

# Índice de Contenido

Índice de Figuras.....	5
Índice de Tablas.....	9
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>16</b>
1.1.- ANTECEDENTES.....	16
1.1.1.- Infraestructura hidráulica de Ciudad Universitaria: Pasado y Presente.....	18
1.1.2.- Crecimiento de la población de Ciudad Universitaria.....	22
1.1.3.- El uso eficiente de agua.....	26
1.2.- PROGRAMA DE MANEJO, USO Y REUSO DE AGUA EN LA UNAM: PUMAGUA.....	27
1.2.1.- Objetivos y Metas.....	27
1.3.- EXPERIENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES.....	28
1.3.1. Universidad de Stanford.....	28
1.3.2. Universidad de Sydney, Australia: Water Savings Action Plan.....	33
1.3.3 Estudio de la Facultad de Ciencias de la UNAM.....	35
<b>CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA.....</b>	<b>36</b>
2.1.- EL SISTEMA HIDRÁULICO DE CIUDAD UNIVERSITARIA.....	37
2.1.1.- Componentes y estado actual.....	37
2.1.1.1 Sistema de alcantarillado.....	37
2.1.1.2 Sistema de riego.....	44
2.1.1.3 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	51
2.1.1.4 Plantas tipo BRAIN.....	53
2.1.1.5 Sistema de aguas pluviales y recarga del acuífero.....	53
2.2.- EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CIUDAD UNIVERSITARIA.....	54
2.2.1.- Suministro y Macro medición.....	55
2.2.2.- Regulación.....	67
2.2.3.- Distribución.....	71
2.3.- ESTRATEGIAS DE USO EFICIENTE DE AGUA EN CIUDAD UNIVERSITARIA.....	92
2.3.1.- Estrategias de reducción de pérdidas.....	92
2.3.2.- Estrategias de reducción de consumos.....	96

<b>CAPÍTULO 3.- SECTORIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE. ....</b>	<b>100</b>
3.1.- SECTORIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE. ....	100
3.2.- SELECCIÓN DE SECTORES HIDRÁULICOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA.....	102
3.3.- DIAGNÓSTICO DE LOS SECTORES HIDRÁULICOS DE CIUDAD UNIVERSITARIA.....	106
3.4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	122
3.4.1. Macro y micro medición.....	124
3.4.2.- Medición de suministro y consumo.....	124
3.4.3.- Medición de pérdidas en la red.....	146
3.4.- MODELACIÓN DE LA RED CON Y SIN PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO.....	154
<b>CAPÍTULO 4. ACCIONES DE USO EFICIENTE DE AGUA EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZO.....</b>	<b>165</b>
4.1.- PROGRAMAS DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA EN LA RED. ....	165
4.2.- INSTRUMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE USO EFICIENTE DE AGUA EN DEPENDENCIAS UNIVERSITARIAS.....	166
<b>CAPÍTULO 5.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>179</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>184</b>
<b>ANEXO 1. INVENTARIO DE MEDIDORES.....</b>	<b>187</b>

## Índice de Figuras.

<b>FIGURA 1. ZONAS INICIALES: A: ZONA ESCOLAR, B: CAMPOS DEPORTIVOS, C: ESTADIO OLÍMPICO. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	19
<b>FIGURA 2. VISTA PANORÁMICA DEL CAMPUS CENTRAL LUEGO DE SU INAUGURACIÓN EN NOVIEMBRE DE 1952. FUENTE: LA JORNADA.</b>	20
<b>FIGURA 3. COMPORTAMIENTO DEL CRECIMIENTO E LA POBLACIÓN DE CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE: DGP.UNAM.</b>	22
<b>FIGURA 4. PRESENCIA DE LA UNAM EN EL INTERIOR DEL PAÍS Y MÁS ALLÁ DE SUS FRONTERAS. FUENTE. ANUARIO ESTADÍSTICO 2008. DGP. UNAM.</b>	24
<b>FIGURA 5. DEMANDA DE INGRESO A LA LICENCIATURA A TRAVÉS DE CONCURSO DE SELECCIÓN. FUENTE: ANUARIO ESTADÍSTICO. DGP. UNAM.</b>	25
<b>FIGURA 6. SUMINISTRO HISTÓRICO (2.7 MGD = 142 LPS) DE LA UNIVERSIDAD DE STANFORD</b>	
<b>FIGURA 7. SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA UNIVERSIDAD DE STANFORD</b>	31
<b>FIGURA 8. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AGUA IMPLANTADAS.</b>	32
<b>FIGURA 9. PROMEDIO ANUAL DE DEMANDA DE AGUA SEGÚN EL TIPO DE USUARIO.</b>	32
<b>FIGURA 10. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA CON Y SIN PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE AGUA.</b>	33
<b>FIGURA 11. TENDENCIA DE CONSUMO EN LA UNIVERSIDAD.</b>	34
<b>FIGURA 12. EL SISTEMA HIDRÁULICO DE CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNAM.</b>	37
<b>FIGURA 13 RED DE ALCANTARILLADO DE CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE: DGOYC. UNAM</b>	39
<b>FIGURA 14. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CERRO DEL AGUA.</b>	40
<b>FIGURA 15. MODELO DE INTERCEPTORES DE LA RED.</b>	41
<b>FIGURA 16. RED DE ALCANTARILLADO DE CIUDAD UNIVERSITARIA. EN COLORES LOS DIÁMETROS DE LA RED. EN NEGRO LOS TRES EMISORES QUE CONVERGEN A LA PTAR DE CERRO DEL AGUA.</b>	42
<b>FIGURA 17. PERFIL DE UN POZO DE VISITA DE CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE: MAPAS 2007. CONAGUA.</b>	43
<b>FIGURA 18. ZONAS DE CIUDAD UNIVERSITARIA QUE ACTUALMENTE SE RIEGAN CON AGUA TRATADA. ESTAS ZONAS SON PERIFÉRICAS A LAS CISTERNAS DE AGUA TRATADA PROVENIENTE DE LA PTAR DE CERRO DEL AGUA. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	45
<b>FIGURA 19. RED DE AGUAS TRATADAS. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	46
<b>FIGURA 20. MATERIALES DE LA RED DE AGUAS TRATADAS.</b>	47
<b>FIGURA 21. COMPARACIÓN ENTRE EL VOLUMEN TRATADO Y BOMBEADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN EL 2006. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	49
<b>FIGURA 22. COMPARACIÓN ENTRE EL VOLUMEN TRATADO Y BOMBEADO A LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN EL 2007. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	49
<b>FIGURA 23. UBICACIÓN DE LA PTARS DE CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE: DGOYC. UNAM</b>	51
<b>FIGURA 24. BOMBAS DE LOS POZOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA.</b>	55
<b>FIGURA 25. UBICACIÓN DE POZOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE. DGOYC. UNAM.</b>	56
<b>FIGURA 26. PORCENTAJES DE EXTRACCIÓN DE LOS POZOS. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	57
<b>FIGURA 27. EXTRACCIÓN DE AGUA EN LOS POZOS DURANTE 2006. FUENTE: DGOYC. UNAM</b>	58
<b>FIGURA 28. EXTRACCIÓN DE AGUA EN LOS POZOS DURANTE 2007. FUENTE: DGOYC. UNAM</b>	58
<b>FIGURA 29. EXTRACCIÓN DE AGUA EN LOS POZOS DURANTE 2008. FUENTE: DGOYC. UNAM</b>	59
<b>FIGURA 30. CONO DE ABATIMIENTO EN UN POZO ORDINARIO O LIBRE. FUENTE: MAPAS 2007. CONAGUA.</b>	59
<b>FIGURA 31. CONSUMO DE ENERGÍA EN EL EQUIPO DE BOMBEO Y COSTOS. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	63
<b>FIGURA 32. TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	67
<b>FIGURA 33. TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE: DGOYC. UNAM.</b>	68

FIGURA 34. TANQUE VIVERO ALTO.....	69
FIGURA 35. TANQUE ALTO.....	69
FIGURA 36. TANQUE BAJO: (A) VÁLVULAS Y (B) EQUIPO DE RE BOMBEO EN TANQUE BAJO.....	70
FIGURA 37. RED DE AGUA POTABLE DE CIUDAD UNIVERSITARIA.....	72
FIGURA 38. INCRUSTACIONES EN LAS TUBERÍAS DE AGUA POTABLE.....	74
FIGURA 39. CRUCEROS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. LÍNEA DE 10" CON DERIVACIONES A 4".....	76
FIGURA 40. JUNTA GIBAULT GENERALMENTE EMPLEADA EN UNIONES DE TUBERÍAS. FUENTE: MAPAS 2007. CONAGUA.....	76
FIGURA 41. REDUCCIÓN DE DIÁMETROS EN LA RED. IZQUIERDA: REDUCCIÓN CAMPANA. DERECHA: TEE REDUCTORA.....	76
FIGURA 42. DE IZQUIERDA A DERECHA: VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO, VÁLVULA EXPULSORA DE AIRE Y VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN.....	77
FIGURA 43. LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS. EN COLOR NARANJA SE ENCUENTRAN LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA, Y EN COLOR AZUL LA DE EXPULSIÓN DE AIRE.....	78
FIGURA 44. UBICACIÓN DE LOS 45 MANÓMETROS. FUENTE: DGOYC. UNAM.....	78
FIGURA 45. FUGAS DE AGUA EN ACOMETIDAS Y EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA. FUENTE: L. OCHOA. IMTA. 2007.....	84
FIGURA 46. INCIDENCIA DE FUGAS EN LA RED DE AGUA POTABLE SEGÚN LA OCUPACIÓN EN CU.....	87
FIGURA 47. ESTIMACIÓN DEL BALANCE DURANTE EL AÑO 2008.....	89
FIGURA 48. ESTIMACIÓN DEL BALANCE DURANTE EL AÑO 2008.....	89
FIGURA 49. BALANCE HIDRÁULICO PARA EL AÑO 2011 EN CIUDAD UNIVERSITARIA.....	90
FIGURA 50. SECTORIZACIÓN DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO CON CONTROL DE PRESIONES Y MEDICIÓN DE GASTO.....	100
FIGURA 51. ZONAS DE SERVICIO EN CIUDAD UNIVERSITARIA.....	102
FIGURA 52. CURVA DE ISOPRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. LAS UNIDADES DE PRESIÓN SON METROS DE COLUMNA DE AGUA.....	103
FIGURA 53. SECTORES HIDRÁULICOS PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	104
FIGURA 54. TENDENCIA DE DEPENDENCIAS EN EL SECTOR I HIDRÁULICO.....	107
FIGURA 55. SUMINISTRO Y PÉRDIDAS DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÁULICO I.....	108
FIGURA 56. RELACIÓN PRESIÓN - FUGAS DEL SECTOR HIDRÁULICO I.....	108
FIGURA 57. REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA CON LA INSTALACIÓN DE LA VRP EN EL SECTOR I SIN CONTROL DE PRESIONES.....	109
FIGURA 58. REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA CON LA INSTALACIÓN DE LA VRP EN EL SECTOR I CON CONTROL DE PRESIONES.....	110
FIGURA 59. TENDENCIA DE ENTIDADES EN EL SECTOR HIDRÁULICO II.....	112
FIGURA 60. TENDENCIA DE ENTIDADES EN EL SECTOR HIDRÁULICO III.....	113
FIGURA 61. REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA CON LA INSTALACIÓN DE LA VRP EN EL SECTOR HIDRÁULICO III SIN CONTROL DE PRESIONES.....	115
FIGURA 62. REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA CON LA INSTALACIÓN DE LA VRP EN EL SECTOR HIDRÁULICO III CON CONTROL DE PRESIONES.....	115
FIGURA 63. PÉRDIDAS EN EL SECTOR HIDRÁULICO IV.....	116
FIGURA 64. PÉRDIDAS EN EL SECTOR HIDRÁULICO V.....	118
FIGURA 65. INCIDENCIAS DE FUGAS POR SECTOR HIDRÁULICO. FUENTE: DGOYC. UNAM.....	120
FIGURA 66. TRABAJOS DE SECTORIZACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE.....	121
FIGURA 67. DIMENSIONES DEL ARREGLO PROPUESTO PARA MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO EN POZO II.....	125
FIGURA 68. VISITAS DE CAMPO REALIZADAS A LOS PUNTOS DE INSTALACIÓN DE LOS MEDIDORES ELECTROMAGNÉTICOS.....	126
FIGURA 69. INSTALACIÓN DE MEDIDORES ELECTROMAGNÉTICOS.....	126
FIGURA 70. MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO EN TANQUE BAJO LADO NORTE Y SUR, RESPECTIVAMENTE.....	127
FIGURA 71. EXTRACCIÓN DE AGUA DE LOS POZOS.....	127
FIGURA 72. SUMINISTRO DE AGUA DESDE TANQUE BAJO A LOS SECTORES I Y II.....	128
FIGURA 73. REBOMBEO ENTRE TANQUE BAJO Y TANQUE ALTO.....	128
FIGURA 74. PATRÓN DE SUMINISTRO DE LOS SECTORES I Y II, RESPECTIVAMENTE.....	129

FIGURA 75. COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO EN LOS SECTORES I Y II.....	129
FIGURA 76. ARREGLO DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PRESIONES PROPUESTOS POR PUMAGUA A INSTALARSE EN LOS SECTORES I Y III.....	130
FIGURA 77. ARREGLO DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PRESIONES PROPUESTOS POR PUMAGUA A INSTALARSE EN LOS SECTORES II, IV Y V.....	130
FIGURA 78. ESQUEMA DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR RADIOFRECUENCIA IMPLEMENTADO POR PUMAGUA. FUENTE: BADGER METER S.A DE C.V.....	131
FIGURA 79. PATRÓN DE CONSUMO PARA DIFERENTES TIPOS DE USUARIO PRESENTES EN CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNAM.....	135
FIGURA 80. COMPARACIÓN DE SUMINISTRO HORARIO POR TIPO DE USUARIO EN TÉRMINOS DEL TOTAL DEL SUMINISTRO POR TIPO DE USUARIO. DE LAS 0:00 HRS A LAS 7:00 HRS SE PRESENTA EL 1.21 % DE LA DEMANDA; DE LAS 7:01 HRS A LAS 22:00 HRS EL 98.23 % Y DE LAS 22:01 HRS A LAS 23:59 HRS EL 0.57%.....	136
FIGURA 81. INFORME DE AGUA ENVIADO POR PUMAGUA A LAS DEPENDENCIAS QUE CUENTAN CON MEDIDOR INSTALADO.....	141
FIGURA 82. REPORTE DEL SUMINISTRO MENSUAL.....	142
FIGURA 83. REPORTE DEL SUMINISTRO DIARIO A ENTIDADES.....	143
FIGURA 84. REPORTE DE SUMINISTRO INSTANTÁNEO. ES POSIBLE IDENTIFICAR DESCENSOS EN FUGAS O CAMBIOS EN EL USO DEL AGUA CON ESTA GRÁFICA.....	143
FIGURA 85. GASTOS MEDIDOS EN EL SECTOR I.....	148
FIGURA 86. COLOCACIÓN DE MEDIDOR PARA MEDICIÓN DE PÉRDIDAS EN LOS SECTORES HIDRÁULICOS DE CIUDAD UNIVERSITARIA.....	148
FIGURA 87. SUMINISTRO, CONSUMO Y PÉRDIDAS EN EL SECTOR HIDRÁULICO I CON Y SIN RIEGO.....	149
FIGURA 88. MEDICIÓN DE PÉRDIDAS EN EL SECTOR II.....	149
FIGURA 89. PÉRDIDAS EN EL SECTOR III.....	150
FIGURA 90. PÉRDIDAS EN EL SECTOR IV.....	151
FIGURA 91. PÉRDIDAS EN EL SECTOR V.....	152
FIGURA 92. DIAGRAMA DE UN MODELO HIDRÁULICO DE FLUJO PERMANENTE. FUENTE. MAPAS 2007. CONAGUA.....	155
FIGURA 93. DIAGRAMA DE UN MODELO HIDRÁULICO DE FLUJO NO PERMANENTE. FUENTE. MAPAS 2007. CONAGUA.....	156
FIGURA 94. PANTALLA CON DATOS DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA EPANET.....	158
FIGURA 95. CURVA DE VARIACIÓN HORARIA EN EL EDIFICIO 5 DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA.....	160
FIGURA 96. VARIACIÓN HORARIA DE LOS NIVELES EN LOS TANQUES ALTO Y BAJO.....	161
FIGURA 97. MAPA DE ISOPRESIONES DE LA SIMULACIÓN EN ESTADO EXTENDIDO CON CONTROL DE PRESIONES A LAS 03:00 HRS.....	161
FIGURA 98. MAPA DE ISOPRESIONES DE LA SIMULACIÓN EN ESTADO EXTENDIDO CON CONTROL DE PRESIONES A LAS 09:00 HRS.....	162
FIGURA 99. MAPA DE ISOPRESIONES DE LA SIMULACIÓN EN ESTADO EXTENDIDO CON CONTROL DE PRESIONES A LAS 15:00 HRS.....	162
FIGURA 100. MAPA DE ISOPRESIONES DE LA SIMULACIÓN EN ESTADO EXTENDIDO CON CONTROL DE PRESIONES A LAS 19:00 HRS.....	163
FIGURA 101. EDIFICIOS DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM. EN GRIS, EL EDIFICIO 5.....	166
FIGURA 102. PUNTOS DE CONSUMO DE AGUA EN EL NIVEL 1 (NPT+1.60) EDIFICIO 5. IINGEN.UNAM.....	169
FIGURA 103. SUMINISTRO DE AGUA EN EL EDIFICIO 5 ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES.....	170
FIGURA 139. CONSUMO DE AGUA EN BAÑOS DEL EDIFICIO 5 ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES.....	171
FIGURA 140. BALANCE HIDRÁULICO EN EL EDIFICIO 5. EL MAYOR CONSUMO LO REPRESENTAN LOS BAÑOS.....	171
FIGURA 106. COMPARACIÓN DE DESCARGAS DE AGUA ENTRE INODOROS PREVIAMENTE INSTALADOS Y DE BAJO CONSUMO.....	173

FIGURA 107. REGISTRO HISTÓRICO DEL SUMINISTRO DE AGUA EN EL EDIFICIO 5 ANTES Y DESPUÉS DE LOS CAMBIOS DE MUEBLE DE BAÑO.	174
FIGURA 108. BALANCE HIDRÁULICO DESPUÉS DE LOS CAMBIOS DE MUEBLES DE BAÑO EN EL EDIFICIO 5.	175
FIGURA 109. PATRÓN DE SUMINISTRO ANTES Y DESPUÉS DEL PROGRAMA DE MUEBLES DE BAÑO.	175
FIGURA 110. TASA INTERNA DE RETORNO (PAYBACK) DE SUSTITUCIÓN DE MUEBLES DE BAÑO. FUENTE: WATER EFFICIENCY MANUAL. NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL AND NATURAL RESOURCES]	177

## Índice de Tablas

<b>TABLA 1.</b> DEMANDA INICIAL ESTIMADA	19
<b>TABLA 2.</b> PLANTA FÍSICA CONSTRUIDA EN CIUDAD UNIVERSITARIA Y FUERA DE ELLA. FUENTE: ANUARIO ESTADÍSTICO 2008. DGP. UNAM	23
<b>TABLA 3.</b> CAPACIDAD INSTALADA POR ZONA GEOGRÁFICA 2007. FUENTE: ANUARIO ESTADÍSTICO 2008. DGP. UNAM	24
<b>TABLA 4.</b> DIÁMETROS Y LONGITUDES DE COLECTORES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	40
<b>TABLA 5.</b> CISTERNAS DE AGUA TRATADA PARA RIEGO. FUENTE: DGOYC. UNAM	46
<b>TABLA 6.</b> MATERIAL Y LONGITUD DE LA RED DE AGUAS TRATADAS.	47
<b>TABLA 7.</b> DIÁMETROS DE LA RED DE AGUA TRATADA.	47
<b>TABLA 8.</b> VOLÚMENES DE AGUA TRATADA Y BOMBEADA A LA RED DE AGUAS TRATADAS DURANTE 2006. FUENTE: DGOYC	48
<b>TABLA 9.</b> VOLÚMENES DE AGUA TRATADA Y BOMBEADA A LA RED DE AGUAS TRATADAS DURANTE 2007. FUENTE: DGOYC	48
<b>TABLA 10.</b> CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS POZOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE: DGOYC. UNAM	55
<b>TABLA 11.</b> EXTRACCIÓN DE AGUA EN LOS POZOS DE CIUDAD UNIVERSITARIA DURANTE 2006, 2007 Y 2008. FUENTE: DGOYC. UNAM	58
<b>TABLA 12.</b> VARIACIÓN ENTRE LOS NIVELES ESTÁTICO Y DINÁMICO EN EL POZO III. FUENTE: DGOYC. UNAM	62
<b>TABLA 13.</b> VARIACIÓN ENTRE LOS NIVELES ESTÁTICO Y DINÁMICO EN EL POZO II. FUENTE: DGOYC. UNAM	62
<b>TABLA 14.</b> VARIACIÓN ENTRE LOS NIVELES ESTÁTICO Y DINÁMICO EN EL POZO I. FUENTE: DGOYC. UNAM	63
<b>TABLA 15.</b> CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TAQUES EN CIUDAD UNIVERSITARIA. FUENTE: DGOYC. UNAM	67
<b>TABLA 16.</b> PORCENTAJE Y LONGITUD DE LOS DIFERENTES MATERIALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	72
<b>TABLA 17.</b> PARTE DEL INVENTARIO DE MEDIDORES REALIZADO DURANTE LAS VISITAS DE CAMPO PARA IDENTIFICAR TOMAS DE AGUA.	81
<b>TABLA 18.</b> DEPENDENCIAS UNIVERSITARIAS (1 – 27) CON TOMA DE AGUA UBICADA.	82
<b>TABLA 19.</b> DEPENDENCIAS UNIVERSITARIAS (28 - 54) CON TOMA DE AGUA UBICADA.	83
<b>TABLA 20.</b> DIÁMETROS DE MEDIDORES INSTALADOS EN 1997 E INVENTARIADOS POR PUMAGUA.	84
<b>TABLA 21.</b> INCIDENCIA DE FUGAS EN MATERIALES DE LA RED DE AGUA POTABLE.	89
<b>TABLA 22.</b> DEPENDENCIAS DENTRO DEL SECTOR HIDRÁULICO I.	107
<b>TABLA 23.</b> DEPENDENCIAS DENTRO DEL SECTOR HIDRÁULICO II.	112
<b>TABLA 24.</b> DEPENDENCIAS DENTRO DEL SECTOR HIDRÁULICO III.	115
<b>TABLA 25.</b> DEPENDENCIAS DENTRO DEL SECTOR HIDRÁULICO IV.	118
<b>TABLA 26.</b> DEPENDENCIAS DENTRO DEL SECTOR HIDRÁULICO V.	120
<b>TABLA 27.</b> RESUMEN DE INFORMACIÓN DE SECTORES HIDRÁULICOS	121
<b>TABLA 28.</b> DEPENDENCIAS CON MEDIDOR INSTALADO.	133
<b>TABLA 29.</b> DEPENDENCIAS CON MEDIDOR POR INSTALAR	133
<b>TABLA 30.</b> VARIACIÓN DE LA DEMANDA HORARIA	137
<b>TABLA 31.</b> COEFICIENTES DE VARIACIÓN HORARIA OBTENIDOS POR PUMAGUA.	138
<b>TABLA 32.</b> CONSUMOS PER CÁPITA PROMEDIO POR TIPO DE USUARIO.	139
<b>TABLA 33.</b> TOTALIZADOR DE MEDICIONES CON LOS EQUIPOS INSTALADOS.	144
<b>TABLA 34.</b> CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS QUE ALIMENTAN A CADA SECTOR HIDRÁULICO.	147

<b>TABLA 35.</b> CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS QUE ALIMENTAN A CADA SECTOR HIDRÁULICO	147
<b>TABLA 36.</b> MUEBLES DE BAÑO EN EL EDIFICIO5 DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA. UNAM	168
<b>TABLA 37-</b> MUEBLES DE BAÑO DE BAJO CONSUMO INSTALADOS EN EL EDIFICIO 5	173
<b>TABLA 38-</b> INVERSIÓN EN EL CAMBIO DE MUEBLES DE BAÑO	176