial, evitando que el agua llegue a las partes bajas de la cuenca.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZVIII.2.1 y ZVIII.2.2** son los siguientes de las Tablas IV.11.1.2 (1) y (2):

TABLA IV.11.1.2.(1) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.2.1

ÁREA (KM2)		14.98
PENDIENTE (S)		0.005
COBERTURA	ZONA URBANA	70
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	30
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		79.9
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.797
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.0782

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.1.2 (2)- MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.2.2

ÁREA (KM2)		6.47
PENDIENTE (S)		0.005
COBERTURA	ZONA URBANA	60
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	40
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		78.2
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.0207
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.6124

FUENTE: IM IP

#### IV.11.1.2.1. ESCURRIMIENTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.2

Los volúmenes escurridos totales para una TR= 25 años en la Sub-cuenca son del orden de 713,370m<sup>3</sup> respectivamente, de los cuales se quedan en las zonas urbanizadas actuales de la Micro-cuenca ZVIII.2.2, 207,320 m<sup>3</sup> debido a las obras de control de escurrimientos generadas en los nuevos desarrollos. La información a detalle para los eventos considerados se presentan a continuación en la Tabla IV.11.1.2.1.

#### IV.11.1.3. SUB-CUENCA CLAVE ZVIII.3

Es el área comprendida al Sur del Libramiento Aeropuerto, hasta el límite actual del crecimiento urbano autorizado de Ciudad Juárez, entre la Carretera Panamericana y la Av. De las Torres. Esta Micro-cuenca se encuentra en proceso de desarrollo, pero es donde la cuenca en general tiene su mas bajo nivel, encontrando que es la que recibe los escurrimientos de todas las otras Micro-cuencas.

Se ha dividido en dos partes, una ubicada al Poniente de la parte mas baja denominada ZVIII.3.1 y la otra hacia el Oriente de este mismo limite con la CLAVE ZVIII.3.2.

TABLA IV.11.2.1. DESCARGA PICO Y VOLÚMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO SUB-CUENCA ZVIII.2

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.2.1	14.98	21.22	14.98	42.44	506.06	63.06	760.59	88.68	1052.90
ZVIII.2.2	6.47	8.55	102.93	17.34	207.32	25.98	313.95	36.78	437.19
TOTAL	21.45	29.77	117.91	59.78	713.37	89.047	1,074.54	126.46	1,490.09

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

Los Parámetros Físicos de estas **Micro-cuenca** **CLAVE: ZVIII.3.1 y ZVIII.3.2** se aprecian en la Tabla IV.11.1.3 (1) y (2):

TABLA IV.11.1.3.1 (1) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.3.1

ÁREA (KM2)		6.34
PENDIENTE (S)		0.006
COBERTURA	ZONA URBANA	10
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.322
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.7932

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.1.3 (2) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.3.2

ÁREA (KM2)		3.17
PENDIENTE (S)		0.003
COBERTURA	ZONA URBANA	20
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	80
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		71.4
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.6638
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.9983

FUENTE: IM IP

#### IV.11.1.3.1. ESCURRIMIENTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.3

En la Tabla IV.11.1.3.1, se presentan los volúmenes escurridos y las descargas pico esperdas para los distintos eventos de lluvia.

#### IV.11.1.4. SUB-CUENCA CLAVE ZVIII.4

Al Norte colinda con la Micro-cuenca ZVIII.3. Al poniente con la carretera panamericana y al Sur y Oriente sus líneas imaginarias que a futuro construirán grandes Avenidas de la zona baja de la laguna del El Barreal.

Se ha dividido en dos partes, denominándolas como ZVIII.4.1 y ZVIII.4.2 siendo la línea divisoria entre ellas la parte mas baja de esta Sub-cuenca.

Los Parámetros Físicos de estas Micro-cuencas CLAVE:ZVIII.4.1 y ZVIII.4.2 se muestran en las TablasIV.11.1.4 (1)y (2) siguientes:

TABLA IV.11.1.4 (1) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.4.1

ÁREA (KM2)		9.62
PENDIENTE (S)		0.0075
COBERTURA	ZONA URBANA	10
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.362
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.8172

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.1.4 (2) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.4.2

ÁREA (KM2)		0.6
PENDIENTE (S)		0.0034
COBERTURA	ZONA URBANA	10
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.7
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		0.374
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.2244

FUENTE: IM IP

#### IV.11.1.4.1. ESCURRIMEINTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.4

Los escurrimientos y descargas pico de esta Sub-cuenca se presentan a continuación en la Tabla IV.11.1.4.1

TABLA IV.11.1.3.1. DESCARGA PICO Y VOLÚMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.3.1	6.340	7.120	73.820	15.160	156.490	23.530	244.910	34.290	350.400
ZVIII.3.2	3.170	3.350	39.240	7.080	82.420	10.890	128.210	15.790	182.510
TOTAL	9.510	19.980	113.060	22.240	238.910	34.420	373.120	50.080	532.910

FUENTE: IMIP

TABLA IV.11.1.4.1. DESCARGA PICO Y VOLÚMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.4.1	9.620	10.620	112.010	22.610	237.450	35.130	371.610	51.210	531.680
ZVIII.4.2	0.600	1.140	6.980	2.390	14.810	3.730	23.180	5.390	33.160
TOTAL	10.220	11.760	121.750	25.000	252.260	38.860	394.790	56.600	564.840

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.5. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.5

Se ubica en la parte central de la cuenca general, esta delimitada solamente por líneas imaginarias que posteriormente serán convertidas en vialidades-parteaguas.

Se ha subdividido en dos secciones denominadas ZVII.5.1 y ZVIII.5.2 cuya línea divisoria es la parte mas baja donde se concentran los escurrimientos para luego seguir su curso actualmente hacia las sub-cuencas ZVIII.4 y ZVIII.3 que son las colindantes hacia el lado norte y recibiendo también agua de las Sub-cuencas ZVIII.6 y ZVIII.7 que colinda por el lado sur de ésta.

Los Parámetros Físicos de estas Micro-cuencas CLAVE:ZVIII.5.1 y ZVIII.5.2 son los siguientes Tablas IV.11.1.5 (1):

TABLA IV.11.1.5 (1) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.5.1

ÁREA (KM2)		4.9
PENDIENTE (S)		0.006
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.0985
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.6591

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.1.5. (2) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.5.1

ÁREA (KM2)		2.89
PENDIENTE (S)		0.0035
COBERTURA	ZONA URBANA	15
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	85
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		70.55
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.0543
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.6326

FUENTE: IM IP

#### IV.11.1.5.1 ESCURRIMIENTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.5

Los valores para los volúmenes que se generan en la Sub-cuenca ZVIII.5, aparecen en la Tabla IV.11.1.5.1.

TABLA IV.11.1.5.1. DESCARGA PICO Y VOLÚMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.5.1	4.90	5.6	53.68	11.97	114.81	18.63	180.73	27.22	179.25
ZVIII.5.2	2.89	3.67	34.83	7.74	73.46	11.91	114.58	19.76	237.10
TOTAL	7.79	9.27	88.51	19.71	188.27	30.54	295.31	44.47	423.32

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.6. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.6

Tiene la forma de una franja con dirección NE-SW, colinda al Nor-Oriente con el limite de la cuenca representado por el Libramiento Aeropuerto, los lados más largos se contempla serán vialidades- parteaguas a futuro, así como el límite Sur Poniente. Colinda con la Sub-cuenca ZVIII.5 por la parte Nor Poniente y con la ZVIII.8 por la parte Sur Oriente.

Esta dividida en dos Micro-cuencas cuya línea divisoria es la parte más baja de esta Sub-cuenca.

Los Parámetros Físicos de estas **Micro-cuencas CLAVE : ZVIII.6.1.1 y ZVIII.6.2** son los siguientes (Tablas IV.11.1.6. (1) y (2):

TABLA IV.11.1.6 (1) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.6.1

ÁREA (KM2)		3.380
PENDIENTE (S)		0.0036
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68.00
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.3917
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.835

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.1.6 (2) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.6.2

ÁREA (KM2)		4.290
PENDIENTE (S)		0.0025
COBERTURA	ZONA URBANA	10
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	90
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		69.70
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.7985
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.0791

FUENTE: IM IP

#### IV.11.1.6.1 ESCURRIMIENTOS SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.6

La Tabla Iv.11.1.6.1 presenta a detalle los volúmenes y descarga pico en las dos Micro-cuencas de esta Sub-cuenca:



TABLA IV.11.1.6.1. DESCARGA PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.6.1	3.38	3.44	37.03	7.41	79.19	11.59	124.67	16.99	179.25
ZVIII.6.2	4.29	4.09	49.95	8.73	105.89	13.54	165.72	19.76	237.10
TOTAL	7.67	7.53	86.48	16.14	185.08	25.13	290.39	36.75	416.35

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.7. SUB-CUENCA SUR CLAVE: ZVIII.7

Esta formada por una sola área de aportación, se ubica entre la Carretera Panamericana, que es su límite poniente, al Sur de la Sub-cuenca ZVIII.4 y ZVIII.5, colindando al Sur con la Sub-cuenca ZVIII.9. Los escurrimientos que descargan a las áreas representadas por las Sub-cuencas ZVIII.5 y ZVIII.6.

Los Parámetros Físicos de esta Sub-cuenca **CLAVE :ZVIII.7** son los siguientes (Tabla IV.11.7):

##### IV.11.1.7.1. ESCURRIMIENTOS PARA LA SUB-CUENCA ZVIII.7

TABLA IV.11.1.7 - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.7

ÁREA (KM2)	16.38
PENDIENTE (S)	0.0105
COBERTURA	ZONA URBANA
(%)	CERRIL Y LOMERÍO
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)	68.00
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)	1.6611
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)	0.9967

FUENTE: IM IP

La contribución de agua de lluvia escurrida se presenta en la Tabla IV.11.1.7.1, en la cual se incluyen eventos de TR=5 años a 500 años.

#### IV.11.1.8. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.8

Es similar en forma a la ZVIII.6, colindando con ella por su parte Norte, al Sur se encuentra la Sub-cuenca

ZVIII.10, al Noreste esta el parteaguas de la cuenca y al Suroeste colinda con la sub-cuenca ZVIII.9. Esta dividida en dos Micro-cuencas, la unión entre ambas es la parte mas baja donde se concentra el agua para luego continuar hacia el Nor-Poniente.

Los Parámetros Físicos de estas **Micro-cuencas CLAVE ZVIII.8.1 y ZVIII.8.2** se muestran a continuación en la Tablas IV. 11.1.8. (1) y (2):

TABLA IV.11.1.8 (1) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.8.1

ÁREA (KM2)	4.84
PENDIENTE (S)	0.005
COBERTURA	ZONA URBANA
(%)	CERRIL Y LOMERÍO
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)	68.00
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)	1.1449
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)	0.6870

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.1.8. (2) - MICRO-CUENCA CLAVE: ZVIII.8.2

ÁREA (KM2)	6.59
PENDIENTE (S)	0.0026
COBERTURA	ZONA URBANA
(%)	CERRIL Y LOMERÍO
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)	68.00
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)	1.67
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)	1.0050

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.1.7.1. DESCARGA PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.7.1	16.38	15.28	179.45	32.83	383.8	51.15	604.16	74.94	868.67
TOTAL	16.38	15.28	179.45	32.83	383.8	51.15	604.16	74.94	868.67

FUENTE: IMIP

TABLA IV.11.18.2. DESCARGA PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM <sup>2</sup>	DESCARGA A PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA A PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA A PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA A PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.8.1	4.84	5.46	53.02	11.68	113.41	18.19	178.52	26.59	256.68
ZVIII.8.2	6.59	6.12	72.19	13.17	154.41	20.52	246.06	30.06	349.48
TOTAL	11.43	11.58	125.21	24.85	267.82	38.71	421.58	56.65	606.16

#### IV.11.1.9. SUB-CUENCA CLAVE : ZVIII.9

Colinda al Norte con la Sub-cuenca ZVII.7, al Sur con la ZVIII.11 y el parteaguas de la cuenca general, descarga sus escurrimientos en la Sub-cuenca ZVIII.8 ubicada al Nor-Oriente. esta constituida por una sola área de aportación.

Los Parámetros de esta Sub-cuenca **CLAVE:ZVII.9** son los siguientes que se dan en la Tabla IV.11.1.9:

TABLA IV.11.1.9 - SUB-CUENCA ORIENTE CLAVE: ZVIII.9

ÁREA (KM <sup>2</sup> )		12.59
PENDIENTE (S)		0.0102
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.6627
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.9976

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.9.1. ESCURRIMIENTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.9

En la Tabla IV.11.1.9.1, se describen los volúmenes escurridos y descargas pico que se presentan en esta

Sub-cuenca, de acuerdo con la planeación del desarrollo urbano que se pretende en dicha zona.

#### IV.11.1.10 SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.10

Se ubica en el extremo Sur-Oriente de la cuenca, esta compuesta principalmente por dunas y pequeños arroyos que fluyen hacia el Nor-Poniente hasta llegar al área de inundación, representada básicamente por las Sub-cuencas ZVIII.3,4,5,6 y 8. Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE: ZVIII.10** son los siguientes (Tabla IV.11.1.10):

TABLA IV.11.1.10 - SUB-CUENCA CENTRO CLAVE:

ÁREA (KM <sup>2</sup> )		20.72
PENDIENTE (S)		0.001
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERÍO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68.00
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.1901
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		0.7141

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.10.1 ESCURRIMIENTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.10

TABLA IV.11.1.9.1. DESCARGA PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO SUB-CUENCA ZVIII.9

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM <sup>2</sup>	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.9.1	12.59	11.74	137.93	25.23	295	39.3	464.37	57.58	667.68
TOTAL	12.59	11.74	137.93	25.23	295	39.3	464.37	57.58	667.68

FUENTE: IMIP

TABLA IV.11.1.10.1. DESCARGA PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO SUB-CUENCA ZVIII.10

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM <sup>2</sup>	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>	M3/SEG	X 1000 M <sup>3</sup>
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.10.1	20.72	23.05	227	49.36	485.5	76.93	764.23	112.54	1098.80
TOTAL	20.72	23.05	227	49.36	485.5	76.93	764.23	112.54	1098.80

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

#### IV.11.1.11. SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.11

Se ubica en el extremo Sur de la cuenca general, esta constituida por dunas de arena y pequeños arroyos que fluyen en dirección Norte, descarga sus escurrimientos en la Sub-cuenca ZVIII.9.

Los Parámetros Físicos de esta Micro-cuenca **CLAVE:ZVIII.11** son los siguientes (Tabla IV.11.1.11):

TABLA IV.11.1.11 -SUB-CUENCA CLAVE: ZVIII.11

ÁREA (KM2)		13.97
PENDIENTE (S)		0.01
COBERTURA	ZONA URBANA	0
(%)	CERRIL Y LOMERIO	100
CURVA DE ESCURRIMIENTO ("N" DE CHOW)		68.00
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC EN HORAS)		1.8717
TIEMPO DE RETRASO (TR EN HORAS)		1.1230

FUENTE: IMIP

#### IV.11.1.11.1. ESCURRIMIENTOS DE LA SUB-CUENCA ZVIII.11

Los valores de escurrimientos se presentan en la Tabla IV.11.1.11.1:

TABLA IV.11.1.11.1. DESCARGA PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS EN CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO ZVIII.11

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.11.1	13.97	12.14	153.05	26.17	327.34	40.89	515.27	60.02	740.86
TOTAL	13.97	12.14	153.05	26.17	327.34	40.89	515.27	60.02	740.86

FUENTE: IMIP

IV.11.1.12 (1) CONDICIONES ACTUALES, SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE MICRO-CUENCAS A FUTURO

IDENTIF. ZONA	AREA	COBERTURA %		PENDIENTE	LONGITUD m	COEF. "N"	TIEMPO CONCENTR Tc	TIEMPO RETRASO Tr
		ZONA URBANA	CERRIL O LOMERIO					
ZVIII.1.1	3.710	10	90	0.0124	6,869	69.70	1.5180	0.91080
ZVIII.1.2	2.260	10	90	0.0068	6,219	69.70	1.7614	1.05680
ZVIII.1.3.1	8.244	0	90	0.0060	4,469	69.70	1.4313	0.85880
ZVIII.1.3.2	5.273	0	100	0.0105	4,056	68.00	1.0769	0.64610
ZVIII.1.3.3	2.493	0	100	0.0105	2,692	68.00	0.7854	0.47120
ZVIII.1.4	7.554	0	100	0.0096	8,364	68.00	1.9444	1.16670
ZVIII.1.5	5.850	0	100	0.0091	8,809	68.00	2.0646	1.23880
ZVIII.2.1	14.980	70	30	0.0050	5,495	79.90	1.7970	1.07820
ZVIII.2.2	6.470	60	40	0.0050	2,636	78.20	1.0207	0.61240
ZVIII.3.1	6.340	10	90	0.0060	4,031	69.70	1.3220	0.79320
ZVIII.3.2	3.170	20	80	0.0030	3,877	71.40	1.6638	0.99830
ZVIII.4.1	9.620	10	90	0.0075	4,671	69.70	1.3620	0.81720
ZVIII.4.2	0.600	10	90	0.0034	593	69.70	0.3740	0.22444
ZVIII.5.1	4.900	0	10	0.0060	3,169	68.00	1.0985	0.65910
ZVIII.5.2	2.890	15	85	0.0035	2,311	70.55	1.0543	0.63260
ZVIII.6.1	3.380	0	100	0.0036	3,360	68.00	1.3917	0.83500
ZVIII.6.2	4.290	10	90	0.0025	3,925	69.70	1.7985	1.07910
ZVIII.7.1	16.380	0	100	0.0105	7,121	68.00	1.6611	0.99670
ZVIII.8.1	4.840	0	100	0.0050	3,060	68.00	1.1449	0.68700
ZVIII.8.2	6.590	0	100	0.0026	3,649	68.00	1.6755	1.00530
ZVIII.9.1	12.590	0	100	0.0102	7,030	68.00	1.6627	0.99760
ZVIII.10.1	20.720	0	100	0.0100	4,510	68.00	1.1901	0.71410
ZVIII.11.1	13.970	0	100	0.0100	8,120	68.00	1.8717	1.12300
<b>TOTAL</b>	<b>167.114</b>	<b>10.2174</b>	<b>89.7826</b>	<b>0.0069</b>	<b>4,740.696</b>	<b>69.7370</b>	<b>1.4205</b>	<b>0.85230</b>



#### IV.11.1.13 ANÁLISIS DE ESCURRIMIENTO EN LA ZONA VIII EL BARREAL

En este apartado se hace un resumen de la aportación de las 11 (once) Sub-cuencas que componen el análisis de escurrimiento de la cuenca de El Barreal.

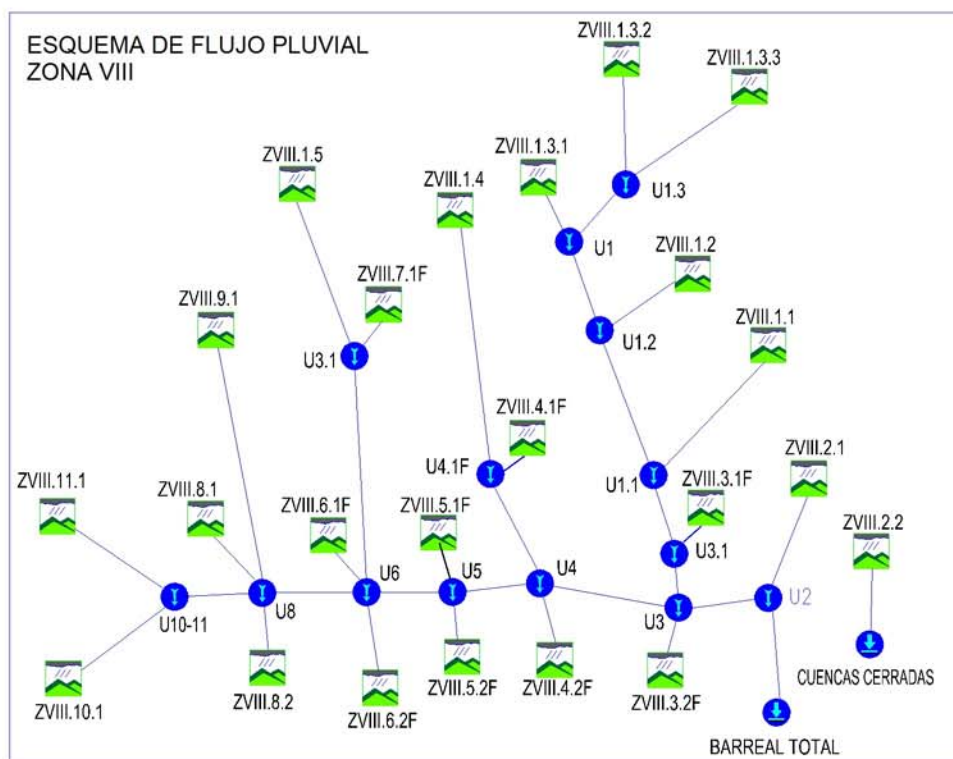
El calculo de los gastos y volúmenes se realizaron a través del modelo de simulación descrito anteriormente. El flujo se presenta en pequeños arroyos en las Sub-cuencas ZVIII.1, ZVIII.10 y ZVIII.11, en el resto el flujo es de tipo laminar, debido a las pequeñas pendientes, terreno prácticamente plano y de suelos constituidos superficialmente por arcillas compactas.

En la Tabla IV.11.1.13 se muestran los resultados, en los que se incluyen los gastos calculados, sin embargo, debido al tipo de flujo descrito anteriormente, lo que tiene un interés mayor son los volúmenes de agua que se llegan a escurrir y que deberán ser manejados con propiedad para garantizar un adecuado desarrollo urbano en esta cuenca.

Es importante señalar que actualmente se recibe un importante caudal de agua proveniente de la cuenca ZIII El Jarudo, sin embargo no se ha incluido en esta parte del análisis considerando que se están realizando obras que a un futuro inmediato evitará que esta aportación llegue hasta la cuenca.

Para una mejor identificación de la nomenclatura presentada en la Tabla IV.11.1.13, es conveniente acudir al esquema de flujo mostrada, así como al plano Plano ZVIII donde se muestran las Sub-cuencas y Micro-cuencas pertenecientes a la zona ZVIII de El Barreal.

**TABLA IV.11.1.13 ESQUEMA DE FLUJO ZONA VIII. EL BARREAL**



**FIGURA IV.11.1.13 ESQUEMA DE FLUJO ZONA VIII**

TABLA IV.11.13 RESULTADOS DEL MODELO  
CONDICIONES ACTUALES SEGÚN DISTRIBUCIÓN D EMICRO-CUENCAS A FUTURO

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100		TR = 500	
ZVIII.1.3.2	5.273	6.05	57.76	12.92	123.55	20.1	194.49	29.37	279.64
ZVIII.1.3.3	2.493	3.39	27.31	7.24	58.41	11.31	91.95	16.51	132.21
U 1.3.	7.766	9.12	85.08	19.48	181.97	30.68	286.44	44.95	411.85
ZVIII.1.3.1	8.244	8.77	95.99	18.71	203.49	29.09	318.46	42.45	455.63
U 1	16.01	17.57	181.07	37.5	385.46	58.27	604.9	85.06	867.48
ZVIII.1.2	2.26	2.05	24.67	4.41	52.79	6.89	83.13	10.1	119.56
U.1.2	18.27	19.43	205.74	41.52	438.25	64.6	688.03	94.38	987.04
ZVIII.1.1	3.71	3.53	40.5	7.59	86.66	11.8	136.47	17.32	196.27
U.1.1	21.98	22.91	246.24	49.05	524.91	76.39	824.49	111.7	1183.3
ZVIII.3.1	6.34	7.12	73.82	15.16	156.49	23.53	244.91	34.29	350.4
U.3.1	28.32	30.03	320.06	64.21	681.41	99.92	1069.4	146	1533.7
ZVIII.3.2	3.17	3.35	39.24	7.08	82.42	10.89	128.21	15.79	182.51
ZVIII 11.1	13.97	12.14	153.05	26.17	327.34	40.89	515.27	60.02	740.86
ZVIII.10.1	20.72	23.05	227	49.36	485.5	76.93	764.23	112.54	1098.8
U 10-11	34.69	33.65	380.05	72.41	812.83	113.23	1279.5	166.04	1839.7
ZVII.8.1	4.84	5.46	53.02	11.68	113.41	18.19	178.52	26.59	256.68
ZVIII.9.1	12.59	11.74	137.93	25.23	295	39.3	464.37	57.58	667.68
ZVIII.8.2	6.59	6.12	72.19	13.17	154.41	20.52	243.06	30.06	349.48
U 8	58.71	55.78	643.2	120.15	1375.7	188.03	2165.5	275.9	31113.5
ZVIII.1.5	5.85	4.8	64.09	10.32	137.07	16.07	215.77	23.55	310.24
ZVIII.7.1	16.38	15.28	179.45	32.83	383.8	51.15	604.16	74.94	868.67
U 3.1	22.23	19.97	243.54	42.98	520.88	67.06	819.93	98.31	1178.9
ZVIII.6.1	3.38	3.44	37.03	7.41	79.19	11.59	124.67	16.99	179.25
ZVIII.6.2	4.29	4.09	49.95	8.73	105.89	13.54	165.72	19.76	237.10
U 6	88.61	81.54	973.73	174.98	2081.6	273.89	3275.8	402.14	4708.8
ZVIII.5.1	4.9	5.6	53.68	11.97	114.81	18.63	180.73	27.22	259.86
ZVIII.5.2	2.89	3.67	34.83	7.74	73.46	11.91	114.58	17.25	163.46
U 5	96.4	90.34	1062.2	194.56	2269.9	304.43	3571.1	446.62	5132.1
ZVIII.1.4	7.54	6.37	82.6	13.74	176.67	21.49	278.1	31.56	399.86
ZVIII.4.1	9.62	10.62	112.01	22.61	237.45	35.13	371.61	51.21	531.68
U.4.1	17.16	16.33	194.61	34.86	414.13	54.04	649.71	78.88	931.55
ZVII.4.2.	0.6	1.14	6.98	2.39	14.81	3.73	23.18	5.39	33.16
U 4	114.16	106.88	1263.8	230.04	2698.8	359.78	4244	527.62	6096.8
U 3	145.65	140.05	1623.1	300.93	3462.7	470.07	5441.6	688.7	7813
ZVIII.2.1	14.98	21.22	14.98	42.44	506.05	63.067	760.59	88.68	1052.9
U 2	160.63	159.27	1877.4	339.75	3968.7	528.23	6,202.20	770.89	8,865.90
<b>BARREAL TOTAL</b>	<b>160.63</b>	<b>159.27</b>	<b>1877.4</b>	<b>339.75</b>	<b>3968.7</b>	<b>528.23</b>	<b>6,202.20</b>	<b>770.89</b>	<b>8,865.90</b>
ZVIII.2.2	6.47	8.55	102.93	17.34	207.32	25.98	313.95	36.78	437.19
CCAS CERRADAS	<b>6.47</b>	<b>8.55</b>	<b>102.93</b>	<b>17.34</b>	<b>207.32</b>	<b>25.98</b>	<b>313.95</b>	<b>36.78</b>	<b>437.19</b>

FUENTE: IMIP



Diagnóstico

En la tabla anterior, se ha separado intencionalmente la Micro-cuenca ZVIII.2.2 debido a que no aporta agua hacia la zona de inundación, quedando retenida en los sitios o en encharcamientos dentro de la misma Micro-cuenca.

Las lluvias más intensas registradas en Ciudad Juárez, corresponden a un periodo de retorno de 25 años, lo cual significa que el volumen máximo que se ha recibido en la zona de inundación actual, fué calculado en 3.969 millones de metros cúbicos. El área de inundación observada para este volumen es del orden de 12 Km<sup>2</sup>, lo cual nos arroja un tirante promedio de 30 cm que es el observado físicamente en la zona, aunque a la altura del libramiento aeropuerto se han observado profundidades de agua, de hasta 60 cm.

#### IV.11.2. RESUMEN GENERAL DE LAS CUENCAS O ZONAS

Como ya se ha mencionado al principio de este capítulo, con la información recopilada, clasificada y analizada, fue posible generar el diagnóstico del comportamiento y cuantificación de los escurrimientos pluviales, definiendo para cada cuenca descrita, las Sub-cuencas por arroyo que a su vez cuentan con Micro-cuencas que determinan los escurrimientos de los afluentes, así mismo, se identificaron las estructuras de control, tales como diques, presas,

alcantarillas, etc., que participan en el comportamiento del flujo del agua proveniente de la lluvia.

Con lo anterior, se obtuvieron las características hidrológicas de cada Micro-cuenca tales como área, longitud de cauce, pendiente promedio y tipo de superficie, los cálculos de los coeficientes de escurrimiento, tiempos de concentración y de retraso, información que fue ingresada al modelo de simulación HEC – HMS con el cual se calcularon los gastos pico, volúmenes escurridos, y comportamiento de los diques para tormentas con periodos de retorno de 5, 25 y 100 años; la de 5 años representativa de una lluvia normal intensa, la de 25 años como la lluvia máxima histórica medida y la de 100 años para fines de diseño de las estructuras que se pudieran proponer. Del análisis estadístico se obtuvo que una lluvia de 24 horas para un periodo de retorno (TR) de 5 años es de 54 mm de precipitación, para 25 años es de 84 mm y para 100 años es de 110 mm.

Para las cuencas del Río Bravo, Acequias, Chamizal y El Barreal, se obtuvieron solamente los volúmenes que escurren debido a que los flujos son por las calles o de forma laminar por la superficie del terreno en dirección hacia zonas de inundación bien definidas.

A continuación se presentan las Tablas IV.11.2 (1) resumen para cada una de las zonas:

TABLA IV.11.2 (1) ZONA I ANAPRA

IDENTIFICACION DE LA SUB-CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
DESCARGAS DIRECTAS AL RÍO BRAVO							
ZI.1.- LADRILLERA	1.47	4.88	22.569	7.835	45.735	12.852	61.765
ZI.2.- TAPO	16.008	8.947	82.515	15.167	161.99	23.297	215.68
ZI.3.- COYOTLA	1.018	5.156	24.261	7.615	45.22	11.942	58.877
ZI.4.- EL MIMBRE	3.657	7.996	65.698	13.371	128.7	20.764	171.32
ZI.5.- LAS VIVORAS	20.425	20.292	123.7	30.821	362.66	66.505	567.82
ZI.6.- MEZQUITE	0.201	1.693	4.79	2.301	8.929	3.743	11.625
ZI.7.- FRANCISCO VILLA	1.364	5.835	32.507	8.828	60.589	13.687	78.889
DESCARGAS AL ARROYO COLORADO							
ZI.8.- ALTAVISTA	0.201	1.319	4.79	1.866	8.929	2.979	11.625
ZI.9.- VILLA	0.649	3.052	15.467	4.546	28.829	7.076	37.536
ZI.10.- JARERO	2.372	9.103	47.44	13.638	90.098	21.267	120.35
ZI.11.- ALDAMA	0.725	3.342	17.279	4.995	32.205	7.771	41.931
ZI.12.- ZACATECAS	0.361	1.698	8.604	2.529	16.036	3.936	20.879
ZI.13.- EL CUERVO	1.301	5.485	21.096	7.751	47.877	12.329	65.332
ZI.14.- COLORADO	6.393	14.295	78.768	23.127	150.2	36.801	198.87
ZI.15.- TIRADORES	1.933	5.882	39.262	9.252	74.632	14.446	98.648
A. COLORADO AL RÍO BRAVO	13.9	41.761	231.87	64.637	447.25	100.13	593.14
ENTRADA TOTAL AL RÍO BRAVO	58.244	90.074	592.69	141.41	1,143.30	219.69	1,644.00

FUENTE: IMIP

Los resultados obtenidos por Sub-cuenca son los siguientes:

TABLA IV.11.2 (2) RESUMEN DE GASTOS PICO Y VOLÚMENES ESCURRIDOS PARA LA ZONA I

IDENTIFICACION DE LA CUENCA	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ESCURRIMIENTO CON DESCARGAS DIRECTA AL RIO BRAVO							
SUB-CUENCA ARROYO LADRILLERA							
Z I.-	1470	3.460	19.350	7.100	40.260	10.890	62.240
CPTA 12	1470	3.460	19.350	7.100	40.260	10.890	62.240
SUB-CUENCA ARROYO EL TAPO							
ZI.2.2	11532	13.550	134.270	28.780	284.650	44.610	445.470
P B.JRZ (1)	11532	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZI.2.1	4.476	7.150	71210	14.430	143.430	21610	217.190
U.2.1	16.008	7.150	71220	14.430	143.460	21610	217.250
CPTA 3,4	17.478	8.380	90.580	16.980	183.720	25.440	279.480
SUB-CUENCA ARROYO COYOTLA							
ZI.3	1018	3.710	21160	6.950	40.400	10.051	59.230
CPTA 5,6	18.496	10.620	111740	21370	224.130	31930	338.720
SUB-CUENCA ARROYO EL MIMBRE							
ZI.4.4	0.202	0.810	4.200	1510	8.020	2.180	11.750
D.TABACO (2)	0.202	0.030	3.130	0.060	6.000	0.090	8.800
ZI.4.3	0.170	0.680	3.530	1270	6.750	1840	9.890
U.4.3	0.372	0.690	6.670	1300	12.750	1880	18.690
ZI.4.2	2.690	4.750	37.700	9.750	77.620	14.840	119.200
U.4.2	3.062	5.140	44.360	10.490	90.370	15.890	137.890
ZI.4.1	0.595	2.400	12.370	4.450	23.610	6.430	34.620
U.4.1	3.657	6.440	56.730	12.920	113.980	19.340	172.520
CPTA 7,8	22.153	17.060	284.080	34.290	338.110	51270	511230
SUB-CUENCA VIBORAS PONIENTE							
ZI.5.9	1027	2.100	11250	4.420	24.060	6.920	37.880
D.PTO PAZ (6)	1027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZI.5.8	1452	2.120	15.910	4.480	34.020	6.960	53.550
D.P.AGUILA (5)	1452	0.000	0.010	0.000	0.030	0.000	0.040
ZI.5.7	0.329	1.630	8.360	2.870	15.220	4.000	21.730
ZI.5.6	0.511	2.410	12.980	4.250	23.650	5.950	3375.000
U.5,6,7	3.310	4.030	21380	7.130	38.960	9.960	55.620
ZI.5.3	2.653	7.510	55.140	14.120	105.290	20.320	154.370
SUB-CUENCA VÍBORA ORIENTE							
Z.5.5	5.899	8.570	64.630	18.200	138.220	28.350	217.580
D.GASERA (19)	5.899	0.000	0.000	0.710	9.190	7.970	88.550
ZI.5.4	6.976	12.460	97.750	25.550	201.290	38.860	309.120
U.5.4, D19	12.875	12.460	97.820	25.550	216.490	38.860	397.670
A.FRONTZO (17)	12.875	0.000	0.000	0.000	0.100	12.140	149.390
SUB-CUENCA ARROYO VÍBORAS							
U.5.3.2	20.048	13.310	101540	24.960	192.020	35.910	429.280
ZI.5.1	0.677	2.220	14.070	4.190	26.870	6.070	39.390



TABLA IV.11.2 (2) RESUMEN DE GASTOS PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS PARA LA ZONA I CONTINUACIÓN

IDENTIFICACION DE LA CUENCA	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
U 5.1	20.725	15.540	115.610	29.150	218.890	41.980	468.670
A. MADRE	42.878	32.130	284.080	62.440	556.990	92.180	979.900
SUB-CUENCA ARROYO EL MEZQUITE							
ZI.6	0.201	0.810	4.180	1.510	7.980	2.169	11.696
U.1.6	43.079	32.940	288.260	63.950	564.970	94.190	991.600
SUB-CUENCA ARROYO FRANCISCO VILLA							
ZI.7	1.364	3.870	28.350	7.370	54.130	10.692	79.368
U.1.7	44.443	36.810	316.610	71.320	619.100	104.880	1071.000
SUB-CUENCA ARROYO ALTAVISTA							
ZI.8	0.201	0.810	4.180	1.510	7.980	2.170	11.696
U.1.8	44.644	37.620	320.790	72.820	627.080	107.050	1082.700
SUB-CUENCA ARROYO VILLA							
ZI.9	0.649	2.190	13.490	4.120	25.760	5.952	37.762
ESCURRIMIENTO CON DESCARGA AL VIADUCTO DIAZ ORDAZ							
SUB-CUENCA ARROYO JARERO							
ZI.10.6	0.118	0.470	2.450	0.880	4.680	1.269	6.864
D.JAZOU	0.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZI.10.5	0.137	0.550	2.850	1.020	5.440	1.480	7.970
U 10.5	0.255	0.550	2.890	1.030	5.520	1.480	8.090
D.SUBEST (11)	0.255	0.360	1.750	1.110	4.360	1.230	6.910
ZI. 10.4	0.235	0.940	4.880	1.760	9.330	2.540	13.670
D.HOSPITAL (13)	0.235	0.000	0.000	1.020	0.440	0.500	4.781
ZI.10.3	0.963	3.510	20.020	6.580	38.220	9.510	56.035
ZI.10.2	0.227	0.910	4.720	1.700	9.010	2.450	13.210
U 10.2,3	1.680	4.420	26.560	9.390	52.030	13.190	80.930
ZI.10.1	0.690	2.010	14.340	3.820	27.380	5.540	40.150
U 10.1	2.370	6.430	40.900	13.220	79.420	18.730	121.080
SUB-CUENCA ARROYO ALDAMA							
ZI.11	0.725	2.300	15.070	4.350	28.770	6.300	42.190
SUB-CUENCA ARROYO ZACATECAS							
ZI.12	0.361	1.220	7.500	2.290	14.330	3.310	21.000
SUB-CUENCA ARROYO EL CUERVO							
ZI.13.3	0.359	1.440	7.460	2.690	14.250	3.880	20.890
D.J. BALDERAS (14)	0.359	0.000	0.000	0.350	6.370	1.870	13.010
ZI.13.2	0.536	2.150	11.140	4.010	21.270	5.790	31.190
U 13.2	0.895	2.150	11.250	4.010	27.650	5.790	44.200
D.J.GARCIA (15)	0.895	2.260	9.280	4.140	25.660	5.710	42.220
ZI.13.1	0.460	1.750	9.560	3.280	18.250	4.740	26.770
U 13.1	1.355	4.020	18.840	7.420	43.920	10.450	68.980
SUB-CUENCA ARROYO COLORADO							
ZI.14.6	0.321	0.750	3.970	1.540	8.340	2.380	12.980
D.CABALL(18)	0.321	0.062	1.070	1.270	5.450	2.230	10.080

TABLA IV.11.2 (3) RESUMEN DE GASTOS PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS PARA LA ZONA I CONTINUACIÓN

IDENTIFICACION DE LA CUENCA	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
ZI.14.4	0.349	1.390	7.250	2.590	13.850	3.740	20.310
ZI.14.5	0.917	2.740	19.060	5.210	36.390	7.550	53.360
ZI.14.7	0.081	0.190	1.000	0.390	2.110	0.615	3.270
D. NVA. ZELANDA (20)	0.810		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZI.14.9	0.076	0.000	1.000	0.380	2.080	0.590	3.220
D.I. HAWAI	0.076	0.190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZI.14.8	1.406	0.000	19.700	7.540	40.570	11.490	62.300
U 14.8	1.482	3.730	19.730	7.540	40.530	11.490	62.400
D. GUAD IZ (22)	1.482	0.000	0.000	0.000	0.000	0.230	2.830
U.C.7	3.150	4.140	27.440	7.800	55.790	12.770	86.610
ZI.14.3	0.5222	1.86	10.85	3.48	20.72	5.04	30.37
ZI.14.2	0.555	2.230	11.540	4.150	22.030	5.990	32.290
U.C.6	5.715	8.220	49.850	15.440	98.600	23.810	149.380
ZI.14.1	1.035	2.9	21.51	5.45	41.08	7.92	60.22
U 14.1	6.75	11.09	71.73	20.9	139.68	31.73	209.61
U. C.5	8.668	15.820	105.520	30.050	205.890	45.170	308.890
ARROYOS AFLUENTES DEL COLORADO PARTE SUR							
ZI.14.14	0.534	1.160	6.220	2.430	13.180	3.770	20.630
D.TARAHUMARA (29)	0.534	0.000	0.000	0.380	5.320	1.460	12.760
ZI.14.12	0.106	0.390	2.050	0.750	3.980	1.090	5.890
D. COZUMEL	0.106	0.010	0.150	0.280	2.080	0.760	3.990
ZI.14.13	0.455	1.830	9.460	3.410	18.060	4.920	26.470
ZI.14.11	0.229	0.500	2.660	1.040	5.650	1.620	8.850
ZI.14.10	0.164	0.660	3.410	1.230	6.510	1.770	9.540
U C.8	1.488	2.980	15.780	5.680	37.620	8.370	61.610
D. STO DOMINGO (23)	1.488	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SUB-CUENCA ARROYOS TIRADORES							
ZI.15.9	0.045	1.800	0.930	0.340	0.490	0.490	2.620
D. COVARRUBIAS (32)	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZI.15.10	0.351	0.760	4.090	1.590	8.660	2.480	13.560
ZI.15.7	0.234	0.940	4.860	1.750	9.290	2.530	13.620
U.15.7	0.585	1.700	8.950	3.350	17.950	5.010	27.170
ZI.15.8	0.063	0.250	1.310	0.470	2.500	0.680	3.660
U 15.8	0.693	1.960	10.280	3.820	20.490	5.690	30.900
ZI.15.6	0.080	0.320	1.660	0.600	3.170	0.860	4.650
D. ECATEPEC (33)	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	1.750
ZI.15.5	0.040	0.160	0.830	0.300	1.590	0.430	2.330
U 15.5	0.120	0.160	0.900	0.300	1.860	0.430	4.080
U C.9	0.813	2.120	11.180	4.120	22.360	6.120	34.990
ZI 15.4	1.105	3.14	22.97	5.89	43.85	8.47	64.286
U 15.4	1.918	4.73	34.15	9.14	66.21	13.44	99.28



TABLA IV.11.2 (4) ZONA II CENTRO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA	AREA DRENADA KM 2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZII.1S/N	0.414	1662	8.605	3.099	16.431	4.470	24.090
ZII.2.-M. ESCOBEDO	2.186	5.410	45.438	10.234	86.757	14.724	127.200
ZII.3.-MONTERREY	14.39	4.435	29.911	8.397	57.111	12.165	83.732
ZII.4.-PANTEON	4.165	5.583	36.992	14.520	85.760	23.700	145.220
ZII.5.-A. BASURERO	12.36	1867	13.739	3.504	26.230	5.033	48.160
ZII.6.-TEPEYAC	5.182	7.930	41360	15.080	86.620	22.070	134.790
ZII.7.-SAN ANTONIO	4.473	3.430	27.470	6.960	68.030	11560	132.830
ZII.8.-MERC. ORNELAS	2.750	4.120	30.670	7.750	58.670	11170	59.230
ZII.9.-C. AMAYA 1	0.432	1420	8.980	2.670	17.140	3.870	338.720
ZII.10.-C. AMAYA 2	0.414	1320	8.610	2.480	16.430	3.600	11.750
ZII.11.-EL INDIO	14.153	14.190	73.510	26.460	170.670	38.190	8.800
ZII.12.-LIBERTAD	4.147	9.320	86.200	17.820	164.590	25.850	9.890
ZII.13.-CBTIS	2.624	5.890	54.540	11.270	104.140	16.350	18.690
<b>TOTAL</b>	<b>43.615</b>	<b>66.577</b>	<b>466.025</b>	<b>130.244</b>	<b>958.579</b>	<b>192.752</b>	<b>1621.222</b>

TABLA IV.11.2 (5) ZONA III- JARUDO

IDENTIFICACION DE LA SUB-CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIII.1.-REVOLUCION	7.522	5.87	50.02	11.05	85.8	16.01	174.67
ZIII.2.-CEMENTERA	10.621	9.68	94.41	17.9	231.23	26.67	357.23
ZIII.3.-E. MEXICANO	6.94	11.82	94.92	21.78	205.32	33.28	371.84
ZIII.4.-JARUDO	25.65	27.64	335	74.08	836.86	120.31	1160.8
DREN 2-A	54.531	14.91	188.15	116.81	987.28	198.65	1571.7
<b>TOTAL</b>	<b>105.26</b>	<b>55.01</b>	<b>762.5</b>	<b>241.62</b>	<b>2346.49</b>	<b>394.92</b>	<b>3636.24</b>

TABLA IV.11.2 (6) ZONA IV.- AEROPUERTO

IDENTIFICACION DE LA SUB-CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3	DESCARGA PICO M3/SEG	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
ZIV.1 LOMAS DEL REY	6.13	13.49	119	26.15	230.59	38.29	341.04
ZIV.2. AEROPUERTO	6.63	12.83	128.68	23.45	249.1	34.21	368.41
ZIV.3 MORELIA	3.1	8.18	60.2	15	116.65	22.63	172.52
ZIV.4 TAPIOCA	11.83	27.69	202.98	54.04	403.62	78.97	605.76
ZIV.5 ARCADAS	1.81	0.03	1.41	0.06	2.79	0.09	4.19
ZIV.6 SALVARCAR	4.68	10.72	79.49	20.13	158.2	29.9	237.77
ZIV.7 C. LA ROSITA	0.54	1.64	8.63	3.25	17.4	4.87	26.34
ZIV.8 TABASCO	0.17	0.47	2.49	0.94	5.08	9.97	79.62
ZIV.9 MORELOS I	1.8	3.19	25.18	6.55	51.85	32.75	177.65
ZIV.10 MORELOS II	4.01	10.62	56.18	21.51	115.68	32.75	177.65
ZIV.11 INSURGENTES	0.49	0.68	6.43	1.41	13.39	2.15	20.7
ZIV.12 ZARAGOZA	5.71	7.9	75.22	16.41	156.48	25.05	241.88
ZIV.13 PAPALOTE	1.79	2.96	22.14	6.17	46.51	9.49	72.35
ZIV.14 INDEPENDENCIA	2	3.09	24.78	6.48	52.05	10	80.97
ZIV.15 PATRIA	3.16	5.04	39.16	10.53	82.26	16.24	127.97
<b>TOTAL</b>	<b>53.86</b>	<b>108.53</b>	<b>851.97</b>	<b>212.68</b>	<b>1,701.65</b>	<b>347.36</b>	<b>2,734.82</b>

TABLA IV.11.2 (7) ZONA V.- RÍO BRAVO

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM2	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 5	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 25	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 100
ZV.1	5.497	114.26	218.16	319.86
ZV.2	2.56	53.21	101.6	148.96
ZV.3	2.785	57.88	110.53	162.05
ZV.4	2.235	46.45	88.7	130.05
ZV.5	6.648	120.56	236.85	353.21
ZV.6	3.258	55.3	110.06	165.42
ZV.7	2.351	35.08	71.48	109.02
ZV.8	5.016	74.86	152.51	232.6
ZV.9	3.68	51.56	106.19	163.07
ZV.10	20.671	289.55	596.44	915.92
<b>TOTAL</b>	<b>54.70</b>	<b>898.81</b>	<b>1,792.52</b>	<b>2,700.16</b>

FUENTE: IMIP

TABLA IV.11.2 (8) ZONA VI.- ACEQUIAS

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	AREA DRENADA KM 2	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 5	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 25	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 100
ZVI.1	3.881	80.67	154.03	225.83
ZVI.2	4.012	83.39	159.23	233.45
ZVI.3	3.858	80.19	153.12	224.49
ZVI.4	6.941	144.28	275.47	403.88
ZVI.5	2.109	38.24	75.14	112.05
ZVI.6	4.823	71.98	146.64	223.65
<b>TOTAL</b>	<b>25.624</b>	<b>498.75</b>	<b>963.63</b>	<b>1,423.35</b>

FUENTE: IM IP

TABLA IV.11.2 (9) ZONA VII CHAMIZAL

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 5	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 25	VOLUMEN ESCURRIDO X 1000 M3 TR = 100
ZVII.1	1.194	24.81	47.38	69.47
ZVII.2	3.673	76.35	145.77	213.72
ZVII.3	1.191	24.75	47.26	69.30
<b>TOTAL</b>	<b>6.058</b>	<b>125.91</b>	<b>240.41</b>	<b>352.49</b>

FUENTE: IMIP



TABLA IV.11.2 (10) ZONA VIII EL BARREAL

IDENTIFICACION DE LA CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	VOLUMEN ESCURRIDO	VOLUMEN ESCURRIDO	VOLUMEN ESCURRIDO
		X 1000 M3	X 1000 M3	X 1000 M3
		TR=5	TR=25	TR=100
ZVIII.1	35.37	392.92	838.64	1318.37
ZVIII.2	21.45	117.91	713.37	1074.54
ZVIII.3	9.51	113.06	238.91	373.12
ZVIII.4	10.22	212.75	525.26	394.79
ZVIII.5	7.79	88.851	188.27	295.31
ZVIII.6	7.67	86.48	185.08	290.39
ZVIII.7	16.38	179.45	383.8	604.16
ZVIII.8	12.43	125.21	267.82	421.58
ZVIII.9	12.59	137.93	295	464.37
ZVIII.10	20.72	227	485.5	764.23
ZVIII.11	13.97	153.05	327.34	515.27
TOTAL	168.1	1743.27	4175.99	6516.13

TABLA IV.11.2 (11) RESUMEN DE GASTOS PICO Y VOLUMENES ESCURRIDOS POR CUENCA

CUENCA O SITIO	ÁREA DRENADA KM2	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO	DESCARGA PICO	VOLUMEN ESCURRIDO
		M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3	M3/SEG	X 1000 M3
		TR = 5		TR = 25		TR = 100	
Z.I. ANAPRA	59.112	70.76	529.18	136.47	1038.7	200.15	1702.4
Z.II CENTRO	46.364	66.577	466.025	130.244	958.579	192.752	1621.222
Z.III. JARUDO	54.53	14.91	188.15	116.81	987.28	198.65	1571.7
Z.IV. AEROPUERTO	53.86	108.53	851.97	212.68	1701.65	347.36	2734.82
Z.V. RIO BRAVO	54.7	0.00	989.81	0.00	1792.52	0.00	2700.16
Z.VI. ACEQUIAS	25.62	0.00	498.75	0.00	963.63	0.00	1423.35
Z.VII. CHAMIZAL	6.06	0.00	125.91	0.00	240.41	0.00	352.49
Z.VIII. EL BARREAL	154.07	0.00	1829	0.00	3858.1	0.00	6020.6
TOTAL	454.316		5478.795		11540.869		18,126.74

Nota: Los datos que aparecen en ceros son por motivo de cuencas con flujos laminares o en calles sin cauce definido





## V.- ESTRATEGIA

## V. ESTRATEGIA

De manera muy particular los escurrimientos de agua pluvial han sido considerados en esta ciudad como un elemento natural que necesariamente debe ser controlado y/o desalojado de las áreas urbanas, poniendo poca atención en la utilización de estos volúmenes. La visión a futuro del manejo del agua pluvial requiere de congruencia con el manejo sustentable de este recurso natural, sobre todo en una zona como en la que se encuentra Ciudad Juárez, donde la disponibilidad de agua genera una gran preocupación para poder abastecer la demanda creciente en los próximos años.

La baja disponibilidad ha requerido de soluciones y estrategias debidamente fundamentadas en un análisis técnico, social y económico, con especial énfasis en la planeación correctiva para las zonas ya consolidadas de la ciudad y de planeación anticipada a los procesos de desarrollo urbano en las zonas de crecimiento. El esquema propuesto por el Plan Sectorial establece de manera concreta las acciones formales, los tiempos, las inversiones y por supuesto la justificación de todas ellas en base a un proceso de análisis de Beneficio / Costo, de tal manera que los beneficios que se aporten se derramen sin distinción para toda la población.

Las estrategias propuestas forman parte del seguimiento a las recomendaciones generadas por estudios realizados con anterioridad por las autoridades federales y en los cuales el estudio integral retoma una gran parte de la información ahí plasmada.

El alcance del Plan Sectorial tiene como propósito el obtener propuestas de solución de mayor alcance a las ya estudiadas, presentando para ello los resultados del análisis con modelo de simulación, lo que permite conocer a mayor detalle los gastos pico y volúmenes de agua que se tendrán para tormentas con diferentes periodos de retorno y propone la construcción de estructuras hidráulicas adicionales que retengan el agua, al tiempo que permitan un tratamiento para eliminar los materiales extraños, faciliten la sedimentación de las partículas y para luego infiltrar el agua hacia el subsuelo. Es indudable que estas prácticas podrán auxiliar en la conservación de la calidad del agua almacenada en los acuíferos, y como un componente para incrementar o atenuar su baja disponibilidad, la que podrá ser posteriormente

Estrategia

aprovechada en el uso público urbano mediante su extracción. Otro de los elementos que fueron considerados es el de establecer los lineamientos físico-químicos que deben ser cumplidos previo a la infiltración del agua pluvial para que esta se conduzca al subsuelo con un bajo factor de riesgo.

De la misma manera el Plan incorpora las estrategias para la realización de proyectos de índole correctivo para las zonas con más urgencia en la solución del desalojo de las aguas pluviales, e integra las propuestas de solución para las nuevas zonas de crecimiento, en ambos casos se han desarrollado los anteproyectos de las obras que deberán realizarse, el análisis de inversión por etapas de construcción, el análisis de Beneficio – Costo por sector, y de manera muy especial, sienta las bases sobre los criterios y funciones específicas de lo que debe ser la organización técnico-administrativa para llevar a cabo la implementación, operación y mantenimiento de las estructuras hidráulicas y la vigilancia de los cauces que conducen los escurrimientos.

### V.1. OBJETIVOS

La elaboración de este instrumento que es el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial para Ciudad Juárez, incorpora en el planteamiento de los objetivos las opiniones de técnicos y profesionales que han venido trabajando con anterioridad en la problemática del control y manejo de las aguas pluviales, y como seguimiento a la manifestación de las necesidades sentidas de la población, recibidas durante el proceso de elaboración del Plan de Desarrollo Urbano para Ciudad Juárez, en el sentido de atender la problemática derivada de la falta de planeación estratégica y correctiva para controlar los escurrimientos pluviales y evitar los daños que estos generan a la población y la infraestructura de la ciudad. Con fundamento en estas opiniones y necesidades expresadas por la población, se definieron los siguientes objetivos:

- 1.-Establecer las estrategias para el Manejo Integral de las Aguas Pluviales en la ciudad, mediante una base de datos sustentada en la información existente y la resultante del análisis y la evaluación de los datos pluviométricos sometidos a la modelación del potencial de generación de los escurrimientos de las aguas de



origen pluvial.

2.-Promover la implementación del Manejo Sustentable de las aguas pluviales que se generan.

3.-Poner a disposición de la población y las autoridades competentes, los datos correspondientes a los caudales de los escurrimientos pluviales asociados a periodos de retorno (TR) y tiempos de concentración (TC), como la predicción de los mismos en función de tiempo y de la magnitud de los eventos extremos

4.-Definir las acciones para la solución y mitigación de los problemas asociados a los escurrimientos generados por la lluvia en las zonas urbanas ya consolidadas mediante una planeación correctiva.

5.-Proporcionar la información técnica sobre los patrones de escurrimiento en condiciones actuales y futuras en una proyección de 20 años, asociados a la dinámica del crecimiento urbano en cada una de las Cuencas, Sub-Cuencas y Micro-Cuencas.

6.-Establecer las bases técnicas, lineamientos y nuevos conceptos de manejo del agua de lluvia, mediante el desarrollo de estrategias y recomendaciones para facilitar la infiltración y recarga del acuífero y otros esquemas de aprovechamiento, que fortalezcan el proceso de Manejo Sustentable del Agua en la región.

7.-Establecer los lineamientos técnicos básicos que permitan la planeación, manejo y aprovechamiento de las aguas pluviales en las zonas de crecimiento futuro.

8.-Definir la infraestructura requerida para el control de las aguas pluviales, su conservación y aprovechamiento.

9.-Otorgar las alternativas para la administración del control, operación y mantenimiento, planeación y desarrollo de proyectos asociados a la planeación del desarrollo urbano y protección a la población.

10.-Actualizar la información y contar con elementos de mayor precisión, para que pueda ser utilizada en los procesos de toma de decisiones, planeación, operación y manejo de las aguas pluviales.

11.-Evaluar las estrategias y proyectos en apego al Beneficio / Costo que requiere su implementación.

12.-Generar una visión clara para que los inversionistas interesados en el desarrollo urbano de las zonas de crecimiento, cuenten con lineamientos técnicos, ambientales y legales para el manejo del agua pluvial.

13.-Generar los proyectos y costos de inversión de Vasos de Retención, Control e infiltración del Agua Pluvial, así como del Diseño del Dimensionamiento y Costos de Inversión par el Encauzamiento de los Arroyos.

## V.2.PLANEACIÓN PARA EL CONTROL DEL AGUA PLUVIAL

Tal como ya se ha mencionado de manera reiterada, para obtener la información sobre los volúmenes escurridos se utilizó el modelo de simulación para hidrología superficial **HEC-HMS(Hidrological modeling system)**, el cual fue alimentado con datos que representan las condiciones de urbanización actuales y las estimadas dentro de 20 años, asumiendo el incremento de los volúmenes de escurrimiento debido al cambio de tipo de superficie que se observa a la fecha en la periferia de la ciudad y las condiciones futuras del desarrollo urbano para las zonas de crecimiento o de reserva. Es importante enfatizar en que las propuestas de solución al drenaje pluvial que se presentan en este documento, son a nivel de anteproyecto, tomando en cuenta los datos y estudios existentes sobre el tema y fundamentados en los resultados del diagnóstico realizado.

Las alternativas de solución al problema del drenaje pluvial consideradas para cada zona específica de la ciudad, tomó como base fundamental los elementos que a continuación se describen y que dan origen a las propuestas de solución, las cuales se mencionan de manera general:

### V.2.1. PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LAS ZONAS I. ANAPRA, II. CENTRO, III. JARUDO Y IV. AEROPUERTO:

- En la zona poniente de la ciudad existen una serie de diques que actualmente