

# 2010

## DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA ESCUELA DE CADETES DE POLICÍA GENERAL FRANCISCO DE PAULA SANTANDER BOGOTÁ D.C



**AURA CORRALES  
CASTRILLO  
COD. 33223394  
YULY PAULIN ACEVEDO  
MORENO  
COD. 89090956990**

**DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL  
AGUA EN LA ESCUELA DE CADETES DE POLICÍA GENERAL  
FRANCISCO DE PAULA SANTANDER BOGOTÁ D.C**

**AURA CORRALES CASTRILLO  
COD. 33223394  
YULY PAULIN ACEVEDO MORENO  
COD. 89090956990**

**Universidad Manuela Beltrán  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Ambiental  
Bogotá D.C.  
2010**

**DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA  
ESCUELA DE CADETES DE POLICÍA GENERAL FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BOGOTÁ D.C**

**AURA CORRALES CASTRILLO  
COD. 33223394  
YULY PAULYN ACEVEDO MORENO  
COD. 89090956990**

**Trabajo de grado para optar el título de  
Ingeniera Ambiental**

**Director  
John Alexander Segura Bolívar  
Ingeniero Civil**

**Universidad Manuela Beltrán  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Ambiental  
Bogotá D.C.  
2010**

## **OBSERVACIÓN**

El trabajo de grado nombrado: Diseño del Programa de ahorro y uso eficiente del agua (PAYUEDA) en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander (ECSAN) en la ciudad de Bogotá D.C, fue desarrollado por las estudiantes de Ingeniería Ambiental AURA CORRALES CASTRILLO y YULY PAULIN ACEVEDO MORENO; bajo la dirección del Ingeniero Civil JOHN ALEXANDER SEGURA BOLÍVAR, como requisito para optar el título de Ingenieras Ambientales de la Universidad Manuela Beltrán sede Bogotá D.C.

Las fuentes bibliográficas y documentos soportes para el desarrollo de este proyecto son de carácter secundario, se advierte que se restringió la obtención de información para el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta las políticas de seguridad de la ECSAN, de acuerdo con esto se aclara que la exactitud de la información incorporada en este documento, pudo ser afectada por ello.



## INDICE

<b>DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA ESCUELA DE CADETES DE POLICÍA GENERAL FRANCISCO DE PAULA SANTANDER BOGOTÁ D.C</b>	<b>2</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>17</b>
<b>Palabras Claves</b>	<b>18</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>19</b>
<b>CAÍTULO 1. PRELIMINARES</b>	<b>21</b>
1.1 TEMA	21
1.2 TÍTULO	21
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	22
1.3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.4 JUSTIFICACIÓN	24
1.5 OBJETIVOS	28
1.5.1 General	28
1.5.2 Específicos	28
1.6 ALCANCE	29
<b>CAPITULO 2. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>30</b>
2.1 MARCO GEOGRÁFICO	30
2.2 MARCO TEÓRICO	32
2.2.1 Uso eficiente del agua	32
2.2.2 Aspectos a nivel mundial	33
2.2.3 Tendencias globales de los usos del agua	34
2.2.4 Aspectos del agua en Colombia	34
<b>Gráfica 3. Cuantificación de la demanda de Agua en Colombia</b>	<b>35</b>
2.2.5 Distribución Numérica de los Índices de escasez de agua para Colombia	35
2.2.6 Proyecciones demanda/oferta 2015 – 2025	36
2.2.7 Cuantificación de la demanda en Colombia	36
2.2.8 Suministro de agua	38
2.2.9 Suministro de agua a las viviendas	39
2.2.10 Consumo de agua	40
2.3 MARCO LEGAL NORMATIVO DE UN PAYUEDA	41
<b>CAPITULO 3. DESARROLLO METODOLOGICO PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA</b>	<b>45</b>
3.1 PRIMERA ETAPA: ACTIVIDADES DEL PROYECTO	45
3.1.1 Recopilación de información existente	45
3.1.2 Actividades de campo	46
3.2 SEGUNDA ETAPA: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA ECSAN	46
3.2.1 Identificación y descripción del sistema hidrosanitario de la ECSAN	46
3.2.2 Encuestas	46
3.2.3 Balance general del sistema de agua potable en la ECSAN	47
3.2.4 Distribución de los consumo de agua potable por actividades	48
3.3 TERCERA ETAPA: FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS	48

3.4 CUARTA ETAPA: CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL PAYUEDA ENFONCADO AL CONSUMO DE AGUA POTABLE .....	48
3.5 QUINTA ETAPA: IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA .....	49
3.5.1 Ejecución.....	49
3.5.2 Subprograma educación y capacitación .....	49
3.6 SEXTA ETAPA: ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA MANTENER EL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA .....	49

***CAPITULO 4. RESULTADOS DEL DESARROLLO METODOLOGICO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PAYUEDA ..... 50***

4.1 PRIMERA ETAPA: ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	50
4.1.1 Recopilación de información existente .....	50
4.2 SEGUNDA ETAPA: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA ECSAN	54
4.2.1 Identificación y descripción del sistema hidrosanitario de la ECSAN .....	55
4.2.2 Encuestas.....	55
4.2.2.1 Metodología para el desarrollo y aplicación de la encuestas .....	55
4.2.2.1.1 Teoría básica del muestreo .....	56
4.2.2.2 Resultados de las encuestas aplicadas al grupo Administrativo.....	57
4.2.2.3 Resultados de la encuesta aplicada al grupo de a Cadetes .....	59
4.2.2.4 Resultados de la encuesta aplicada al personal manipuladores de alimento del casino de Oficiales y del comedor de Cadetes .....	63
4.2.2.5 Resultados de las encuestas aplicadas a los diferentes grupos en cuanto a actividades comunes .....	66
4.2.3 Actividades en las cuales se consume agua en la ECSAN y clasificación según los usos .....	71
4.2.3.1 Usos consuntivos.....	71
4.2.3.2 Usos no consuntivos.....	71
4.2.4 Balance general del sistema de agua potable en la ECSAN .....	73
4.2.4.1 Determinación de la dotación de agua potable por habitante día en la ECSAN....	75
4.2.4.2 Metodología para el aforo de los equipos hidrosanitarios en la ECSAN.....	78
4.2.4.2.1 Método de Medición.....	78
4.2.4.2.2 Análisis resultados de los aforos.....	79
<b>4.2.4.2.2.1 Caudal aforado vs. caudal teórico para lavamanos con operación de push y manija.....</b>	<b>79</b>
<b>4.2.4.2.2.2 Caudal aforado vs. Caudal teórico para duchas con operación de push y manija.....</b>	<b>81</b>
<b>4.2.4.2.2.3 Caudal aforado vs. caudal teórico en lavaplatos con operación a manija</b>	<b>82</b>
4.2.4.3 Distribución del consumo de agua potable según los hábitos .....	83
4.2.4.3.1 Patrones de consumo de agua potable en la ECSAN.....	84
<b>4.2.4.3.1.1 Patrones de consumo de agua potable del grupo Cadetes.....</b>	<b>84</b>
<b>4.2.4.3.1.2 Patrones de consumo de agua potable grupo de Oficiales.....</b>	<b>89</b>
<b>4.2.4.3.1.3 Patrones de consumo de agua potable grupo personal Administrativo .....</b>	<b>93</b>
<b>4.2.4.3.1.4 Patrones de consumo de agua potable grupo Manipuladores de Alimento casino de Oficiales y comedor de Cadetes .....</b>	<b>97</b>
<b>4.2.4.3.1.5 Patrones de consumo de agua potables en áreas comunes de la ECSAN</b>	<b>98</b>
<b>4.2.4.3.1.6 Patrones de consumo de agua potable personal de limpieza y mantenimiento de zonas verdes.....</b>	<b>102</b>
4.2.4.4 Distribución de los consumos de agua potable en las áreas de la ECSAN .....	103

4.2.4.5	Distribución de los consumos de agua potable según los usos para el aseo personal	105
4.2.4.5.1	Distribución de los consumos de agua potable según los usos para el grupo de Cadetes	105
4.2.4.5.2	Distribución de los consumos de agua potable según los usos para el Grupo de oficiales	106
4.2.4.5.3	Distribución de los consumos de agua potable según los usos para el grupo del área administrativa.....	107
4.2.4.5.4	Distribución del consumo de agua potable según los usos para el personal de limpieza	109
4.2.4.5.5	Distribución del consumo de agua potable según los usos para las Áreas comunes	110
4.3	TERCERA ETAPA: FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO DEL PAYUEDA .....	112
4.3.1	Análisis DOFA para el planteamiento y selección de las estrategias para el PAYUEDA.....	112
4.3.1.1	Análisis Interno .....	113
4.3.1.2	Análisis Externo.....	113
4.3.1.3	Confeción de la matriz DOFA .....	114
3.7	CUARTA ETAPA: CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL PAYUEDA ENFONCADO AL CONSUMO DE AGUA POTABLE .....	119
3.7.1	Generalidades del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en la ECSAN .....	119
3.7.2	Objetivos del PAYUEDA en la ECSAN .....	121
3.7.2.1	General .....	121
3.7.2.2	Específicos.....	121
3.7.3	Esquema general del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en la ECSAN.....	122
3.7.3.1	Subprograma educación y capacitación .....	122
3.7.3.2	Estrategias para el control del consumo.....	122
3.7.3.3	Matriz DOFA.....	123
3.7.3.4	Control y seguimiento del PAYUEDA .....	123
3.7.3.5	Preparar un plan y un cronograma de implementación.....	123
3.7.3.6	Identificar resultados y publicar casos exitosos .....	124
3.7.3.7	Establecer las metas y compromisos a lograr .....	124
3.7.4	Componentes del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en la ECSAN.....	126
3.7.4.1	Subprograma educación y capacitación .....	126
3.7.4.2	Minimización .....	127
3.7.4.3	Alternativa para el ahorro de agua potable a partir de un sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia.....	129
3.7.4.3.1	Estado Del Arte.....	130
3.7.4.3.2	Marco conceptual.....	131
3.7.4.3.3	Factibilidad .....	135
3.7.4.3.4	Metodología para la captación de agua lluvia .....	136
3.7.4.3.4.1	<b>Componentes del diseño</b> .....	137
3.7.5	Buenas prácticas para hacer uso racional del agua dentro de la ECSAN (Ver Figura 4) .....	156
3.7.5.1	De acuerdo con el documento “Ahorro y Uso eficiente del Agua” expedido por el Centro de Producción Más Limpia, las prácticas de uso eficiente se ubican en dos categorías. ....	156
3.7.5.2	Prácticas de Ingeniería.....	156
3.7.5.3	Prácticas de Comportamiento .....	156
3.7.6	Estudio de las diferentes tecnologías de sistemas ahorradores para el análisis Costo/Beneficio del PAYUEDA .....	159
3.7.7	Análisis costo/beneficio.....	165
3.8	QUINTA ETAPA: IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA.....	169

3.9	SEXTA ETAPA: ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA MANTENER EL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA .....	170
<b><i>CAPITULO 4 ANALISIS DE RESULTADOS.....</i></b>		<b><i>171</i></b>
<b><i>CAPITULO 5 CONCLUSIONES.....</i></b>		<b><i>175</i></b>
5.1	RECOMENDACIONES.....	178
5.1.1	Sanitarios.....	178
5.1.2	Usos Domésticos.....	179
5.1.3	Duchas.....	180
5.1.4	Lavamanos.....	180
5.1.5	Exteriores/Jardines.....	181
5.2	BIBLIOGRAFÍA.....	184
5.3	ANEXOS.....	188
5.3.1	ANEXO No. 1 Formatos Encuestas.....	188
5.3.2	ANEXO NO. 2 Tabla de Aforos .....	204
5.3.3	ANEXO NO.3. Balance general de agua .....	212
5.3.4	ANEXO NO. 4. Lecturas Adicionales. El uso eficiente y reuso del agua .....	235
5.4	GLOSARIO.....	241
<b><i>SIGLAS.....</i></b>		<b><i>244</i></b>

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO NO. 1 FORMATOS	
ENCUESTAS.....	172
ANEXO NO. 2. INVENTARIO DE LOS EQUIPOS HIDROSANITARIOS, SISTEMAS PARA EL ALENTAMIENTO DEL AGUA, HIDRATANTES, TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON QUE CUENTA LA ESCUELA.....	177
ANEXO NO. 4. BALANCE GENERAL DE AGUA.....	180
ANEXO NO. 5. LECTURAS ADICIONALES. EL USO EFICIENTE Y REUSO DEL AGUA-.....	210

## INDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. CÁLCULO TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	56
ECUACIÓN 2. CÁLCULO DEL CAUDAL.....	78
<b>ECUACIÓN 3. OFERTA DE AGUA EN EL MES "I" (M<sup>3</sup>).</b> .....	147
ECUACIÓN 4. VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA UN MES "I" (M <sup>3</sup> /MES) .....	147
ECUACIÓN 5. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA .....	149
ECUACIÓN 6. CÁLCULO DEL CAUDAL DE TRANSPORTE DE AGUA LLUVIA .....	150
ECUACIÓN 7. CÁLCULO DEL GASTO MÁXIMO POSIBLE.....	151
ECUACIÓN 8. INTENSIDAD DE LLUVIA.....	151
<b>ECUACIÓN 9. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA</b> .....	152
ECUACIÓN 10. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA CONSIDERANDO LAS PÉRDIDAS DE CARGA.....	153
ECUACIÓN 11. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN .....	153
ECUACIÓN 12. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS (\$/MES) .....	165
<b>ECUACIÓN 13. CÁLCULO DEL AHORRO ECONÓMICO (\$/MES)</b> .....	165
<b>ECUACIÓN 14. CÁLCULO DEL AHORRO EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE (M<sup>3</sup>/MES)</b> .....	165
ECUACIÓN 15. CÁLCULO DEL TIEMPO EN RECUPERAR LA INVERSIÓN (MESES) .....	165
ECUACIÓN 16 CÁLCULO DEL CAUDAL TEÓRICO DIARIO POR MARCAS.....	212
ECUACIÓN 17. CÁLCULO DEL CAUDAL AFORADO DIARIO POR MARCAS.....	212
ECUACIÓN 18. CÁLCULO DEL CAUDAL TEÓRICO DIARIO POR EQUIPO HIDROSANITARIO .....	212
ECUACIÓN 19. CÁLCULO DEL CAUDAL TEÓRICO DIARIO POR EL USO DE ORINALES.....	213
ECUACIÓN 20. CÁLCULO DEL CAUDAL TEÓRICO DIARIO POR EL USO DE SANITARIOS.....	213
ECUACIÓN 21. CÁLCULO DEL CAUDAL TEÓRICO DIARIO POR EL USO DE DUCHAS .....	213
ECUACIÓN 22. CÁLCULO DEL CAUDAL AFORADO DIARIO POR EQUIPO HIDROSANITARIO .....	213
ECUACIÓN 23 CÁLCULO DEL CAUDAL AFORADO DIARIO POR EL USO DE ORINALES .....	214
ECUACIÓN 24. CÁLCULO DEL CAUDAL DIARIO POR EL USO DE SANITARIOS .....	214
ECUACIÓN 25. CÁLCULO DEL CAUDAL DIARIO POR EL USO DE DUCHAS.....	214
ECUACIÓN 26.CÁLCULO DEL CAUDAL TOTAL DIARIO CONSUMIDO POR EL GRUPO DE CADETES .....	215
ECUACIÓN 27. CÁLCULO DEL VOLUMEN PARA EL LAVADO DE LA LOZA.....	215
ECUACIÓN 28. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL CONSUMIDO EN LAVAPLATOS .....	216
ECUACIÓN 29. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DE AGUA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS, EN EL COMEDOR DE CADETES.....	216
ECUACIÓN 30. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DE AGUA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS CASINO DE OFICIALES	216
ECUACIÓN 31 CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DE AGUA EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTO EN LA ECSAN .....	217
ECUACIÓN 32. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGUA NECESARIO PARA LA LIMPIEZA DE INTERIORES Y EXTERIORES. ....	217
ECUACIÓN 33. VOLUMEN NECESARIO PARA EL RIEGO DE ZONAS VERDES .....	217
ECUACIÓN 34. VOLUMEN TOTAL CONSUMIDO PARA LA LIMPIEZA DE INTERIORES, EXTERIORES Y RIEGO DE ZONAS VERDES. ....	218
ECUACIÓN 35. CÁLCULO DEL CONSUMO TOTAL DIARIO DE AGUA EN LAS PESEBRERAS.....	218
ECUACIÓN 36. CÁLCULO DEL CONSUMO TOTAL DIARIO DE AGUA EN LAS PERRERAS .....	218

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTRATEGIA GENERAL DEL PAYUEDA. ....	116
FIGURA 2. ESQUEMA GENERAL DEL PAYUEDA.....	125
FIGURA 3. COMPONENTES DEL PAYUEDA. ....	155
FIGURA 4. PRÁCTICAS PARA EL USO RACIONAL DEL AGUA.....	158
FIGURA 5. ESQUEMA COSTO- BENEFICIO. ....	168
FIGURA 6. ALTERNATIVAS PARA EL RECICLAJE DE AGUAS GRISES. ....	240

## INDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. CUANTIFICACIÓN DEL AGUA A NIVEL MUNDIAL. ....	25
GRÁFICA 2. USOS GLOBALES DEL AGUA. ....	34
<b>GRÁFICA 3.</b> CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA EN COLOMBIA .....	35
<b>GRÁFICA 4</b> NO. DE PERSONAS QUE MANTIENEN LA LLAVE CERRADA MIENTRAS SE LAVAN LOS DIENTES. ....	58
<b>GRÁFICA 5.</b> PORCENTAJE DEL PRINCIPAL USO DEL AGUA EN LA ECSAN POR EL PERSONAL ADMINISTRATIVO. ....	58
<b>GRÁFICA 6.</b> FRECUENCIA DE USO DE LA DUCHA POR PARTE DE LOS CADETES. ....	59
<b>GRÁFICA 7.</b> TIEMPOS DE USO DE LAS DUCHAS POR PARTE DE LOS CADETES. ....	60
<b>GRÁFICA 8.</b> NUMERO. DE CADETES QUE CIERRAN LA LLAVE MIENTRAS SE ENJABONAN. ....	60
<b>GRÁFICA 9.</b> NUMERO. DE CADETES QUE CIERRAN EL GRIFO MIENTRAS SE AFEITAN. ....	61
<b>GRÁFICA 10.</b> NUMERO. DE CADETES QUE CONOCEN ALGUNA CAMPAÑA DE AHORRO DE AGUA EN LA ECSAN. ....	63
<b>GRÁFICA 11.</b> CÓMO LAVAN LOS ALIMENTOS EL PERSONAL DE CASINO. ....	63
<b>GRÁFICA 12.</b> PROCEDIMIENTOS PARA DESCONGELAR LOS ALIMENTOS .....	64
GRÁFICA 13. CÓMO LAVAN LA LOZA EN LA ECSAN. ....	65
<b>GRÁFICA 14.</b> HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL ASEO DEL CASINO. ....	65
GRÁFICA 15. FRECUENCIA LAVADO DE MANOS. ....	66
<b>GRÁFICA 16.</b> FRECUENCIA PARA TOMAR AGUA EN LA ECSAN. ....	67
GRÁFICA 17. FRECUENCIA DESCARGA DE ORINALES. ....	68
<b>GRÁFICA 18.</b> FRECUENCIA DE DESCARGAS DE SANITARIOS. ....	69
<b>GRÁFICA 19.</b> CUANTIFICACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ECSAN POR EAAB. ....	76
GRÁFICA 20 DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL GRIFOS CON OPERACIÓN A PUSH. ....	79
<b>GRÁFICA 21.</b> DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL GRIFOS DE MANIJA .....	80
<b>GRÁFICA 22.</b> DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DUCHAS CON FUNCIONAMIENTO DE PUSH. ....	81
GRÁFICA 23. DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DUCHAS A MANIJA. ....	81
GRÁFICA 24. DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DUCHAS A MANIJA. ....	82
GRÁFICA 25. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS CONSUMOS DIARIOS DE AGUA POTABLE EN EL CASINO DE OFICIALES Y COMEDOR DE CADETES. ....	98
GRÁFICA 26. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS CONSUMOS DIARIOS DE AGUA POTABLE PERSONAL DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE ZONAS VERDES. ....	103
GRÁFICA 27. DISTRIBUCIÓN DEL VOLUMEN ALMACENADO Y CONSUMIDO EN LAS DIFERENTES ÁREAS DE LA ECSAN (M <sup>3</sup> /2_MESES). ....	104
GRÁFICA 28. DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL. ....	145
GRÁFICA 29. CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ (ZONA 1) SEGÚN LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PARA BOGOTÁ .....	152
<b>GRÁFICA 30.</b> CONSUMO DE AGUA SIN ECONOMIZADOR .....	159
GRÁFICA 31. CONSUMO DE AGUA UTILIZANDO ECONOMIZADOR. ....	160

## INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. VISTA PANORÁMICA DE LA ESCUELA DE CADETES BOGOTÁ D.C. ....	30
ILUSTRACIÓN 2 UBICACIÓN SATELITAL DE LA ESCUELA DE CADETES LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA, BARRIO MUZÚ, CALLE 44 SUR N° 45ª-15. ....	31
ILUSTRACIÓN 3. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE POR ACTIVIDAD GRUPO DE CADETES.....	106
ILUSTRACIÓN 4. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE POR ACTIVIDAD GRUPO DE OFICIALES .....	107
ILUSTRACIÓN 5 DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS POR ACTIVIDAD GRUPO ADMINISTRATIVO.....	108
ILUSTRACIÓN 6. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE POR ACTIVIDAD GRUPO PERSONAL DE LIMPIEZA...	110
ILUSTRACIÓN 7. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE POR ACTIVIDADES EN ÁREAS COMUNES. ....	111
ILUSTRACIÓN 8. CANALES PARA LA RECOLECCIÓN DEL AGUA LLUVIA (1) .....	137
ILUSTRACIÓN 9. CANALES PARA LA RECOLECCIÓN DEL AGUA LLUVIA (2).....	138
ILUSTRACIÓN 10 CANALETAS EN ALUMINIO .....	138
ILUSTRACIÓN 11. CANALETAS CON SISTEMA DE RETENCIÓN DE MATERIAL SÓLIDO.....	139
ILUSTRACIÓN 12. MODELO DE UN INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS.....	139
ILUSTRACIÓN 13. IDENTIFICACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA.....	140
<b>ILUSTRACIÓN 14. DIAGRAMA SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA .....</b>	<b>141</b>
ILUSTRACIÓN 15. IDENTIFICACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA.FUENTE. <a href="http://SANTOS01.BLOGSPOT.ES/">HTTP://SANTOS01.BLOGSPOT.ES/</a> .....	141
ILUSTRACIÓN 16. EJEMPLO DE PERLIZADOR O AIREADOR.....	160
ILUSTRACIÓN 17. EJEMPLO DE EYECTOR PERLIZADOR.....	161
ILUSTRACIÓN 18. EJEMPLO DE REDUCTOR VOLUMÉTRICO DE CAUDAL.....	161
ILUSTRACIÓN 19. EJEMPLO LAVAMANOS DE SENSOR MARCA TOTO. FUENTE. CATALOGO ACCESORIOS Y ACABADO 2009. .....	161
ILUSTRACIÓN 20 EJEMPLO LAVAMANOS DE PUSH MARCA.....	162
ILUSTRACIÓN 21. EJEMPLO LAVAMANOS DE PUSH MARCA GRIVAL .....	162
ILUSTRACIÓN 22. EJEMPLO LAVAMANOS DE SENSOR MARCA .....	162
ILUSTRACIÓN 23. EJEMPLO DUCHA ANTIVANDÁLICA MARCA GRIVAL. ....	163
ILUSTRACIÓN 24. EJEMPLO DUCHA ANTIVANDÁLICA MARCA .....	163
ILUSTRACIÓN 25.EJEMPLO SANITARIO DE SENSOR MARCA SLOAN .....	163
ILUSTRACIÓN 26. EJEMPLO SANITARIO ANTIVANDÁLICO MARCA.....	164
ILUSTRACIÓN 27. EJEMPLO ORINAL DE SENSOR MARCA SLOAN. ....	164
ILUSTRACIÓN 28. EJEMPLO ORINAL ANTIVANDÁLICO MARCA .....	164
ILUSTRACIÓN 29. USOS DOMÉSTICOS .....	236
ILUSTRACIÓN 30. <b>USOS DEL AGUA EN LA AGRICULTURA .....</b>	<b>238</b>
ILUSTRACIÓN 31. USOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA .....	238

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> DEMANDA Y USO DEL RECURSO HÍDRICO EN COLOMBIA. ....	37
TABLA 2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA MUESTRA DE LA POBLACIÓN ENCUESTADA.....	56
TABLA 3. POBLACIÓN A ENCUESTAR .....	57
TABLA 4. DATOS TEÓRICOS DE LAS ACTIVIDADES EN LAS CUALES SE DESPERDICIA AGUA, POR HÁBITOS INADECUADOS. ...	71
TABLA 5. CONSUMOS TEÓRICOS CALCULADOS SEGÚN ESPECIFICACIONES CEPIS. ....	75
TABLA 6. CONSUMO DE AGUA POTABLE POR FRECUENCIA DE USO GRUPO DE CADETES.....	87
TABLA 7. CONSUMO DE AGUA POTABLE POR FRECUENCIA DE USO GRUPO DE OFICIALES. ....	91
TABLA 8. CONSUMO DE AGUA POTABLE POR FRECUENCIA DE USO GRUPO ADMINISTRATIVO. ....	95
TABLA 9. . DISTRIBUCIÓN DIARIA DE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLES EN EL CASINO DE OFICIALES Y COMEDOR DE CADETES.....	97
TABLA 10. CONSUMO DE AGUA POTABLE POR FRECUENCIA DE USO EN ÁREAS COMUNES. ....	100
TABLA 11. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE GRUPO PERSONAL DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE ZONAS VERDES.....	103
TABLA 12. CÁLCULO PARA LAS CARGAS MÁXIMAS BAJANTES DE AGUA LLUVIA.....	132
TABLA 13. CÁLCULO DEL DIÁMETRO PARA BAJANTES RECTANGULARES. ....	132
<b>TABLA 14.</b> CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO DE CANALES PARA AGUA LLUVIA .....	133
TABLA 15. DETERMINACIÓN DE CAUDALES PARA CADA APARATO SANITARIO .....	134
<b>TABLA 16.</b> DEMANDA TOTAL MENSUAL PARA LAS ACTIVIDADES DE RIEGO DE ZONAS VERDES Y LIMPIEZA DE INTERIORES Y EXTERIORES. ....	143
TABLA 17. PRECIPITACIÓN MENSUAL (MM). ....	144
TABLA 18. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA TÍPICOS. ....	146
<b>TABLA 19.</b> ÁREAS POTENCIALMENTE APROVECHABLES. ....	146
TABLA 20. CÁLCULO DE LA DIFERENCIA (M <sup>3</sup> /MES).....	148
<b>TABLA 21.</b> CONSTANTE DE LA CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO .....	149
TABLA 22. AHORRO ECONÓMICO ANUAL POR LA CAPTACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS EN DIFERENTES ACTIVIDADES. ....	154
TABLA 23. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO. ....	166
TABLA 24. CÁLCULO DEL AHORRO DE AGUA Y ECONÓMICO. ....	174
TABLA 25. OTROS SISTEMAS DISPONIBLES EN LA ESCUELA .....	196
<b>TABLA 26.</b> TANQUES DE ALMACENAMIENTO. ....	196
TABLA 27. INVENTARIO DE DUCHAS.....	197
TABLA 28. INVENTARIO DE LAVAMANOS .....	198
TABLA 29. INVENTARIO DE SANITARIOS .....	199
TABLA 30. INVENTARIO DE ORINALES.....	201
TABLA 31. INVENTARIO LLAVES EXTERNAS.....	202
TABLA 32. No. TOTAL DE EQUIPOS HIDROSANITARIOS CON QUE CUENTA LA ECSAN .....	203
TABLA 33. RESULTADOS DEL AFORO DE LAS DIFERENTES MARCAS DE LAVAMANOS CON OPERACIÓN A MANIJA. ....	205
TABLA 34. RESULTADOS DEL AFORO DE LAS DIFERENTES MARCAS DE LAVAMANOS CON OPERACIÓN PUSH .....	206
TABLA 35. CONGLOMERADO RESULTADOS DEL AFORO DE LAS DIFERENTES MARCAS DE LAVAMANOS CON OPERACIÓN A MANIJA Y PUSH.....	207
TABLA 36. RESULTADOS DEL AFORO DE DUCHAS CON OPERACIÓN A MANIJA. ....	208

TABLA 37. RESULTADOS DEL AFORO DE DUCHAS CON OPERACIÓN PUSH.....	210
TABLA 38. RESULTADOS DEL AFORO DE LAVAPLATOS CON OPERACIÓN A MANIJA. ....	211
TABLA 39. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. GRUPO DE CADETES -MARCAS CON OPERACIÓN A PUSH- .....	219
TABLA 40. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. GRUPO DE CADETES -MARCAS CON OPERACIÓN A MANIJA- .....	220
TABLA 41. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. GRUPO DE OFICIALES -MARCAS CON OPERACIÓN DE PUSH- .....	221
TABLA 42. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. GRUPO DE OFICIALES -MARCAS CON OPERACIÓN A MANIJA- .....	223
TABLA 43. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS ÁREA ADMINISTRATIVA, ACADÉMICA E INCORPORACIONES -MARCAS CON OPERACIÓN A PUSH- .....	224
TABLA 44. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS ÁREA ADMINISTRATIVA, ACADÉMICA E INCORPORACIONES -MARCAS CON OPERACIÓN A MANIJA-.....	225
TABLA 45. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN EL HÁBITO PERSONAL DE CASINO OFICIALES Y COMEDOR DE CADETES -MARCAS CON OPERACIÓN A MANIJA Y PUSH-.....	226
TABLA 46. <b>DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS DEL PERSONAL DE CASINOS.</b> .....	227
TABLA 47. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA LA PREPARACIÓN Y COCCIÓN DE ALIMENTOS EN EL COMEDOR DE CADETES Y CASINO DE OFICIALES.....	228
TABLA 48. <b>DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR PERSONAL DE LIMPIEZA.</b> .....	229
TABLA 49. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR PERSONAL DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO PARA ACTIVIDADES DE LIMPIEZA Y RIEGO DE ZONAS VERDES. ....	230
TABLA 50. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LAS ÁREAS COMUNES, MARCAS CON OPERACIÓN A PUSH. ....	231
TABLA 51. <b>DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LAS ÁREAS COMUNES, MARCAS CON OPERACIÓN A MANIJA.</b> .....	232
TABLA 52. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LAS PESEBRERAS Y PERRERAS.....	233
TABLA 53. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LAS DIFERENTES ÁREAS DE LA ECSAN.....	234
TABLA 54. ASIGNACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD. ....	237
TABLA 55. DOTACIÓN NETA SEGÚN EL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA.....	237
TABLA 56. VARIACIÓN DE LA DOTACIÓN. ....	237

## RESUMEN

El agua en los últimos años ha sido tema de interés internacional, se habla de ahorro y uso eficiente, gestión integral del recurso hídrico, manejo adecuado del agua y uso sustentable del recurso, términos que sin lugar a duda tienen un mismo significado y terminan siendo un objetivo para entidades ambientales tanto nacionales como internacionales.

Es por eso que el programa de ahorro y uso eficiente del agua en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander (ECSAN) Bogotá D.C, se desarrolló con el fin de proponer soluciones y alternativas a los consumos excesivos y desperdicio de agua, para garantizar la disponibilidad del recurso a generaciones y usos futuros.

El objetivo principal gira en torno a fortalecer la capacidad Institucional en cuanto al ahorro y uso eficiente del agua a través de la implementación del programa en la ECSAN.

En este documento se presentan aspectos básicos que se deben tener en cuenta para el diseño del programa de ahorro y uso eficiente de agua en la Escuela. Inicialmente se presenta una descripción de la oferta/demanda y usos del agua en Colombia, partiendo del Estudio Nacional de Agua 2004 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), en el cual se estima que en los próximos años, de 2015 a 2025, Colombia presentará un déficit de agua en una porción significativa del territorio, aspecto que hace necesario tomar medidas para planificar la preservación del recurso hídrico.

También se incluye una componente de educación y capacitación, que contempla los temas de: educación ambiental y alternativas para el ahorro y uso eficiente del agua,

útiles para el control y seguimiento del buen desarrollo del programa dentro de la ECSAN.

La metodología propuesta para el PAYUEDA está enmarcada en los lineamientos expedidos por el Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), en la Guía de Ahorro y Uso Eficiente del Agua 2002. Para su desarrollo se plantearon seis etapas las cuales hacen referencia a: Actividades del proyecto, diagnóstico de la situación actual del recurso hídrico en la Escuela, formulación de estrategias, diseño del PAYUEDA, implementación y continuidad del PAYUEDA.

Finalmente, son las directivas de la ECSAN quienes deben dar una respuesta en cuanto a la implementación del programa, analizando todo los puntos que a continuación se exponen en este documento en cuanto a los beneficios económicos y ambientales que se derivan de este.

### **Palabras Claves**

PAYUEDA, Ahorro y uso eficiente del agua, Sistemas de aprovechamiento de agua lluvia, Hábitos de consumo, Gestión integral del recurso hídrico, ECSAN.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las necesidades y limitaciones en cuanto al agua, y las grandes inundaciones y sequías son sucesos que motivan a las naciones a plantear o formular estrategias para ahorrar y usar eficientemente el agua; a toda esta situación se debe agregar otro problema: la contaminación de las fuentes hídricas, lo que obliga a tomar medidas para su recuperación y protección. Las soluciones a estas problemáticas de una forma general, requieren de la participación de las entidades responsables de la protección y cuidado del ambiente y de las decisiones de orden político, económico, social y técnico que repercutan en su defensa y conservación. No en vano, por ello en la II Cumbre sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo en setiembre del 2002, se tocaron temas como la escasez de agua potable, sus consecuencias y las cifras alarmantes en cuanto al acceso a dicho recurso. En el "Foro Internacional de las Aguas", realizado en octubre de 2003 en Porto Alegre, el Secretario General de Naciones Unidas, Sr. Kofi Annan, expresó: *"Probablemente el agua se transforme en una fuente cada vez mayor de tensión y competencia entre las Naciones si continuaran las tendencias actuales, aunque también podrá ser un catalizador para viabilizar la cooperación entre los países"*; (Dourojeanni y Jouravlev, 2001. CEPAL, 2001. Forteza, 2005). Hasta este punto se deben tener en cuenta que aspectos como la dominancia sobre el recurso por los países desarrollados sobre los países subdesarrollados se pone de manifiesto.

En el contexto Nacional, Colombia se ha caracterizado por ser un país rico en recursos hídricos por lo cual el agua siempre se ha considerado como un bien casi inagotable y se ha generalizado una cultura de consumo excesivo. Los procesos industriales, el consumo en la agricultura, ganadería y doméstico no han escapado a esta tendencia (Tobón, 2002). Es en estos aspectos donde radica la importancia de elaborar y ejecutar programas, guías y campañas de educación que compendien los criterios y lineamientos nacionales para el ahorro y uso racional del recurso.

Por otro lado, es importante que la Escuela, entidad adscrita a la Policía Nacional, desarrolle y ejecute programas ambientales con los cuales proteja el equilibrio del ambiente. El programa de ahorro y uso eficiente del agua constituye una primera alternativa para ello, convirtiendo a la ECSAN en un ejemplo a seguir por las demás entidades de carácter educativo y estatal, lo cual hace necesario contar con la participación de la comunidad de la Escuela, con el fin de crear novedosas estrategias que cambien los hábitos de consumo y generen una conciencia sobre el ahorro y uso eficiente del agua.

Finalmente el PAYUEDA se pretende realizar en la Escuela de Cadetes, con el fin de orientar a la comunidad en la gestión integral del recurso hídrico, para lo cual se utilizara como guía lo expuesto en la Ley 373 de 1997 y sus decretos reglamentarios sin que esta Ley sea obligatoria para la Escuela.

## **CAÍTULO 1. PRELIMINARES**

Los componentes hacen referencia al tema central de la investigación, tales como, título, problema de investigación, descripción del problema, identificación del problema, justificación, objetivos y alcance del proyecto. A continuación se describe cada uno de ellos.

### **1.1 TEMA**

Con el desarrollo del trabajo de grado: Diseño del programa de ahorro y uso eficiente del agua en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander en la ciudad de Bogotá D.C., se pretenden identificar estrategias y soluciones tanto tecnológicas como de educación ambiental para la gestión integral del recurso hídrico en la ECSAN y que estas a su vez después de analizadas y evaluadas, puedan ser replicadas en diferentes instituciones.

### **1.2 TÍTULO**

El presente proyecto se titula: Diseño del Programa de ahorro y uso eficiente del agua en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander en la ciudad de Bogotá D.C.

### **1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Este comprende los elementos de descripción e identificación del problema para establecer la viabilidad de implementar un PAYUEDA en la ECSAN, teniendo en cuenta, las diferentes alternativas y tecnologías existentes para ahorrar y usar eficientemente el agua.

### **1.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El enfoque de este trabajo tiene como fin propender por un uso racional y eficiente del agua en donde se involucre la comunidad de la ECSAN, para que con este se eliminen hábitos inadecuados, creando una conciencia acerca de usar racionalmente el recurso hídrico.

Por otra parte es indispensable conocer las diferentes tecnologías existentes para fomentar un ahorro y uso eficiente del agua en el que se mitiguen los impactos causados por el hombre hacia la naturaleza, entre ellos la actual problemática que involucra a todos: el calentamiento global. Estas tecnologías serán previamente estudiadas para determinar si son aplicables en la Escuela.

Así mismo se presentarán una serie de acciones que permitan el ahorro y uso eficiente del recurso, entre ellas la viabilidad de un sistema de captación de agua lluvia que permita cumplir con los criterios de calidad para las actividades de riego de zonas verdes y limpieza de exteriores e interiores, generando soluciones que permitan disminuir el consumo de agua en la Escuela.

### **1.3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La población mundial se enfrenta a problemas ambientales, entre ellos el abastecimiento del agua y el agotamiento de las fuentes hídricas como consecuencia del uso irracional, el calentamiento global, la contaminación de los ríos y acuíferos, (*Forteza, 1994*), caso curioso en Colombia, si se tiene en cuenta que este país es uno de los más ricos en cuanto a recurso hídrico.

De acuerdo con lo expresado anteriormente, surge la pregunta:

**¿Cuáles son los efectos de diseñar e implementar un Programa de Ahorro y uso Eficiente del Agua en la ECSAN, en el cual se involucre a la población y se implementen nuevas tecnologías que logren reducir el consumo de agua potable?**

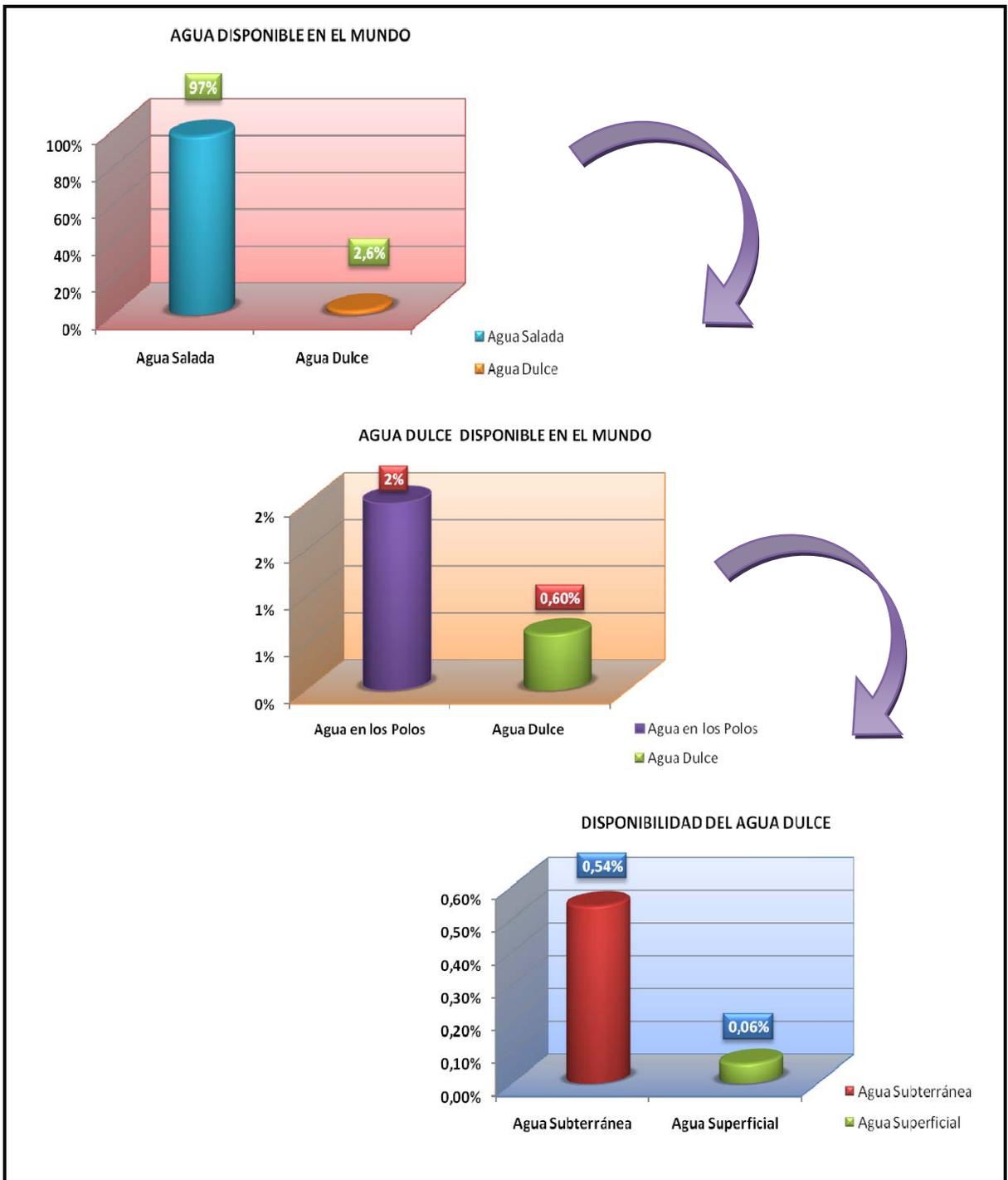
De acuerdo con lo anteriormente expuesto se hace necesario crear una conciencia ciudadana en cuanto al uso y ahorro eficiente del agua, empezando por fomentar la cooperación y coordinación entre administraciones públicas y entidades estatales para conseguir un uso sustentable del agua. Es por esta razón que se ha escogido a la Escuela de Cadetes para desarrollar el proyecto a nivel institucional.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

Actualmente en el mundo existe una crisis del agua, pero esto no radica en que sea insuficiente para satisfacer las necesidades tanto del ser humano como de los animales y la naturaleza misma. Esto se debe a que se hace un uso inadecuado, que se ha llegado al punto de que miles de millones de personas, y el medioambiente, sufren enormemente las consecuencias de la carencia de tan preciado recurso (CEPIS, 2002). A continuación se muestran las estadísticas en cuanto al abastecimiento de agua en el mundo según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (CEPIS) (Ver Gráfica 1):

*“En la tierra hay 1500 millones de Km<sup>3</sup> de agua, el 97% de esta cantidad esta en los mares y océanos y el 2.6% corresponde al agua dulce en el mundo. El agua dulce se encuentra dividida: el 2% en los polos o glaciales y el 0.6% en agua dulce, del cual el 0.54% corresponde a aguas subterráneas y el 0.06% a aguas superficiales (ríos y lagos), y del total de agua de la tierra solo el 0.12% se puede potabilizar, es decir hacer que sea apta para el consumo humano” (Artículo el agua, -CEPIS Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 2005.).*

A nivel nacional el gobierno establece una alternativa de manejo racional del agua a través de la Ley 373 de 1997 por la cual establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua como una obligación dentro de los planes ambientales regionales y municipales de los acueductos.



**Gráfica 1.** Cuantificación del agua a nivel mundial.

**Fuente:** Artículo El Agua. Adaptado de CEPIS 2005.

Teniendo en cuenta las estadísticas anteriores y que la ECSAN no ha realizado ningún programa similar o estudios que permitan ahorrar y usar eficientemente el agua, nace la idea de proponer el diseño del programa de ahorro y uso eficiente del agua en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, con el cual se pretenden formular soluciones viables para proteger, conservar y usar racionalmente el recurso hídrico, y a través de este reflejar claramente beneficios de tipo ambiental y económico, y que se convierta en una alternativa que conduzca al desarrollo sustentable.

Las etapas y actividades que se planteen para el diseño del proyecto, tienen como fin propender por el desarrollo sustentable y determinar las principales acciones de uso eficiente del agua como lo son el aprovechamiento de agua lluvia y la reducción del consumo interno; todo ello a través de la formulación de estrategias, que permitan fomentar una cultura de ahorro y uso eficiente del agua en las personas e involucrar a la comunidad de la Escuela como veedores de cada una de las etapas y actividades del programa.

Los beneficios directos que se pretenden demostrar con el programa son: el ahorro del agua, disminución de los costos en las facturas por concepto de consumo, mejorar las condiciones del actual sistema hidrosanitario o la reconversión a tecnologías ahorradoras y generar beneficios directos de entorno y competitividad.

Con el desarrollo de este proyecto, se aclara que este tipo de programas no solo se pueden implementar en los sectores: industrial, agropecuario y de servicios, sino que su metodología y acciones pueden ser orientadas al sector educativo, donde nace la importancia de generar un proceso que garantice concientización acerca del uso sostenible de los recursos naturales. Desde este punto de vista, es importante que la Escuela anexe en sus contenidos curriculares ofrecidos a los Cadetes un componente sobre el uso racional de los recursos naturales en este caso el **agua**, para que de esta manera el programa se convierta en un sistema integrado dentro de los currículos y

no sea visto como un programa aislado de todas las actividades que se desarrollan a diario, de ser así no tendría sentido formular o plantear este tipo de programas.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 General**

Proponer el diseño de un programa de ahorro y uso eficiente del agua, en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander Bogotá D.C. ECSAN.

### **1.5.2 Específicos**

1. Identificar las oportunidades de desarrollar un programa de ahorro y uso eficiente del agua en una institución de uso militar.
2. Realizar el inventario y la evaluación del funcionamiento de los sistemas hidráulicos y sanitarios con que cuenta la Escuela.
3. Proponer soluciones para reducir el costo y consumo de agua potable a través de la utilización de agua lluvia o reconversión de algunos aparatos hidrosanitarios de alto consumo a bajo consumo.
4. Definir una metodología para el aforo de las unidades hidráulicas de la Escuela.
5. Identificar cuáles son las áreas potenciales de la ECSAN para la recolección de agua lluvia, y así mismo conocer el volumen de agua potable que se podría ahorrar si se hiciera uso de ésta agua en la Escuela.
6. Proponer un componente de educación y capacitación, dirigido a la comunidad de la Escuela.

## **1.6 ALCANCE**

Este trabajo propone soluciones para reducir el consumo de agua potable, contemplando la propuesta de captación y aprovechamiento de agua lluvia bajo condiciones sanitariamente seguras, la reconversión de algunos equipos hidrosanitarios de alto consumo a bajo consumo y un componente de educación y capacitación sobre la gestión integral del recurso hídrico dirigido a la comunidad de la Escuela.

Es importante mencionar que el alcance de este proyecto va hasta el diseño del PAYUEDA descritos en la cuarta etapa de la metodología, sin embargo se proponen los pasos para la implementación y continuidad en la quinta y sexta etapa de la metodología.

## CAPITULO 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 MARCO GEOGRÁFICO

La Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander es una entidad adscrita a la Policía Nacional a cargo de la Nación, en donde se ejerce como objeto primordial, la preparación y formación de oficiales de la Policía Nacional, consolidándolos con los derechos y libertades que les permitan desarrollar adecuadamente sus funciones como profesionales y brindar a la comunidad la seguridad que necesita.

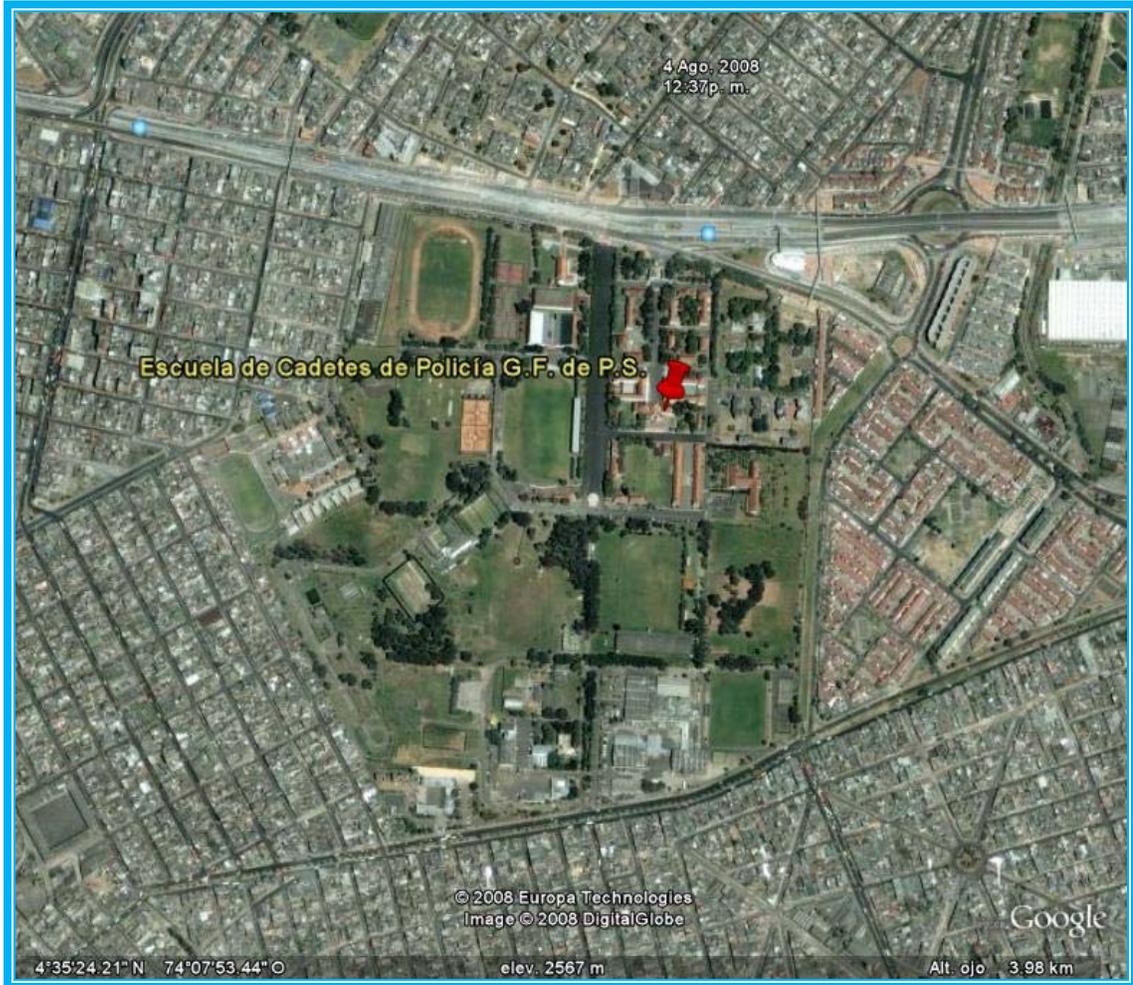


**Ilustración 1.** Vista panorámica de la Escuela de Cadetes Bogotá D.C.

**Fuente.** [www.policia.gov.co](http://www.policia.gov.co) 2008

La Escuela se encuentra ubicada en el Departamento de Cundinamarca, ciudad de Bogotá, localidad de Tunjuelito, barrio Muzú calle 44 sur No. 45<sup>a</sup> – 15. Limita al sur con los barrios Venecia y Fátima, al norte con Villa Mayor y el barrio Cinco de Noviembre, al occidente con el barrio Muzú y Alquería y al oriente con San Vicente y

Claret. Posee una extensión de 599260,11 m<sup>2</sup>, es decir; casi 60Ha. Las vías principales por las cuales se tiene acceso a la Escuela son: la autopista sur, avenida Carrera 30, y avenida 68. Cuenta con una población de (1520) mil quinientas veinte personas.



**Ilustración 2** Ubicación satelital de la Escuela de Cadetes localidad de Puente Aranda, barrio Muzú, Calle 44 sur N<sup>o</sup> 45<sup>a</sup>-15.

**Fuente.** Google Earth. 2009

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Uso eficiente del agua

Este término contiene tres aspectos importantes: **el uso, la eficiencia y el agua**. Desde el punto de vista etimológico el **uso** se entiende como: el empleo continuado y habitual de alguien o algo (*DRAE, 2009*), mientras que en el contexto de los programas de uso del agua, significa que es susceptible a la intervención humana. La **eficiencia** tiene implícito el principio de escasez que debe ser bien manejado, de manera equitativa, considerando aspectos socio-económicos y de género (*Alzate, 2009*). **Agua:** es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales (*DRAE, 2009*).

El uso eficiente del agua plantea varios desafíos, entre ellos, una implicación directa hacia el seguimiento continuo y la evaluación del desempeño en el tiempo. Medir es la clave en cualquier acción de uso eficiente del agua. De esta manera, se puede conocer la realidad y se pueden establecer modelos para predecir y planear mejor el futuro, mediante una visión integral. También plantea la posibilidad de cuantificar el uso del agua para emprender acciones, que permitan generar un cambio en el comportamiento del uso hacia la eficiencia. Una estrategia metodológica, es usando métodos participativos en los cuales se logren influenciar los hábitos de consumo, lo cual requiere un alto compromiso político para concientizar a las poblaciones y a los diferentes sectores a que implementen buenas prácticas y cambios de actitud y comportamiento. Esta es una tarea que debe continuarse a lo largo del tiempo y debe ser parte integral en cualquier campaña que promueva el uso eficiente del agua (*Sánchez, 1999*).

### **2.2.2 Aspectos a nivel mundial**

En la actualidad el agua es un BIEN ESCASO, y cada día es más notoria y grave su escasez. La única manera de atenuar las crisis de agua y compensar los desequilibrios y competencias injustas, es creando conciencia de que el AGUA tiene un COSTO, mas NO un PRECIO. (*Cumbre del Agua, 1998*).

A nivel mundial el ahorro y uso eficiente del agua se promueve por organismos internacionales como la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de La Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y Agencia De Protección Ambiental (EPA). Las cuales lideran programas en beneficio del ambiente y los seres humanos.

Por otra parte, a nivel nacional el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), es la entidad como ente mayor quien se encarga de reglamentar el ahorro y uso eficiente del agua en el país y por intermedio de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), entre otras entidades de carácter ambiental promueven programas en su preocupación por mantener la sostenibilidad de los recursos naturales y fomentar una conciencia ambiental, no solo para nosotros sino también para las futuras generaciones.

Con los estudios realizados por organizaciones internacionales y nacionales se estima que antes de 50 años, unos 2.500 millones de personas sufrirán esta escasez, lo cual actualmente se está experimentando en muchas regiones del mundo y que gran cantidad de personas aproximadamente 1.000 millones no cuentan con un servicio de agua potable en su casa y las fuentes naturales de sus alrededores es escasa o está contaminada (*MAVDT, 2002*).

### 2.2.3 Tendencias globales de los usos del agua.

**Usos globales del agua (%):** a nivel mundial uno de los sectores que más consume agua es el sector agrícola, debido a que se emplea en los procesos de beneficio ecológico para los cultivos, floricultivos en gran extensión y riegos, en el consumo industrial el agua es empleada en la transferencia de calor, generación de energía, aplicación a procesos, entre otros (Tobón, 2002). Los porcentajes son: Industria; 24%, Reservorios; 4%, Requerimientos municipales; 7%, Agricultura; 65%. (Ver Gráfica 2).



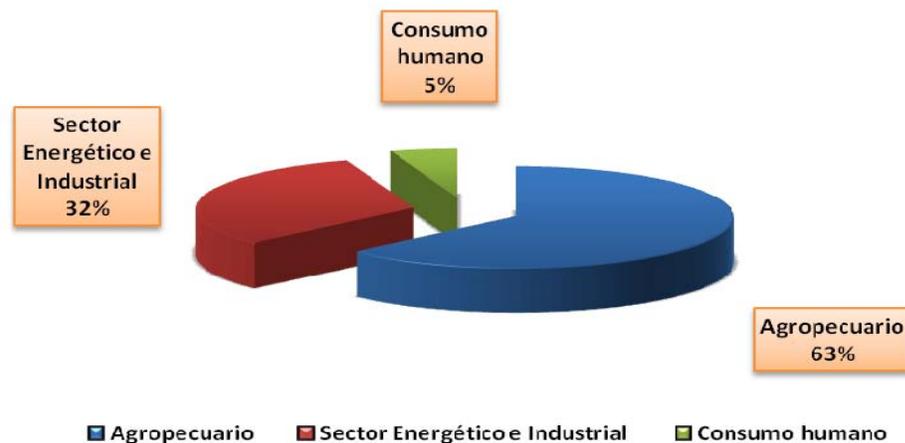
**Gráfica 2.** Usos Globales del Agua.

**Fuente.** Tobón, 2002. Modulo I generalidades del agua.

### 2.2.4 Aspectos del agua en Colombia.

Con el propósito de entregar al país información más precisa y actualizada sobre la distribución regional y local de la disponibilidad del agua y las condiciones de sostenibilidad del recurso hídrico, el IDEAM presenta la segunda versión del estudio nacional de agua, balance hídrico y relaciones demanda/oferta en Colombia e indicadores de sostenibilidad, proyectados para los años 2015 y 2025.

En Colombia se registra una demanda anual de 34,25 km<sup>3</sup>, el sector agropecuario consume el 63%, el sector energético e industrial el 32% y en consumo humano el 5%. (Ver Gráfica 3); todas estas actividades demandan gran cantidad de agua superficial y subterránea de todo el país, esto posibilita que los usuarios hagan un uso ineficiente de ésta, debido precisamente a la abundancia. (IDEAM, 2004).



**Gráfica 3.** Cuantificación de la demanda de Agua en Colombia  
**Fuente.** IDEAM, 2004

### 2.2.5 Distribución Numérica de los Índices de escasez de agua para Colombia

Según el IDEAM 2004 en el estudio nacional del agua se definen los siguiente niveles para los índices de escasez de agua en Colombia:

- (1) Alto: más de 50%. La demanda es alta respecto a la oferta.
- (2) Medio alto: entre 21% y 50%. La demanda es apreciable con relación a la oferta.
- (3) Medio: entre 11% y 20%. La demanda es baja respecto a la oferta.
- (4) Mínimo: entre 1% y 10%. La demanda es muy baja con relación a la oferta.
- (5) No significativa: menor a 1%. La demanda no es significativa respecto a la oferta.

Si se incrementara la demanda y se redujera la oferta, bajo el supuesto de ausencia de suficientes medidas de conservación de cuencas y tratamiento de aguas residuales, más del 19% de los municipios del país podrían alcanzar un índice de escasez superior al 20% en los próximos 15 años. *(Tobón, 2002)*.

### **2.2.6 Proyecciones demanda/oferta 2015 - 2025**

El territorio colombiano gracias a su posición geográfica, cuenta con grandes cantidades de fuentes hídricas, lo que hace que buena parte de los municipios y regiones del país gocen de un buen abastecimiento de agua en concordancia con la excelente disponibilidad del recurso por el que se caracteriza nuestro territorio; sin embargo, Colombia no está exento de los índices de escasez, los cuales en diferentes territorios son bastante elevados *(IDEAM, 2004)*.

De acuerdo con el estudio nacional del agua en los próximos años no solo seguirá aumentando la demanda de agua para los usos humanos, industriales y agropecuarios, sino que lo más grave es que la oferta aprovechable del recurso puede reducirse; de continuar las tendencias actuales de deforestación y la ausencia casi total de tratamientos de agua residual.

Con respecto a los estudios en los sectores industria, comercio, pecuario y agrario el IDEAM determinó la proyección con una tasa de crecimiento de 3% tomando como base la demanda potencial de agua en año 2000 *(Ver Tabla 1)*.

### **2.2.7 Cuantificación de la demanda en Colombia**

Para el estudio de cuantificación el IDEAM utilizó los mismos promedios de consumo de agua de la población de la anterior versión la cual corresponde a 170 L/hab/Día

para las zonas urbanas y 120 L/hab/Día, para las zonas rurales; la población tenida en cuenta para esta proyección es la estimada por el Departamento Nacional de Planeación (DANE) en el año 1995 hasta 2005 y las proyecciones de los escenarios poblacionales para 2015 y 2025 determinadas por el convenio IDEAM-CIDSE (Universidad del Valle).

En la tabla 1, el IDEAM presenta un resumen de los valores para los diferentes tipos de demanda y uso del recurso hídrico en Colombia.

**Tabla 1.** Demanda y uso del recurso hídrico en Colombia.

DEMANDA	Nivel Urbano D1		Nivel municipal D2	
	Volumen (miles de m <sup>3</sup> )	Participación (%)	Volumen (miles de m <sup>3</sup> )	Participación (%)
Habitantes Urbanos (DHU)	1.867.650	91.46	1.867.650	34.10
Habitantes Rurales (DHR)			534.638	9.80
Pecuaria (DP)			524.125	9.60
Riego Pequeña (DRP)			354.248	6.50
Servicios (DS)	64.678	3.17	64.678	1.20
Industria Urbana (DIU)	109.558	5.37	109.558	2.00
Gran irrigación (DRG)			1.757.771	32.20
Gran Industria (DIG)			249.176	4.6
Demanda Total	2.041.886	100	5.461.574	100
<b>Demanda 2015</b>	<b>7.823.314</b>			
<b>Demanda 2025</b>	<b>10.114.007</b>			

Fuente. IDEAM, 2004

Donde;

*D1* = demanda por población, servicios e industria urbana.  $D1 = DVU + DS + DIU$

*D2* = demanda por población urbana y rural, grandes consumidores industriales, servicio, pecuario, distritos de riegos grandes y pequeños.  $D2 = D1 + DR + DP + DRP + DRG + DIG$

De acuerdo con el informe nacional sobre la gestión del agua en Colombia el consumo básico de agua potable en el país es de 20 m<sup>3</sup>/vivienda/mes, equivalente a 133 L/hab/día. Dos problemas que enfrenta el agua potable son: a) Grandes pérdidas en su distribución y b) La deficiente calidad.

Se observa que quinquenio a quinquenio la brecha entre oferta hídrica aprovechable y la demanda de agua se va estrechando cada vez más, situación que se corrobora con el análisis de los índices de escasez, así: a) Mientras en 1996, en un año con condiciones hidroclimáticas normales (media multianual), el 11% de la población (localizada en 22 municipios) presenta un índice de escasez mayor del 20%, en el año 2016 el 51.5% de la población acusa un índice de escasez mayor del 20%.

De acuerdo con el IDEAM, tales condiciones serían más críticas al considerar las áreas que abastecen las cabeceras municipales para las cuales cerca del 70% de la población en el año 2016 se encontraría en una situación delicada de abastecimiento de agua. Ante estos resultados el IDEAM advierte: Aunque ciertamente de acuerdo con los resultados consignados, la situación de abastecimiento de agua en Colombia no alcanza los niveles críticos que se presentan en muchos otros países del mundo, con ofertas hídricas muy limitadas, las evidencias aquí presentadas muestran síntomas ya preocupantes que invocan una creciente atención de las autoridades nacionales, regionales y locales, y de todos los organismos involucrados en la definición de políticas, en la planificación, manejo y utilización de los recursos naturales en general y en particular del recurso hídrico (*Ojeda y Arias, 2002*).

### **2.2.8 Suministro de agua**

El suministro de agua potable es requisito indispensable para la vida y progreso de la humanidad. Este suministro requiere de fuentes inagotables de agua y sistemas complejos de almacenamiento, purificación, distribución y drenaje, sobre todo en las

áreas metropolitanas. Son los técnicos hidráulicos, Ingenieros Civiles, Sanitarios, Mecánicos y miembros de las organizaciones relacionadas con este campo, quienes tienen la responsabilidad de suministrar con calidad y cantidad suficiente agua para las necesidades de la población (*Pérez, 2005*).

### **2.2.9 Suministro de agua a las viviendas**

La conexión domiciliaria es la parte de la instalación comprendida entre la red de servicio público y el medidor. La intermitencia en la prestación del servicio de agua, o la insuficiencia de la misma en los aparatos, hacen que estos produzcan malos olores, se ensucien y causen enfermedades. Las dificultades de esta clase se deben generalmente a la falta de cuidado en la planeación y mano de obra defectuosa en la instalación del servicio de agua (*Pérez, 2005*).

Con mucha frecuencia, la presión de la tubería pública es baja; es posible que aumentando el diámetro, se corrija un poco el efecto. No obstante, este método sería aplicable a residencias de 1 o 2 plantas. En edificios, es la única solución para el servicio apropiado de los aparatos y este se obtiene con el empleo de los equipos de presión. Las redes de distribución en cualquier tipo de edificación deben instalarse cerrando circuitos, con esto se logra una mejor distribución de presiones que contribuye a una optima presurización del sistema (*Pérez, 2005*).

La experiencia en el oficio únicamente puede adquirirse haciendo instalaciones durante mucho tiempo. Las relaciones con los trabajos y las instituciones con instructores prácticos en el oficio, sirven mucho para adquirir experiencia en este trabajo. El análisis de las instalaciones efectivas de los edificios antiguos y modernos, también es de gran valor. Hay factores que deben tomarse en consideración antes de poder determinar el consumo de agua de servicio. Este deberá ser lo suficientemente amplio para poder suministrar una cantidad adecuada aún en las horas picos.

Para calcular el diámetro de la tubería de servicio, se debe establecer con exactitud dos cosas: I) La demanda máxima de agua para las necesidades de los aparatos; II) La demanda de punta o pico, o sea la máxima a la cual estará sometido el sistema, debido a la simultaneidad de uso de los aparatos (*Pérez, 2005*).

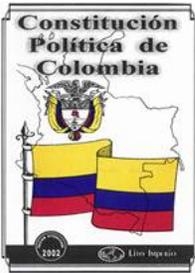
### **2.2.10 Consumo de agua**

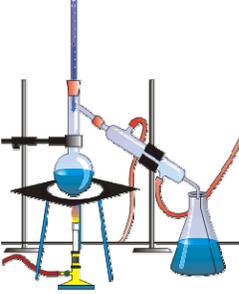
El consumo depende del buen servicio que preste la empresa o entidad correspondiente, del grado social y nivel de vida de las personas de determinado lugar. Sin embargo, cuando se diseñan redes de acueducto se asumen para dichos cálculos consumos que van de 150 L/hab/día a 400 L/hab/día litros por día y por habitante. Para diseños específicos de edificaciones se señala que para cuarteles el consumo que debe tenerse en cuenta para los cálculos de tanques y bombas si son necesarios es de 350 L/hab/día (*Pérez, 2005*).

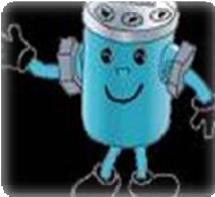
## 2.3 MARCO LEGAL NORMATIVO DE UN PAYUEDA

Los aspectos a tener en cuenta para establecer el marco normativo del programa de ahorro y uso eficiente del agua en la ECSAN se especifican en Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Normativa referente ahorro y uso eficiente del agua.

 <b>MARCO LEGAL NORMATIVO DE UN PAYUEDA</b> 		
NORMAS APLICABLES	CARACTERÍSTICAS	JUSTIFICACIÓN
<b>GENERALES</b>		
<p><b>Constitución Política de Colombia</b>  <a href="http://www.alcaldiabogota.gov.co">www.alcaldiabogota.gov.co</a></p>	<p>La Constitución Política Nacional, que se constituye en el marco legal superior que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente, recursos naturales y derechos ambientales de las personas.</p>	<p>Aplica ya que su objetivo es conservar y usar racionalmente los recursos naturales, como el agua. Garantizando un desarrollo sostenible y un ambiente sano para todos.</p> 
<p><b>Ley 99 de 1993. Ley general ambiental de Colombia,</b>  <a href="http://www.alcaldiabogota.gov.co">www.alcaldiabogota.gov.co</a></p>	<p>Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el SINA y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Aplica ya que su objetivo es la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.</p> 
<p><b>Ley 373 de 1997 Programa de uso eficiente y ahorro del agua.</b>  <a href="http://www.alcaldiabogota.gov.co">www.alcaldiabogota.gov.co</a></p>	<p>Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. El objetivo general de la Ley es propender por un adecuado uso del recurso hídrico en todo el país y crear conciencia en los diferentes usuarios sobre esta necesidad.</p>	<p>Aplica por que establece los pasos a seguir para llevar a cabo un programa de ahorro y uso eficiente del agua</p> 

<p><b>Decreto 3100 2003 Tasas Retributivas.</b>  <a href="http://www.alcaldiabogota.gov.co">www.alcaldiabogota.gov.co</a></p>	<p>Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.</p>	<p>Aplica ya que la Escuela realiza vertimientos puntuales de forma directa al agua.</p>	
<p><b>Decreto 3102 de 1997 Instalación de Equipos ahorradores e implementos de bajo consumo de agua.</b>  <a href="http://www.alcaldiabogota.gov.co">www.alcaldiabogota.gov.co</a></p>	<p>Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.</p>	<p>Aplica ya que en ella se reglamenta la instalación de equipos y sistemas de bajo consumo de agua (equipos ahorradores).</p>	
<p><b>SANITARIAS Y AMBIENTALES</b></p>			
<p><b>Decreto 475 de 1998. Calidad del agua potable.</b>  <a href="http://www.indumil.gov.co">www.indumil.gov.co</a></p>	<p>Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.</p>	<p>Aplica para determinar las condiciones de calidad del agua lluvia, que se desea captar para suplir las necesidades de riego de zonas verde y limpieza de exteriores e interiores.</p>	
<p><b>Decreto 1594 de 1984 Usos del agua y residuos líquidos.</b>  <a href="http://www.alcaldiabogota.gov.co">www.alcaldiabogota.gov.co</a></p>	<p>Por el cual se reglamenta los usos del agua y residuos líquidos.</p>	<p>Aplica ya que permite establecer los distintos usos del agua que se dan en la Escuela para el desarrollo de las diferentes actividades.</p>	
<p><b>Decreto-Ley 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales.</b>  <a href="http://www.cdm.gov.co">www.cdm.gov.co</a></p>	<p>Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.</p>	<p>Aplica ya que su objetivo principal es preservar, conservar y usar racionalmente los recursos renovables, manteniendo un desarrollo sostenible.</p>	

<p><b>Ley 142 de 1994. Régimen Servicios Públicos Domiciliarios.</b>  <a href="http://www.alcaldiabogota.gov.co">www.alcaldiabogota.gov.co</a></p>	<p>Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Aplica ya que las empresas prestadoras de servicios públicos como el acueducto deben garantizar la calidad y continuidad del servicio al usuario.</p>	
<p><b>Resolución 151 de 2001. Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.</b>  <a href="http://www.superservicio.gov.co">www.superservicio.gov.co</a></p>	<p>Expedida por la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) cuyo objetivo principal es unificar las normas que la comisión ha expedido.</p>	<p>Aplica ya que si se disminuye la cantidad de agua vertida el costo del alcantarillado disminuye.</p>	
<p><b>Resolución 457 de 2008.</b>  <a href="http://www.alcaldiabogota.gov.co">www.alcaldiabogota.gov.co</a></p>	<p>Por la cual se modifican los artículos 2.1.1.4 y 2.2.1.4 de la Resolución CRA número 151 de 2001, los artículos 10 y 13 de la Resolución CRA número 413 de 2006 y el numeral 29 de la Cláusula 11 del artículo 1° de la Resolución CRA 375 de 2006.</p>	<p>Aplica ya que el usuario puede verificar el estado de los instrumentos que miden el consumo, siempre y cuando estos datos no sean alterados.</p>	
<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>			
<p><b>Documento RAS 2000, publicado por el MINDESARROLLO.</b>  <a href="http://www.cra.gov.co">www.cra.gov.co</a></p>	<p>Criterios de diseño e información general sobre el tema de tratamiento, ahorro y uso eficiente del agua en Colombia.</p>	<p>Aplica ya que establece la cantidad de agua que necesita una persona para cubrir sus necesidades básicas, define el nivel de complejidad de la población objeto de estudio.</p>	<p>Todo ser viviente debe beber agua para sobrevivir</p> 
<p><b>Código de fontanería 1500.</b>  <a href="http://www.construtores.com">www.construtores.com</a></p>	<p>Establece las reglamentaciones tendientes a proveer la instalación interior de una edificación de un sistema adecuado de distribución de agua potable, capaz de suministrar cantidades suficientes a presiones y velocidades adecuadas.</p>	<p>Aplica ya que establece los parámetros que deben tener las unidades sanitarias, en cuanto al gasto del agua.</p>	

Fuente. Autoras, 2008

De acuerdo con las consideraciones presentadas en el cuadro 1 y en relación con los efectos que en la actualidad causa el calentamiento global en cuanto a la oferta y demanda del recurso hídrico, se debe tener en cuenta que el ahorro y uso eficiente del agua no solo debe limitarse al cumplimiento de la normatividad o requisitos legales, para evitar sanciones o pagar por menos consumo, sino que debe estar enfocado a contribuir con la sustentabilidad, conservación y equilibrio de los recursos naturales, en este caso “EL AGUA”.

Con el diseño del PAYUEDA en la Escuela y de la mano con lo establecido en la normatividad, se pretende crear una conciencia ambiental con el fin de minimizar el uso, consumo excesivo y contaminación del agua teniendo en cuenta que *“al reducir el consumo en los hogares y en la Escuelas, no solo se ayuda a conservar las reservas de agua dulce en la naturaleza, sino que además se puede ahorrar dinero”* y contribuir con la conservación de recursos que determinan la existencia de muchas especies en un ecosistema y del mismo ser humano.

## **CAPITULO 3. DESARROLLO METODOLOGICO PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA**

Las consideraciones metodológicas del PAYUEDA para la ECSAN se plantearon en seis (6) etapas, teniendo en cuenta los lineamientos propuestos en la “*guía de ahorro y uso eficiente del agua*” expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) en el año 2002. Las etapas propuestas fueron ajustadas a los propósitos establecidos en los objetivos de este trabajo. El programa también es adaptable a las modificaciones de la infraestructura de las instalaciones de la ECSAN y también a la distribución poblacional dentro de esta. A continuación se presentan las etapas del programa.

### **3.1 PRIMERA ETAPA: ACTIVIDADES DEL PROYECTO**

Esta etapa hace referencia a las actividades que se llevaron a cabo para identificar el contexto de desarrollo del proyecto y la recopilación de la información existente acerca del tema de la gestión integral del recurso hídrico.

#### **3.1.1 Recopilación de información existente**

Se recopiló información tanto primaria como secundaria, para contextualizar el diseño del programa, la información primaria hace referencia a la información que se crea por parte del investigador para realizar un estudio en concreto; y la información secundaria es la que no fue creada en el estudio y que se complementa con la información primaria.

Por otra, parte se tuvo en cuenta la normatividad vigente nacional e internacional, documentos, proyectos y programas similares, además de la bibliografía correspondiente a ahorro, uso eficiente del agua y alternativas de aprovechamiento de las aguas lluvias. (*Ver cuadro 3*).

### **3.1.2 Actividades de campo**

Se llevaron a cabo procedimientos que permitieron obtener información necesaria para el desarrollo de proyecto tales como, aforos, encuestas, e inventario entre otros *(Ver Cuadro 2 )*

## **3.2 SEGUNDA ETAPA: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA ECSAN**

Para esta etapa se identificaron los sistemas hidrosanitarios con que cuenta la Escuela y las actividades que se desarrollan a diario; por otra parte se planteo, de acuerdo a los hábitos de consumo de agua, el balance general cuyo resultado permite comparar el consumo calculado con el registrado en el recibo de acueducto, finalmente con las encuestas se establecieron los hábitos de consumo de agua para cada grupo encuestado.

### **3.2.1 Identificación y descripción del sistema hidrosanitario de la ECSAN**

Se realizó una descripción del sistema hidrosanitario existente en la Escuela, como grifos, duchas, sanitarios, orinales, lavamanos, lavaplatos y llaves externas; así mismo, se elaboró un listado de los sitios donde se almacena agua tales como, tanques de almacenamiento de agua potable, identificando las condiciones higiénicas y capacidad de almacenamiento *(Ver Anexo 2, Tabla 25 a Tabla 31)*. También se identificaron las actividades y lugares en donde se considera hay mayor consumo y pérdidas de agua ya sea por fugas en las redes o simplemente por uso inadecuado en, servicios sanitarios, cocinas, riego de jardines, lavado de pisos y aseo general.

### **3.2.2 Encuestas**

Se realizaron encuestas a los Cadetes, el personal administrativo y manipuladores de alimentos en casino de Oficiales y comedor de Cadetes, para así identificar en qué

actividades se hace uso excesivo del recurso hídrico y en qué puntos se requiere enfatizar en el desarrollo de las capacitaciones para concienciatización o sensibilización en cuanto ahorro y uso eficiente del recurso. *(Ver Anexo 1)*.

### **3.2.3 Balance general del sistema de agua potable en la ECSAN**

Inicialmente se desarrollo el análisis de simultaneidad de uso de los equipos hidrosanitarios, cuyo método es propuesto por Roy. B. Hunter, este método permite evaluar el caudal máximo probable y se explicará con más detalle en el numeral 3.1.2.4 balance general del sistema de agua potable en la ECSAN. Este se basa en el concepto de que únicamente unos pocos aparatos de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado. Las variables a tener en cuenta fueron:

- ✓ Caudal del equipo hidrosanitario tanto el aforado como el especificado por el fabricante.
- ✓ Frecuencia de uso
- ✓ Tiempo efectivo (Grifo abierto). Hace referencia al lapso de tiempo que el agua se mantiene fluyendo para atender la demanda del aparato.

Después de obtener estos datos, se realizó una comparación entre el consumo de agua registrado en las facturas del servicio de acueducto y alcantarillado en la ECSAN con el obtenido a partir de los cálculos y aforos realizados; con los datos obtenidos se identificaron las áreas más críticas, los usos en los cuales se consume agua en exceso, y el grupo de personas que más consume y menos consume agua.

### **3.2.4 Distribución de los consumo de agua potable por actividades**

Para identificar los aparatos hidrosanitarios de menor consumo se realizaron una serie de aforos tomando una muestra representativa de grifos y duchas, con los cuales se obtuvieron los caudales de consumo y de pérdidas. *(Ver Anexo 2)*.

### **3.3 TERCERA ETAPA: FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS**

Inicialmente se realizó una identificación del contexto cuyo fin era identificar las condiciones y características del área de desarrollo del proyecto, para así determinar su aplicabilidad.

Para la formulación de las estrategias, la metodología implementada fue el análisis a través de la matriz DOFA en la cual se identificaron y determinaron las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, las cuales son herramientas importantes para solucionar o aprovechar oportunidades en este proyecto.

Finalmente con la matriz DOFA se plantearon las estrategias para el ahorro y uso eficiente del agua, optimizando el programa y disminuyendo el consumo *(Ver Cuadro 2)*.

### **3.4 CUARTA ETAPA: CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL PAYUEDA ENFONCADO AL CONSUMO DE AGUA POTABLE**

En esta etapa se formularon los objetivos, actividades, procedimientos de cálculo para realizar el aforo y hallar el caudal de las unidades hidrosanitarias.

Es importante mencionar que el alcance de este proyecto es hasta el diseño del PAYUEDA, sin embargo a continuación se proponen los pasos para su implementación.

### **3.5 QUINTA ETAPA: IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA**

A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico de la situación actual del recurso hídrico en la Escuela, se plantean las siguientes actividades que deben ser tenidas en cuenta en la ejecución e implementación del PAYUEDA.

#### **3.5.1 Ejecución**

La ejecución del PAYUEDA estará a cargo del personal administrativo de la ECSAN quien se encargará de que los objetivos propuestos en el programa se cumplan a cabalidad, designando un líder para el grupo o equipo de trabajo el cual plantee dentro de las actividades lo siguiente: Campañas de ahorro, monitoreo y evaluación de resultados y su respectiva divulgación.

#### **3.5.2 Subprograma educación y capacitación**

Para implementar con eficacia un PAYUEDA también es necesario, diseñar un subprograma de capacitación el cual permita fomentar la cultura de ahorro y uso eficiente del agua, entre la comunidad de la ECSAN.

### **3.6 SEXTA ETAPA: ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA MANTENER EL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA**

Esta etapa se desarrolla a través de campañas publicitarias, buzones de sugerencia e incentivos a los Cadetes, con lo cual se pretende dar continuidad al PAYUEDA, teniendo en cuenta que debe ser un proceso permanente y constante.

La metodología principal de este proyecto se basa en dos objetivos principales:

- a) Diseño del programa de ahorro y uso eficiente del agua.

- b) Generar un ambiente de cambio en cuanto al ahorro y uso eficiente del agua dentro de la Escuela de Cadetes de Policía.

#### **CAPITULO 4. RESULTADOS DEL DESARROLLO METODOLOGICO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PAYUEDA**

A partir de las visitas, las actividades de campo, las encuestas aplicadas y las consultas realizadas, los resultados obtenidos para cada etapa del proyecto se describen a continuación:

##### **4.1 PRIMERA ETAPA: ACTIVIDADES DEL PROYECTO**

En esta etapa se describen las actividades que se desarrollaron a lo largo del diseño del PAYUEDA.

###### **4.1.1 Recopilación de información existente**

Se recopiló toda la información necesaria, lo cual permitió conocer el panorama general acerca de lo que las entidades de carácter ambiental, gubernamentales y no gubernamentales, están desarrollando en cuanto a la gestión integral del recurso hídrico, tanto a nivel nacional como internacional.

Se realizó el análisis y la revisión de los aspectos legales y normativos, con lo cual se permite tener bases para la implementación del programa, la construcción de un esquema racional que justifique los esfuerzos de la ECSAN para conseguir una gestión integral del recurso hídrico y tener motivaciones de tipo ambiental y económico que optimicen dichos esfuerzos.

La información primaria y secundaria encontrada para cada actividad del proyecto se presenta en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Recopilación de información existente

ITEM	ACTIVIDAD	INFORMACIÓN	
		Primaria	Secundaria
<b>1</b>	<b>RECOPIACION DE LA INFORMACIÓN</b>		
1,1	Recopilación de la Normatividad vigente		X
1,2	Búsqueda y Revisión del Estado Arte		X
1,3	Revisión de Bibliografía acerca de programas de ahorro y uso eficiente del agua a nivel nacional e internacional.		X
1,5	Caracterización de la información	X	
<b>2</b>	<b>SISTEMA DE INFORMACIÓN</b>		
<b>2,1</b>	<b>ACTIVIDADES DE CAMPO</b>		
2,1,1	Visita a la Escuela de Cadetes	X	
2,1,1,2	Inventario, identificación y descripción de los equipos hidrosanitarios.	X	
2,1,1,3	Aforos a una muestra representativa de los equipos hidrosanitarios (Duchas, Lavamanos, Lavaplatos y llaves externas).	X	
2,1,1,4	Aplicación de las encuestas a los diferentes grupos que conforman la Escuela (Cadetes, Administrativo, Personal Manipulador de Alimentos en el casino de Oficiales y comedor de Cadetes).	X	
2,1,1,5	Información sobre los horarios de estudio y de trabajo de cada grupo, para identificar los patrones de consumo.	X	
2,1,1,6	Adquisición de los recibos de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá para identificar la distribución de los consumos a lo largo de los periodos de los años 2007 a 2009.	X	
2,1,1,7	Descripción e identificación de los tanques de almacenamiento de agua potable.	X	

Fuente. Autoras, 2010

En este cuadro la actividad hace referencia a las tareas que se desarrollaron paso a paso para llegar al diseño del PAYUEDA en la ECSAN. La información primaria hace referencia, a la información que se obtuvo por parte de las autoras del proyecto, por medio de las actividades de campo, visitas, entrevistas y encuestas; y la información secundaria es aquella que da el soporte teórico al proyecto.

También se realizaron consultas y recopilación de información y especificaciones en las siguientes instituciones.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
- Instituto de Estudios Ambientales (IDEAM).
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (EAAB).
- Centro de Documentación Universitario. Universidad Autónoma de Colombia, Universidad Manuela Beltrán.
- Oficina de planeación Distrital.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC)

A continuación se presentan algunos de los proyectos y documentos consultados en las instituciones anteriormente mencionadas y en las páginas de internet citadas. (Ver Cuadro 3 y Cuadro 3). Se advierte que todos los documentos consultados para el soporte y desarrollo del proyecto no se encuentran en los cuadros mencionados; sin embargo, se encuentran referenciados en la bibliografía.

**Cuadro 3.** Proyectos consultados.

PROYECTOS CONSULTADOS				
TITULO	AUTOR	LUGAR	NACIONAL	INTERNACIONAL
Uso eficiente del agua en el cultivo de la fresa. Proyecto ECOSAT. <a href="http://www.fnca.eu/congresoiberico/documentos/c0311">www.fnca.eu/congresoiberico/documentos/c0311</a>	FUENTELESAZ Felipe; HERNÁNDEZ Eva; PEITEADO Celsa	Provincia de Huelva. Madrid - España.		X
Optimización del funcionamiento de sistemas de agua potable, medidas de ahorro de Agua y su impacto en la reducción del consumo de energía. <a href="http://www.waterymex.org/3sem.htm">www.waterymex.org/3sem.htm</a>	Leonel H. Ochoa Alejo, Arturo Pedraza Martínez	México		X
Andorra Agua y Ahorro. <a href="http://www.portal.aragon.es/portal/page/portal/MEDIOAMBIENTE/EDUAMB/SENCIBILIZACION">www.portal.aragon.es/portal/page/portal/MEDIOAMBIENTE/EDUAMB/SENCIBILIZACION</a>	Ayuntamiento de Andorra, Unión Temporal de Empresas (UTE),	Andorra-España		X

<u>ON/CATALOGO/INDICE/8</u>	Aguas de Valencia Gestagua, Endesa y la Fundación Ecología y Desarrollo.			
Diseño del Programa de ahorro y Uso Eficiente de Agua y Formulación de Una Alternativa Eficaz para el Manejo de la Planta de Potabilización del Municipio de Ubalá Cundinamarca.	El documento se puede consultar en el centro de documentación de la Universidad Autónoma de Colombia sede Bogotá D.C.	Ubalá - Cundinamarca	X	
Programa de Uso Eficiente y Ahorro del agua. Consultar documento en el centro de documentación del IDEAM.	Corporación Autónoma Regional de Boyacá - CORPOBOYACÁ, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.	Tunja - Boyacá	X	
Diseño de un Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para el Acueducto "ASAMUN" de la Vereda Mundo Nuevo de la Ciudad de Pereira.	Alejandra Jiménez Marín - Marcela Marín Arias	Vereda Mundo Nuevo - Pereira.	X	
Estado del arte en las tecnologías de accesorios ahorradores de agua, la normatividad existente en México y métodos de prueba. <a href="http://www.waterymex.org/3sem">www.waterymex.org/3sem</a>	Marco A. Toledo Gutiérrez Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	México		X
Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa maría auxiliadora de Caldas, Antioquia.	Ing. Natalia Palacio Castañeda	Colombia	X	

Fuente. Autoras, 2010.

**Cuadro 4.** Documentos consultados.

DOCUMENTOS	
TITULO	AUTOR
Uso Eficiente del Agua En Ciudades e Industrias.	Felipe I. Arreguín-Cortés

<a href="http://www.unesco.org.uy/phi/libros/uso_eficiente/cap3.html">www.unesco.org.uy/phi/libros/uso_eficiente/cap3.html</a>	
Ahorro y Uso Eficiente del Agua en la Industria Colombiana.¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	Ing. Olga Lucía Tobón M.
Guía implementación para el reuso del agua. <a href="http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload">www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload</a>	Elaborada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT.
Guía para el ahorro y uso eficiente del agua en Colombia. 2002. <a href="http://www.cnpml.org/html/archivos/GuiasDocumentos">www.cnpml.org/html/archivos/GuiasDocumentos</a>	Elaborada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT.
Estudio Nacional De Agua 2004. <a href="http://www.ideam.gov.co/publica/ena">www.ideam.gov.co/publica/ena</a>	Realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM.
Uso Eficiente Del Agua. Ponencias sobre una perspectiva general temática. <a href="http://www.irc.nl/content/download">www.irc.nl/content/download</a>	Luis Darío Sánchez T. y Arlex Sánchez Torres Febrero de 2004 IRC International Water and Sanitation Centre CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico
Informe Nacional Sobre la Gestión del Agua en Colombia 2000. <a href="http://www.cepis.or.pe">www.cepis.or.pe</a>	Ing. Eduardo Orlando Ojeda B. Raúl Arias Uribe

**Fuente.** Autoras, 2010.

La revisión de los documentos mencionados anteriormente permitió encontrar las pautas, lineamientos, ventajas, desventajas, bases legales requeridas y experiencias previas al de desarrollo de PAYUEDA'S.

#### **4.2 SEGUNDA ETAPA: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA ECSAN**

Inicialmente en la oficina de planeación de la ECSAN se indagó acerca del desarrollo de un programa de ahorro y uso eficiente del agua, se encontró que aun no se ha desarrollado un programa de este tipo.

#### 4.2.1 Identificación y descripción del sistema hidrosanitario de la ECSAN

Para el diseño del programa se realizó la identificación y descripción del sistema hidrosanitario; actualmente la Escuela se encuentra dividida en bloques. (Ver cuadro 5), algunos de estos bloques cuentan con sistemas ahorradores y con sistemas tradicionales. (Ver Anexo 2).

Cuadro 5 Bloques ECSAN.

BLOQUES DE LA ECSAN		
Admisiones	Comando de agrupación	Tesorería
Alojamientos	Fondo Rotatorio de la Policía Nal.	Teatro
Aula 1 (oriental y occidental)	Gimnasio	Dirección
Aulas Humberto Antonio	Guardia	Estadero de Cadetes
Baños (occidental y oriental)	Iglesia, Casa cural	Talleres
Biblioteca	Intendencia	Telemática
Bloque académico	Perreras 1 y 2	Roberto Pineda
CAOFI	Pesebrera 1 y 2	Sanidad
Campo de paradas	Picadero, Polígono	Conservatorios de música
Casino de oficiales	Plazoleta de comidas	Comedor

Fuente. ECSAN, 2008

#### 4.2.2 Encuestas

Las encuestas fueron aplicadas a una muestra representativa del grupo de los Cadetes, el personal administrativo y manipuladores de alimentos en casino de Oficiales y comedor de Cadetes, donde se evaluaron aspectos como, hábitos de consumo y frecuencias de uso de los equipos hidrosanitarios (Ver Tabla 3).

##### 4.2.2.1 Metodología para el desarrollo y aplicación de la encuestas

Para el desarrollo y aplicación de las encuestas, el cálculo del tamaño de la muestra se desarrollo bajo la metodología propuesta por Bencardino en el libro Estadística y Muestreo, la cual se ajustó a las especificaciones de ¿Cómo calcular la muestra correcta? encontradas en [www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcul](http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcul)

#### 4.2.2.1.1 Teoría básica del muestreo

*Métodos de selección de la muestra:* Una muestra debe ser representativa si va a ser usada para estimar las características de la población. Los métodos para seleccionar una muestra representativa son numerosos y su selección depende del tiempo, dinero y habilidad con que se cuente para tomar una muestra y la naturaleza de los elementos individuales de la población. Por lo tanto, se requiere un gran volumen para incluir todos los tipos de métodos de muestreo.

Los métodos de selección de muestras pueden ser clasificados de acuerdo a:

- ✓ El número de muestras tomadas de una población dada para un estudio.
- ✓ La manera empleada para seleccionar los elementos incluidos en la muestra.

El cálculo del tamaño de la muestra es uno de los aspectos a concretar en la fase previa de la investigación y determina el grado de credibilidad que se concede a los resultados obtenidos, para ello se emplea la ecuación 1.

$$n = \frac{K^2 \times p \times q \times N}{\{s^2 \times (N - 1) + K^2 \times p \times q \times N\}}$$

**Ecuación. 1.** Cálculo tamaño de la muestra

**Fuente.** [www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculiar](http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculiar) 2009

Donde;

**Tabla 2.** Variables a tener en cuenta para la estimación de la muestra de la población encuestada.

Variables	Valor
<p><b>K</b> = es una constante que depende del nivel de confianza asignado. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos: un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que la probabilidad de equivocarse es de 4,5%.</p> <p>Los valores k más utilizados y sus niveles de confianza son:</p> <p><b>k</b> = 1,15; 1,28; 1,44; 1,65; 1,96; 2; 2,58</p> <p>Nivel de confianza para 75%; 80%; 85%; 90%; 95%; 95,5%; 99%; respectivamente</p>	1,96
<b>N</b> = es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).	

$e$ = es el error muestral deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que se obtiene preguntando a una muestra de la población y el que se podría obtener la preguntar al total de ella.	0,05
$p$ = es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.	0,50
$q$ = es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$ .	0,50
$n$ = es el tamaño de la muestra (número de encuestas que se van hacer).	?

Fuente. [www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular](http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular) 2009

Tabla 3. Población a encuestar

Población	Población encuestada	Población total por grupo	Población Total ECSAN
Personal Administrativo	55	422	1520
Cadetes	315	1068	
No. personas casino de Oficiales Y comedor de Cadetes	15	30	
No. de personas a encuestar ( $n$ )			385

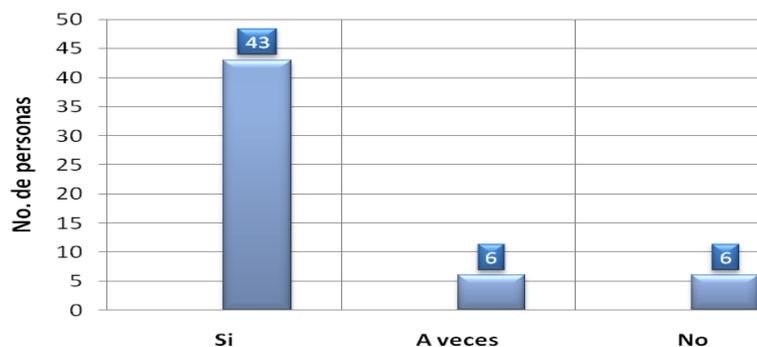
Fuente. Autoras, 2009

Estas encuestas tienen como fin identificar el comportamiento en cuanto a hábitos de consumo de agua en la ECSAN por parte de la población que la conforma. Los resultados obtenidos se muestran en los numerales (4.2.2.2 a 4.2.2.4).

#### 4.2.2.2 Resultados de las encuestas aplicadas al grupo Administrativo

Se realizó la encuesta al personal administrativo de la Escuela ya que a pesar de no ser residentes del lugar, su horario laboral en la ECSAN involucra actividades diarias en las cuales se consume agua. A continuación se muestran los resultados de las encuestas que les fueron aplicadas para identificar las frecuencias de uso de los equipos hidrosanitarios y los hábitos de consumo.

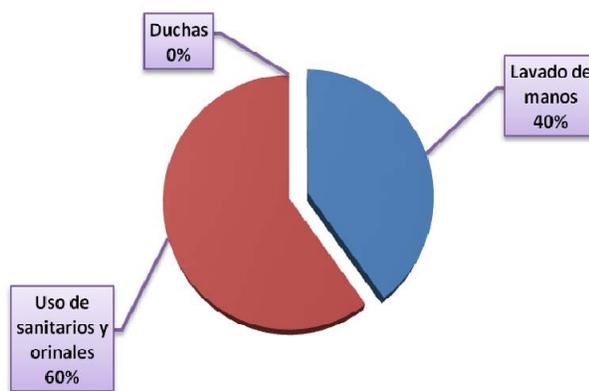
- a) ¿Cuándo se lava los dientes en la Escuela mantiene la llave cerrada mientras no la usa?



**Gráfica 4** No. de personas que mantienen la llave cerrada mientras se lavan los dientes.

El hábito de mantener la llave cerrada mientras se lava los dientes se convierte en buenas prácticas para el ahorro de agua, teniendo en cuenta que si se deja correr el agua directamente del grifo se tiene un gasto aproximado de 20 litros de agua en cada lavado (Toro, 2008). Estos resultados demuestran que se puede ahorrar un volumen considerado de agua, ya que el 78% de la población aseguran cerrar el grifo cuando se lavan los dientes (Ver Gráfica 4).

b) ¿Cual es el uso principal que le da al agua cuando esta en la ECSAN?



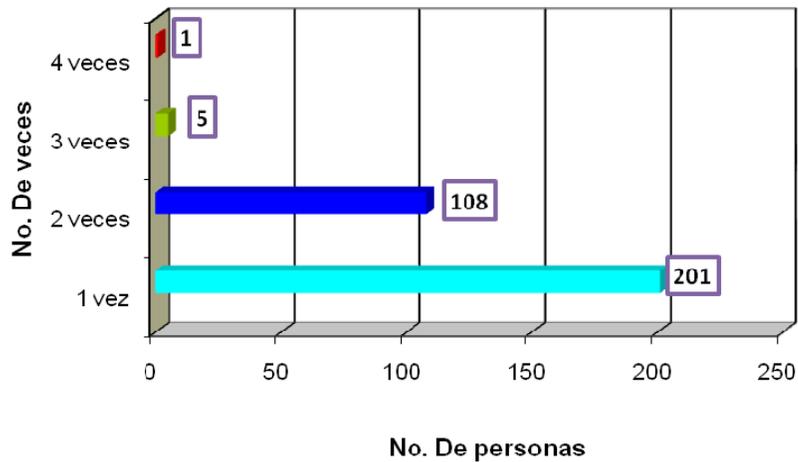
**Gráfica 5.** Porcentaje del principal uso del agua en la ECSAN por el personal Administrativo.

En las áreas administrativas se observa que los principales usos se presenta en sanitarios y orinales con un 60%, seguido del uso de lavamanos con un 40%, caso contrario a las duchas que presentan un porcentaje de uso del 0% (Ver Gráfica 5).

#### 4.2.2.3 Resultados de la encuesta aplicada al grupo de a Cadetes

El 68% de la población total de la ECSAN (1068 hab.) corresponden a Cadetes, por lo tanto se consideró el grupo como una muestra representativa para la aplicación de las encuestas. Esto permitio identificar los resultados en cuanto la distribución del consumo de agua potable en la ECSAN. Los resultados se muestran a continuación.

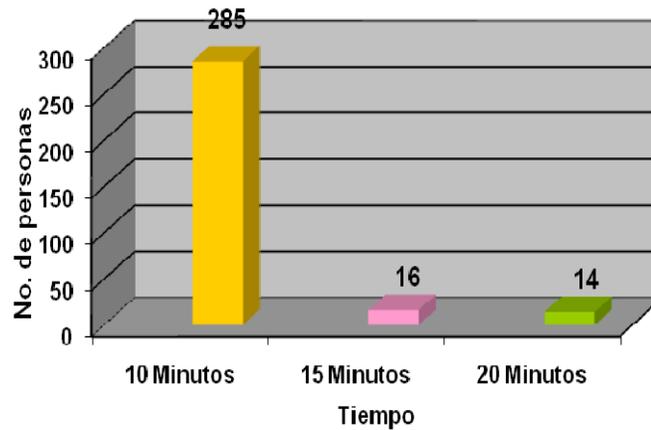
a) ¿Cuántas veces al día se ducha?



**Gráfica 6.** Frecuencia de uso de la ducha por parte de los cadetes.

El uso de la ducha se considera como una de las actividades principales de aseo personal, por lo tanto se considera que es un hábito que consume gran cantidad de agua. En la gráfica se observa que el 37% de los Cadetes se ducha entre 2 y 4 veces al día esto hace que el consumo aumente si se tiene en cuenta que teoricamente una persona para ducharse usa en promedio 27,6 L/hab (CEPIS, 2002) (Ver Gráfica 6).

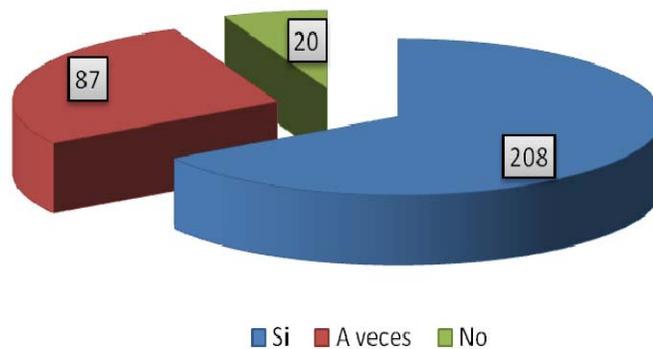
b) ¿Cuánto tiempo aproximadamente se demora tomando una ducha?



**Gráfico 7.** Tiempos de uso de las duchas por parte de los cadetes.

De las veces que se duche un Cadete depende el consumo diario de agua para estos equipos, sin embargo el hecho de que el 90%(285 hab) de los Cadetes lo hagan durante un tiempo de 10 minutos genera un ahorro, aunque el 10% restante presenta un tiempo de uso de 15 a 20 minutos lo que genera un mayor consumo (Ver Gráfica 7).

c) ¿Cierra la ducha mientras se enjabona?



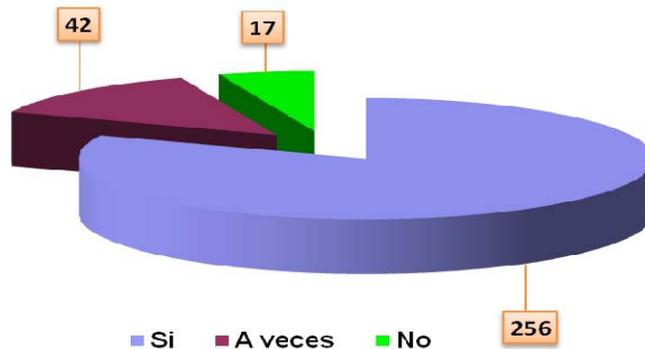
**Gráfico 8.** Numero. de Cadetes que cierran la llave mientras se enjabonan.

Los resultados en esta actividad muestran que se presenta un consumo bastante alto, teniendo en cuenta que el 28% (87 hab) de los encuestados a veces dejan la llave abierta y sumados al 6% (20 hab) que efectivamente lo hacen, contribuyen en

malgastar el agua, ya que es una práctica inadecuada dejar la llave abierta mientras se enjabona, para ello es necesario hacer campañas de sensibilización, en la cual se mencionen y expliquen las pautas para hacer uso eficiente del agua. (Ver Gráfica 8).

Sin embargo, se debe tener en cuenta las veces y el tiempo que duran los cadetes tomando la ducha, estas dos variables se pueden considerar como favorables en cuanto al ahorro y uso eficiente del agua ya que la mayoría de los Cadetes las usan en la frecuencia y tiempo más bajos. (Ver Gráfica 6 y 7).

d) ¿Cierra la llave mientras se afeita?



**Gráfica 9.** Numero. de Cadetes que cierran el grifo mientras se afeitan.

El 19% (59 hab) de los Cadetes encuestados dejan el grifo abierto mientras se afeitan, lo que genera un gasto de agua en promedio de 80 litros (Toro, 2008) en cada afeitado, sin embargo, el 81% (256 hab) de los Cadetes encuestados muestran ser consientes en cuanto al ahorro y uso eficiente del agua durante el desarrollo de esta actividad, generando un ahorro de 75 litros (Toro, 2008) de agua en promedio, lo cual se refleja en los consumos registrados en la factura del servicio y beneficios ambientales para la ECSAN (Ver Gráfica 9).

e) ¿Avisa a algún responsable cuando detecta una fuga de agua o un sistema hidráulico en mal estado?

Opciones	No. de Personas
Si	234
A veces	66
No	15

El reporte de la comunicación cuando se presentan daños en el sistema de agua potable, grifos, duchas, sanitarios y orinales permite disminuir las pérdidas de agua en menor tiempo.

Sin embargo, el 95% (300 hab) de los Cadetes encuestados son conscientes de la importancia y necesidad de mantener informado al personal encargado del mantenimiento de las redes en cuanto a fugas y pérdidas que se presentan en el sistema de distribución de agua potable.

f) ¿Conoce alguna campaña hecha por la Escuela para realizar un ahorro y uso eficiente del agua?

De acuerdo con los resultados de esta pregunta y de las entrevistas realizadas al coordinador de planeación de la ECSAN en el 2008, se entiende que en la ECSAN no se ha desarrollado ningún tipo de campaña referente al ahorro y uso eficiente del agua, esto permite que para el diseño e implementación del PAYUEDA se contemplen las opciones de publicación y divulgación del programa para que sea de conocimiento de toda la población de la Escuela (Ver Gráfica 10).



**Gráfica 10.** Numero. de Cadetes que conocen alguna campaña de ahorro de agua en la ECSAN.

#### 4.2.2.4 Resultados de la encuesta aplicada al personal manipuladores de alimento del casino de Oficiales y del comedor de Cadetes

En esta área fue necesario realizar la encuesta debido a que en estos lugares hay un gasto considerable de agua, teniendo en cuenta que diariamente se preparan 3.830 platos de comidas. De esta manera, es necesario para el desarrollo del PAYUEDA conocer los hábitos del personal encargado de la preparación de alimentos, las actividades que desarrollan y las frecuencias de uso de cada uno de los equipos hidrosanitarios para, así mismo, en dado caso de que se presenten usos inadecuados y desperdicio de agua disponer, de soluciones que no alteren la calidad de la preparación de los alimentos. Los resultados se muestran a continuación:

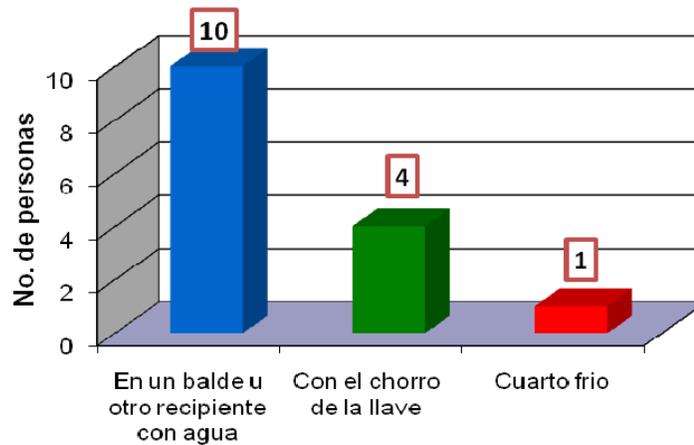
a) ¿Cómo lavan los alimentos?



**Gráfica 11.** Cómo lavan los alimentos el personal de casino.

El 67% (10 hab) de las personas en encuestadas emplean utensilios para almacenar el agua para el lavado de los alimentos lo cual es un hábito que garantiza el uso y ahorro eficiente del agua; no obstante, el 33% (5 hab) no aplica estas prácticas, lo que impide un ahorro (Ver Gráfica 11).

b) ¿Cómo descongelan los alimentos?



**Gráfica 12.** Procedimientos para descongelar los alimentos

Cuando se emplean utensilios para descongelar los alimentos se disminuye el consumo de agua; en la gráfica 12 se observa que el 67% (10 hab) del personal encuestado muestran buenas prácticas para el uso eficiente del agua. Por otro parte los resultados también muestran que el 27% (4 hab) del personal mencionan que mantienen el grifo abierto continuamente, generando un gasto en promedio de 7,57 Litros en cada lavado de alimentos (UNESCO, 2009), esta práctica inadecuada eleva el consumo de agua, teniendo en cuenta la cantidad de alimentos que se preparan diariamente. (Ver Grafica 12)

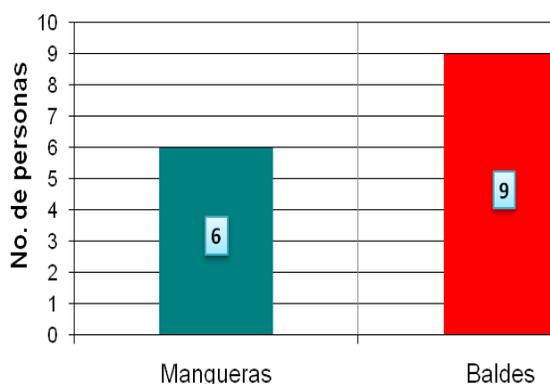
c) ¿Cómo es el lavado de la loza?



Gráfica 13. Cómo lavan la loza en la ECSAN.

De acuerdo con los resultados obtenidos se observa que el 60% (9 hab) del personal encuestado, utilizan un recipiente para almacenar agua durante el proceso del lavado de loza, este hábito permite disminuir consumos de agua potable, sin embargo, al utilizar directamente el chorro del grifo como lo menciona el 40% (6 hab) de la población restante, se convierte en una hábito inadecuado que genera pérdidas de agua en el sistema, aumentando los costos de facturación (Ver Gráfica 13).

d) ¿Durante el aseo del restaurante y cocina que herramientas utilizan para usar el agua?



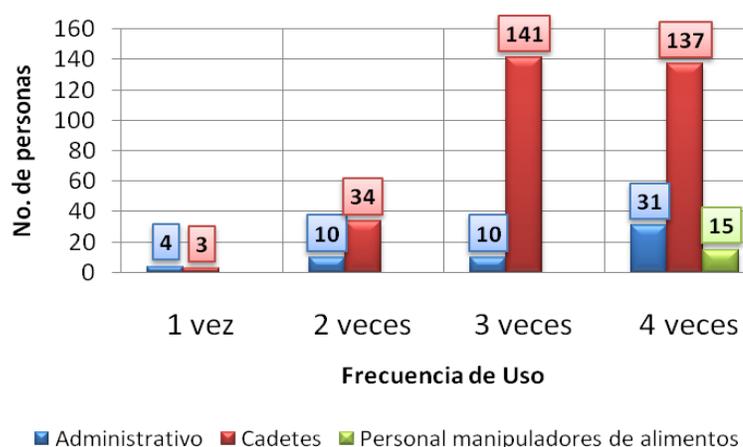
Gráfica 14. Herramientas utilizadas para el aseo del casino.

Observando los resultados obtenidos el 40% (6 hab) del personal encuestado implementa prácticas inadecuadas durante el desarrollo de esta actividad, generado así un gasto innecesario de agua; con esto se observa que existe la necesidad de desarrollar las capacitaciones en temas referentes al uso del agua. Sin embargo, es importante mencionar que el 60% (9 hab) del personal restante presenta buenas prácticas para el uso de agua en esta actividad (Ver Gráfica 14).

#### 4.2.2.5 Resultados de las encuestas aplicadas a los diferentes grupos en cuanto a actividades comunes

A continuación se presentan los resultados de las encuestas relacionadas con los hábitos y actividades comunes para el personal Administrativo, Cadetes y personal manipuladores de alimentos del casino de Oficiales y del comedor de Cadetes. En las gráficas 15 a la gráfica 18, se observa el personal y los hábitos que más consumen y los que menos consumen agua, de esta manera se logra definir cuáles son los aspectos más críticos en cuanto al uso del agua, con ello se hace más fácil identificar el personal al cual se deben dirigir las capacitaciones en cuanto ahorro y uso eficiente del agua en la ECSAN, sin que se excluyan los demás de participar en ellas.

a) ¿Cuántas veces al día se lava las manos?



Gráfica 15. Frecuencia lavado de manos.

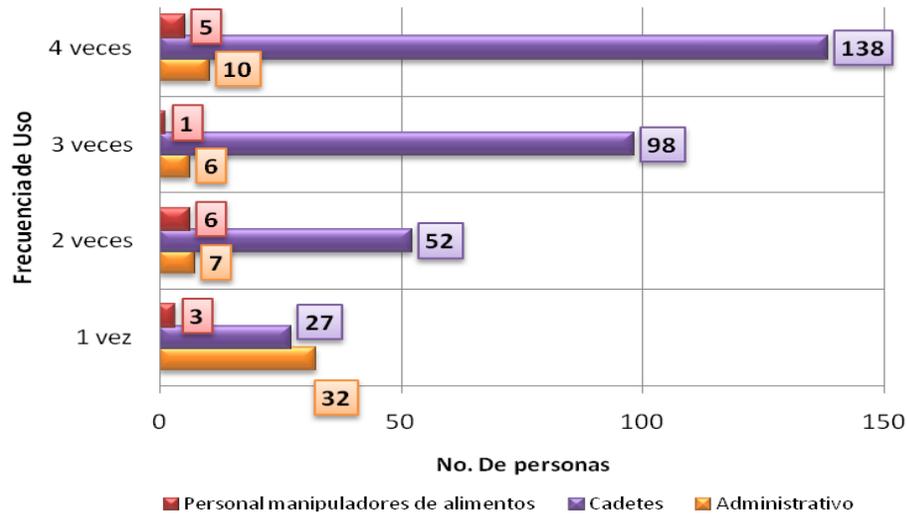
El hábito de lavarse las manos es una actividad que no permite cuantificar la cantidad de agua que se gasta porque los cadetes lo hacen tomando el agua directamente del grifo y no en un recipiente como lo hacen para el lavado de los dientes.

Las veces que una persona se lave las manos durante el día está relacionado con los hábitos y las actividades que se desarrollen a diario en la ECSAN; en la gráfica 15, se

muestra que la mayoría de las personas realizan esta actividad con una frecuencia de 3 a 4 veces, aumentando así el consumo de agua en grifos.

También se observa que el personal que más consume agua para el lavado de las manos es el grupo de los Cadetes, sin embargo, es importante tener en cuenta que el grupo de Cadetes corresponde al 68% del total de la población de la ECSAN; no obstante esto no significa que un Cadete consuma más agua que una persona del casino o del grupo administrativo, así mismo, se debe tener en cuenta las actividades diarias y hábitos de las personas, por ejemplo los Cadetes hacen deportes a diario y el personal de casino por la manipulación de los alimentos deben lavarse las manos con frecuencia. (Ver Gráfica 15).

b) ¿Cuántas veces al día toma agua?

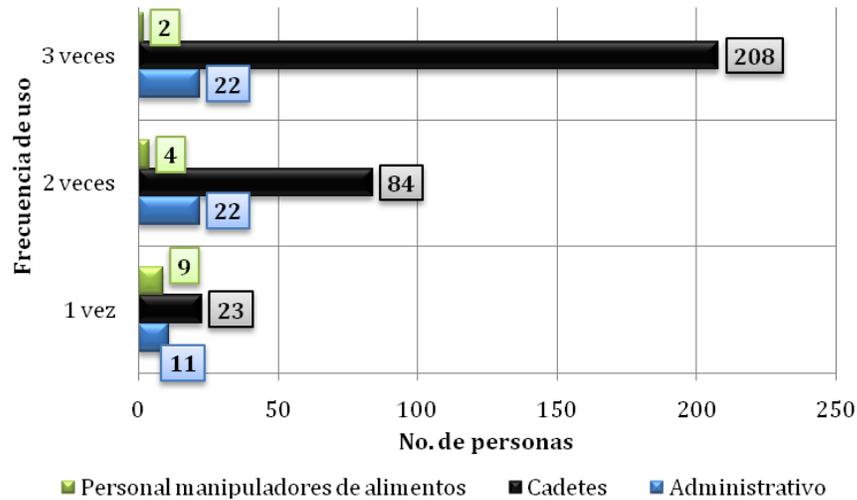


**Gráfica 16.** Frecuencia para tomar agua en la ECSAN.

El grupo de Cadetes sigue siendo los que más consumen agua. Es importante aclarar que durante la encuesta el personal administrativo advirtió que no toma agua del grifo, sino que la toma de botellas o botellones, sin embargo, la mayoría de la población toma agua con una frecuencia de 4 veces (Ver Gráfica 16).

Por lo anterior se considera que con estos hábitos se está consumiendo gran cantidad de agua, pues la población que tiene la Escuela corresponde a 1520 habitantes.

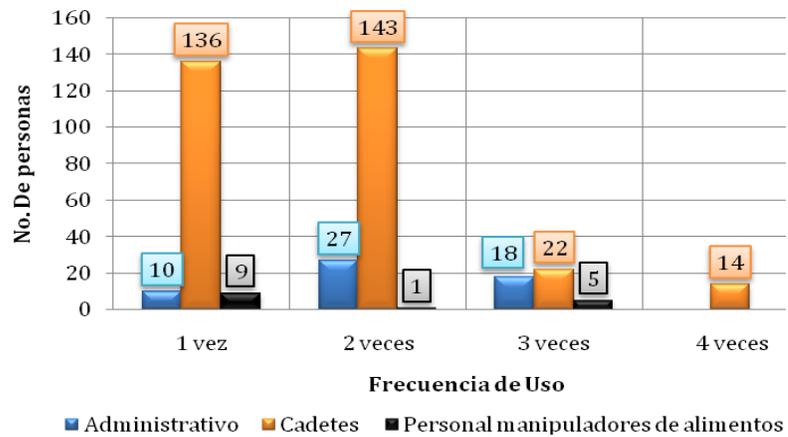
c) ¿Cuántas veces al día descarga el orinal?



Gráfica 17. Frecuencia descarga de orinales.

De acuerdo con los resultados obtenidos con el planteamiento de esta pregunta a los tres grupos encuestados, se observa que el grupo de Cadetes con una frecuencia de 3 veces al día es el que presenta mayor uso de los orinales con un 54% (208 hab) del total de la muestra encuestada, sin embargo, el grupo administrativo presenta una frecuencia de uso de 2 a 3 veces durante el día lo que corresponde al 11% (44 hab) de personal encuestado; por otra parte, el 2% (9 hab) del personal manipulador de alimentos del casino de Oficiales y comedor de Cadetes, aseguran que durante el día hacen uso de este equipo hidrosanitario 1 vez. (Ver Gráfica 17).

d) ¿Cuántas veces al día descarga el sanitario?



**Gráfica 18.** Frecuencia de descargas de sanitarios.

El 96% de las personas encuestadas, aseguró descargar el sanitario con una frecuencia de 1 a 3 veces al día lo cual genera gastos considerables si se tiene en cuenta el volumen de descarga del equipo hidrosanitario el cual es de 6 Litros. A esto se le deben sumar las pérdidas que se presentan en el sistema las cuales corresponden a fugas o descargas innecesarias llevadas a cabo por el personal.

Por otro lado, teniendo en cuenta que estas son actividades en las cuales se hace difícil la capacitación al personal por considerarse uso para necesidades fisiológicas, se recomienda hacer observaciones en las capacitaciones o charlas que se dicten por parte de los encargados del PAYUEDA en la Escuela. *(Ver Gráfica 18).*

El número de veces que se descarga al sanitario y orinal, puede estar relacionado con las condiciones de higiene que este presente, lo cual puede justificar que el orinal se descargue el máximo de 3 veces. En esta parte se tiene en cuenta que la población encuestada fueron solo hombres *(Ver Gráfica 17 y Gráfica 18).*

e) ¿Utiliza un vaso para recoger el agua que necesita para lavarse los dientes o toma el agua directamente del grifo?

<b>Personal Encuestado</b>	<b>¿Tomo el agua directamente del grifo?</b>	<b>¿Utilizo un vaso para recoger el agua?</b>
Personal Administrativo.	48	7
Cadetes	18	297

Del 100% de la población encuestada el 82,2% (304 hab) advierte tomar el agua en un vaso, actividad que permite un ahorro de agua en la Escuela; sin embargo el 17,8% (66 hab) toma el agua directamente del grifo, lo que genera un gasto de 20 litros de agua en cada lavado si se mantiene el grifo continuamente abierto (*Toro, 2008 y UNESCO, 2009*).

Por otra, parte los resultados obtenidos en cuanto al uso del agua para actividades higiénicas, se observa que hay un consumo regulado por parte del personal en la ECSAN, teniendo en cuenta que para el desarrollo de estas actividades es donde se presenta mayor consumo.

Finalmente se recomienda la capacitación para el personal, ya que con ésta se puede garantizar un uso más eficiente, pero a su vez debe dictarse en periodos consecutivos, debido a que muchas veces el personal se rota de edificios, o dejan la Escuela por la finalización de sus estudios en la ECSAN.

A continuación se muestran datos teóricos de las actividades en las que se desperdicia agua y qué cantidad, cuando se presentan hábitos inadecuados y dependiendo el uso que se dé.

**Tabla 4.** Datos teóricos de las actividades en las cuales se desperdicia agua, por hábitos inadecuados.

<b>DESPERDICIO DE AGUA SEGÚN ACTIVIDADES COTIDIANAS</b>	
<b>Actividades</b>	<b>L/día</b>
Lavado de manos	7
Cepillarse los dientes	18
Al afeitarse	75
Lavado de loza	112

**Fuente.** Adaptado de SABESP, 2008

#### **4.2.3 Actividades en las cuales se consume agua en la ECSAN y clasificación según los usos**

En este numeral se definen los tipos de uso del agua potable que se presentan en la ECSAN, de acuerdo con las actividades que se desarrollan al interior de esta.

##### **4.2.3.1 Usos consuntivos**

Los usos consuntivos son aquellos que consumen o extraen el agua de su fuente de origen, por lo que, en general, este uso puede ser medido cuantitativamente. Los usos consuntivos más frecuentes se agrupan en el cuadro 6. (CARDIQUE, 2002) (Ver Cuadro 6).

##### **4.2.3.2 Usos no consuntivos**

Para estos el agua es usada, pero no es removida de su ambiente natural. Sin embargo, estos pueden ser descritos por ciertas características del agua o por los beneficios que proporcionan al ecosistema. (CARDIQUE, 2002) (Ver Cuadro 6).

**Cuadro 6** Tipos de uso del agua en la ECSAN 2008.

USO CONSUNTIVOS			USOS NO CONSUNTIVOS	
USOS	ACTIVIDAD	IMPACTO	USOS	ACTIVIDAD
<b>Doméstico</b>	La higiene y el aseo personal	Los productos químicos como el jabón, champú, cremas para afeitarse etc. generan contaminación ya que cambian las características fisicoquímicas y organolépticas del agua tales como el color, olor, turbidez pH, entre otras.	<b>Riego</b>	Riego de jardines
	Preparación de alimentos	El productor en el proceso de cultivo y almacenamiento utiliza una serie de productos químicos como fertilizantes y conservantes. Estos productos al momento de lavar los alimentos para la preparación llegan al agua cambiando sus características como el color, olor, turbidez y pH, al mismo tiempo algunos de ellos generan una película visible de grasas y aceites flotantes sobre el agua.		
	Aseo general de la ECSAN	El uso de productos como hipoclorito de sodio y detergentes, son fuente de contaminación segura para el agua, teniendo en cuenta que también se alteran las características fisicoquímicas y organolépticas como olor, color, turbidez, pH, entre otros.		Riego de canchas
<b>Agropecuario</b>	Aseo general de las pesebreras	Durante el aseo de estas instalaciones el agua es contaminada principalmente por las heces fecales y orinas generadas por los animales, además se utilizan detergentes y químicos clorados que también cambian las características del agua.		

	Aseo de los caballos	Durante esta actividad se utilizan productos como el jabón y cepillos, cuando se realiza el cepillado los caballos desprenden gran cantidad de pelos, los cuales van a parar a las redes de alcantarillado y se convierten en contaminantes del agua.	Recreativo	Piscinas
--	----------------------	---	------------	----------

Fuente. Autoras, 2008

#### 4.2.4 Balance general del sistema de agua potable en la ECSAN

El objetivo del balance general del agua es acumular todos los volúmenes de agua manejados, individuales y tipificados; y compararlos con el volumen de agua suministrado a la ECSAN, tal como lo registró el medidor principal. Para ello se realizó una serie de aforos en los que se determinó los caudales de los grifos de lavamanos, duchas, llaves externas, lavaplatos, y la detección de fugas o pérdidas en la red de suministro. (*Anexo 6*).

Para ellos se ajustó el método de simultaneidad de uso de los equipos hidrosanitarios el cual permite evaluar el caudal máximo probable. Este método fue propuesto por Roy. B. Hunter y presentado en 1932 a la oficina nacional de normas de los Estados Unidos (“The National Bureau of Standards”) y ha sido aceptado por todos los códigos. A continuación se describe su procedimiento:

El método se basa en el concepto que únicamente unos pocos aparatos de todos los que están conectados al sistema, entraran en operación simultánea en un instante dado. El efecto de cada aparato que forma parte de un grupo numeroso de elementos similares depende de (Granados, 1983):

- ✓ Caudal del aparato, o sea la cantidad de agua que dejar pasar el servicio (q).
- ✓ Frecuencia de uso: tiempo entre usos sucesivos (T)

- ✓ Duración de uso. Lapso de tiempo que el agua dura fluyendo para atender la demanda del aparato (t)

Hunter asumió inicialmente que la operación de aparatos era aleatoria, aunque esto no es totalmente cierto, es una buena base y permite tener tolerancias cuando el problema no se comporta como tal. Por otra parte determino la frecuencia de uso de todos los aparatos, basado en datos tomados en edificaciones. El método es aplicable a grupos grandes de elementos, ya que la carga de diseño es tal que tiene cierta probabilidad de no ser excedida (aunque los puede ser en pocas ocasiones).

Para un sistema con pocos aparatos que se diseñe según la teoría de probabilidades, la carga adicional que se crea por un elemento más, recargaría el sistema al punto de causar inconvenientes tanto al sistema de suministro como al sistema de drenaje. Cuando se tienen bastantes aparatos, la sobrecarga no interfiere. En edificaciones como hoteles y apartamentos, los elementos están sujetos a congestión a ciertas horas del día. El problema es determinar la carga de diseño para un funcionamiento satisfactorio (Granados, 1983).

Según Hunter se tiene un diseño satisfactorio cuando las tuberías están proporcionadas para suministrar la carga de demanda para un número  $m$  del total de  $n$  aparatos del edificio, de tal forma que no más de  $m$  serán encontrados en uso simultáneo para más del 1 % del tiempo.

El valor del 1% fue escogido por Hunter arbitrariamente y sigue utilizándose desde 1940 con mucho éxito, pero es posible que con el 2% todavía se logren diseños adecuados. Solamente tomando datos locales de caudales de consumo y evacuación se puede conjeturar al respecto. La probabilidad de que se encuentren  $m+1$  aparatos funcionando simultáneamente es remota. Para  $m+2$  la posibilidad es más remota y así sucesivamente (Granados, 1983).

#### 4.2.4.1 Determinación de la dotación de agua potable por habitante día en la ECSAN

Para determinar la dotación por habitante se tuvo en cuenta los parámetros establecidos en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, en el que se determinó que la escuela se encuentra en un nivel de complejidad bajo ya que cuenta con una población de 1520 habitantes, lo que corresponde a una dotación neta mínima de 100 L/hab/día y 150 L/hab/día para dotación máxima (Ver anexo4, Tabla 55, Tabla 56 ).

**Tabla 5.** Consumos teóricos calculados según especificaciones CEPIS.

USO DOMESTICO	CONSUMO (L/hab/día)	TOTAL CONSUMO (Población de la ECSAN) (L/día/Pt)	TOTAL CONSUMO (Población de la ECSAN) (m <sup>3</sup> /Pt/2_meses)
Aseo personal	35	53200	3192
Beber agua	2	3040	182,4
Descarga sanitarios	20	30400	1824
Cocina	15	22800	1368
Lavado de pisos	6	9120	547,2
Riego de jardines	6	9120	547,2
<b>TOTAL CONSUMO</b>	<b>84</b>	<b>127680</b>	<b>7660,8</b>
<b>m<sup>3</sup>/2_meses</b>			
Consumo Facturado		13192	
Consumo calculado		7660,8	
<b>Exceso de agua consumido</b>		<b>5531,2</b>	

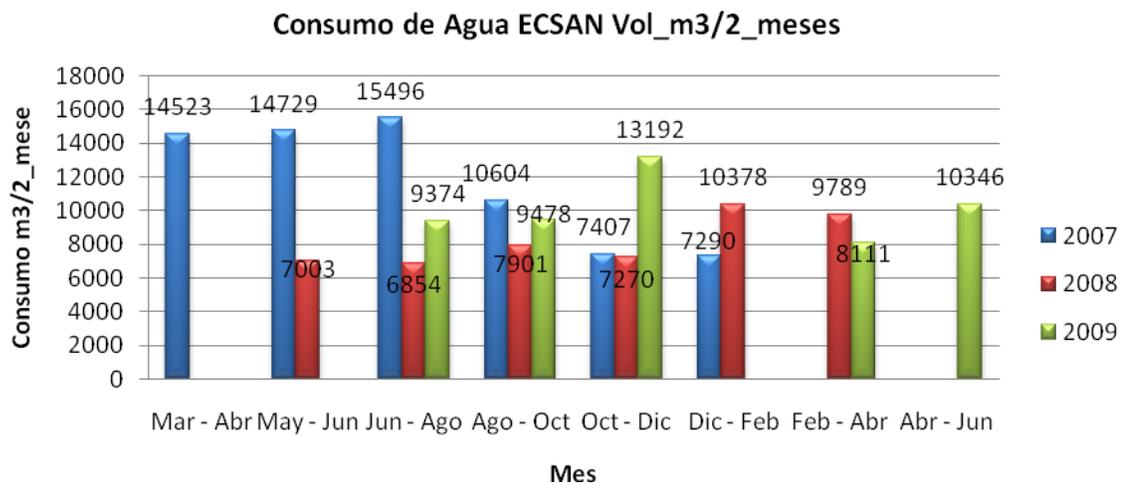
**Fuente:** Adaptado de CEPIS, 2002.

En la tabla 5 se muestra la comparación del consumo teórico de agua potable sugerido por el CEPIS para cada uso doméstico, con el registrado en la factura de Acueducto y Alcantarillado para toda la ECSAN, lo cual arrojó un resultado de exceso de consumo

de agua correspondiente a 5531,2 m<sup>3</sup>/2\_meses, cabe aclarar que estos datos son de carácter teórico (Ver Tabla 5).

Por otra parte, de acuerdo con la distribución del consumo de agua potable según los hábitos, se realizaron los cálculos correspondientes para hallar los consumos de las actividades de lavado de manos, afeitarse, cepillado de dientes, uso de sanitarios, orinales, duchas, riego de zonas verdes, limpieza de exteriores e interiores, preparación de alimento y mantenimiento de pesebreras y perreras. (Ver Anexo 4).

Los resultados registrados en las facturas del servicio público de agua potable y alcantarillado, en cuanto al consumo de agua en la ECSAN se presentan en la gráfica 19. (Ver Gráfica 19)



**Gráfica 19.** Cuantificación del Consumo de agua potable en la ECSAN por EAAB.

**Fuente.** Facturas de la EAAB en la ECSAN, 2009.

En la gráfica 19 se observa la dinámica de consumo de agua potable en la Escuela en los últimos tres años. Sin embargo, se nota una disminución considerable del consumo en el año 2007 los meses de Agosto-October 10.604 m<sup>3</sup>/2\_meses, Octubre-Diciembre 7.407 m<sup>3</sup>/2\_meses, y Diciembre-Febrero 7.290 m<sup>3</sup>/2\_meses, esto se puede considerar por la disminución de la población en los meses que corresponden a periodos de vacaciones para algunos de los Cadetes y las fechas de nuevas incorporaciones;

actualmente la Escuela en algunas dependencias cuenta con sistemas ahorradores los cuales también pueden ser causantes de la disminución de los consumos, es importante anotar que a pesar del uso de sistemas ahorradores, en los últimos meses Octubre-Diciembre de 2009 el consumo aumentó considerablemente de 9.478 m<sup>3</sup>/2\_meses, a 13.192 m<sup>3</sup>/2\_meses, siendo el mas alto a lo largo del año 2009.

Según datos suministrados por la oficina de planeación de la ECSAN, los consumos altos que se observan en el año 2007 en los meses de Mayo-Junio 14.729 m<sup>3</sup>/2\_meses y Junio-Agosto 15.496 m<sup>3</sup>/2\_meses frente a la disminución en el 2008 en los meses de Mayo-Junio 7.003 m<sup>3</sup>/2\_meses y Junio-Agosto 6.854 m<sup>3</sup>/2\_meses se deben a que habían conexiones fraudulentas, las cuales se identificaron durante la construcción de las nuevas obras tanto en la Escuela como en las vías principales aledañas a ella.

Las principales pérdidas de agua potable se evidenciaron por:

- Deterioro de algunas tuberías de conducción.
- Algunos sistemas hidrosanitarios, que presentan fugas por goteos o por deterioro.
- Accidentes por ejecución de obra, teniendo en cuenta que en la actualidad en los predios de la Escuela se están realizando remodelaciones.
- Pérdidas en el desarrollo de actividades tales como preparación de alimentos, lavado de utensilios, lavado de alimentos, etc.
- Conexiones fraudulentas.

Sin embargo, se debe mencionar que las fugas que se presentan por accidentes, remodelación y mal estado de las tuberías son detectadas y solucionadas de inmediato. *(Entrevista con el personal de mantenimiento. ECSAN, 2008).*

Para la Escuela se plantean como alternativas las siguientes acciones para lograr una mayor eficiencia:

- Instalaciones de micromedidores ya sea en los diferentes bloques o zonificando la ECSAN.
- Reparar o arreglar los daños que generan fugas en la red.
- Rehabilitación y mantenimiento continuo de las redes, instalaciones y accesorios.

#### 4.2.4.2 Metodología para el aforo de los equipos hidrosanitarios en la ECSAN

A continuación se describe el procedimiento que se planteo para hallar los caudales de los lavamanos, duchas, lavaplatos y llaves externas en la Escuela.

##### 4.2.4.2.1 Método de Medición

Para efectuar mediciones en las corrientes líquidas se utilizan, en ingeniería, una gran variedad de dispositivos. A continuación, se contempla uno de aquellos métodos de medida cuyo uso resulta más generalizado en la práctica. Conviene advertir que para el uso correcto de los instrumentos de medida, es preciso, previamente conocer sus características y coeficientes, siendo necesario, en la mayoría de los casos, realizar el calibrado de los mismos de acuerdo con las aplicaciones del proceso (Torres, 1970).

Para el desarrollo del aforo en los diferentes equipos hidrosanitarios en la ECSAN se aplico el método volumétrico, el cual se emplea por lo general para la determinación de caudales muy pequeños y requiere a su vez de un recipiente para coleccionar el agua. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen (Franquet, 2005).

$$Q = \frac{V}{T}$$

**Ecuación 2.** Cálculo del caudal  
**Fuente.** Franquet. 2005

Donde;

$Q$  = Caudal ( $m^3/s$ )

$V$  = Volumen ( $m^3$ )

$T$  = Tiempo (S)

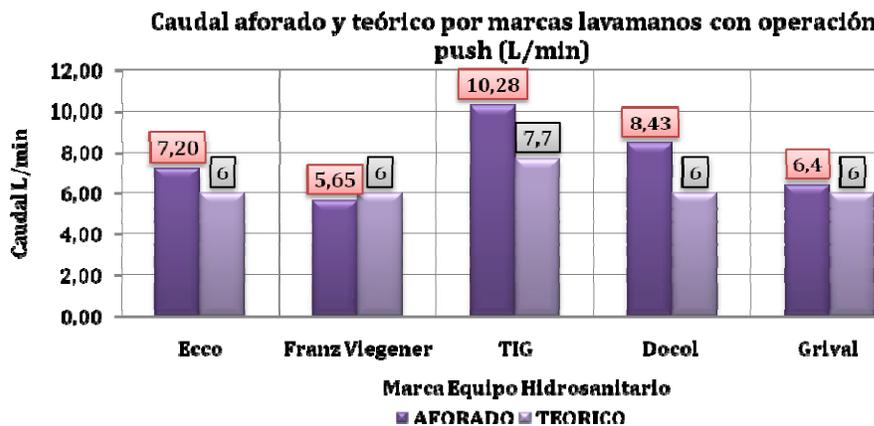
Para el registro de los datos hallados en campo, se diseñó una plantilla, con estos datos se identificaron los equipos hidrosanitarios más eficientes y de mayor consumo (Ver Anexo 2).

#### 4.2.4.2.2 Análisis resultados de los aforos

De acuerdo al aforo e inventario realizado en las instalaciones de la ECSAN, con el fin de identificar el caudal que consume cada equipo hidrosanitario, se muestran los resultados obtenidos.

##### 4.2.4.2.2.1 Caudal aforado vs. caudal teórico para lavamanos con operación de push y manija

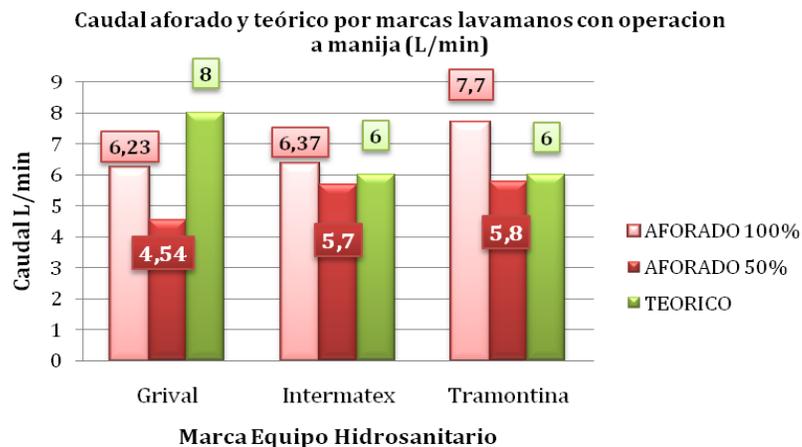
En la gráfica 20 se muestra el comportamiento de las 5 marcas de grifos existentes en la ECSAN con operación a push y sus respectivos caudales los cuales corresponden a: el caudal teórico suministrado por el fabricante y el caudal aforado el cual fue tomado en campo.



Gráfica 20 Distribución del caudal grifos con operación a push.

Fuente. Autoras, 2010.

Los resultados del aforo muestran que la marca ECCO, es la marca más eficiente en cuanto al consumo de agua, ya que el caudal aforado está por debajo de las especificaciones dadas por el fabricante. Las marcas TIG, Docol y Grival al parecer están descalibradas, debido a que están consumiendo más agua de lo especificado, por lo cual se recomienda hacer mantenimiento o la reconversión de estos equipos a unos ahorradores para disminuir el consumo (*Ver Gráfica 20*).



**Gráfica 21.** Distribución del caudal grifos de manija  
**Fuente.** Autoras, 2010.

De acuerdo con las especificaciones del fabricante la marca que más consume agua es Grival, sin embargo, los resultados del aforo con el grifo a una apertura del 100% muestran que la marca que más consume es, Tramontina. Todas las marcas aforadas excepto la Grival, con una apertura del 100% tienen un caudal por encima del teórico, esto sucede cuando los aparatos están descalibrados o dañados.

El aforo se llevo a cabo al 100% y 50 % de apertura del grifo, esto teniendo en cuenta que no todas las personas abren la llave totalmente, por lo cual no se puede generalizar una apertura del 100%, de acuerdo con esto el caudal aforado con una apertura del 50% para las tres marcas aforadas está muy cercano al caudal especificado por el fabricante (el teórico), sin embargo, se recomienda tratar de

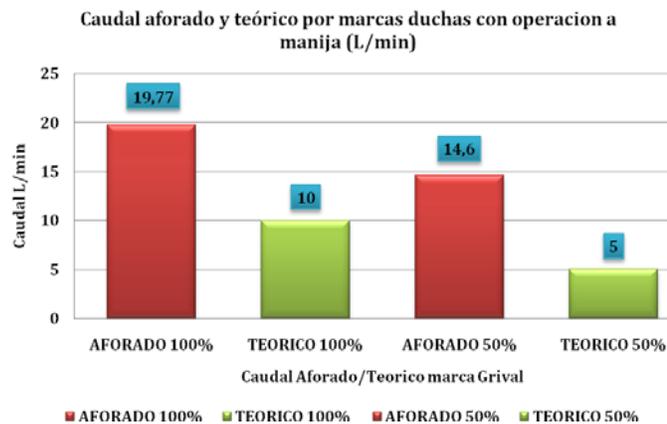
reducir los consumos con el fin de ahorrar agua, sin que ello afecte las actividades diarias de la Escuela (Ver Gráfica 21).

#### 4.2.4.2.2.2 Caudal aforado vs. Caudal teórico para duchas con operación de push y manija



**Gráfica 22.** Distribución del caudal duchas con funcionamiento de push.  
**Fuente.** Autoras, 2010.

Se recomienda revisar la operación de estas duchas pues el caudal aforado está por encima del especificado por el fabricante. (Ver Gráfica 22).

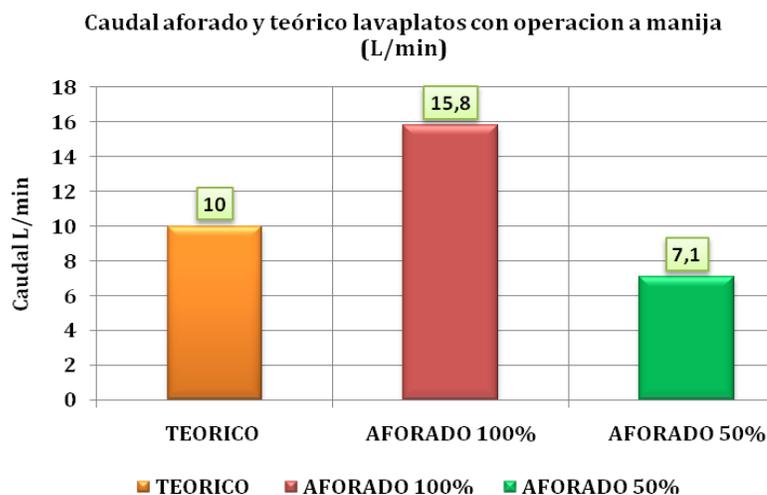


**Gráfica 23.** Distribución del caudal duchas a manija.  
**Fuente.** Autoras, 2010.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los aforos, se nota que las duchas de operación a manija al parecer, se encuentran descalibradas debido a que presentan un mayor consumo que el especificado por el fabricante; de acuerdo con esto se recomienda el cambio de las unidades a equipos ahorradores o a unos más eficientes, con los cuales se disminuya el caudal y así mismo, el consumo de agua potable en la ECSAN, ya que cada actividad que demande consumo de agua es alta, si se relaciona con las frecuencias de uso, tiempo efectivo (grifo abierto) y la población total de la Escuela; ésta, por mínima que sea, se refleja en los costos de las tarifas de prestación del servicio de acueducto y alcantarillado. (Ver Gráfica 23).

#### 4.2.4.2.2.3 Caudal aforado vs. caudal teórico en lavaplatos con operación a manija

El aforo de estas unidades se realizó con una serie de repeticiones de tres veces por cada equipo, con lo que se obtuvo una distribución de los caudales como se muestra en la gráfica 24 (Ver Anexo 2).



**Gráfica 24.** Distribución del caudal duchas a manija.

**Fuente.** Autoras, 2010.

Se observa que el caudal con un 100% de apertura en lavaplatos está consumiendo más que las especificaciones del equipo con 15,8 L/min, mientras que para una apertura del 50% se presenta una caudal de 7,1 L/min. Es importante mencionar que como un hábito o por costumbre, generalmente las personas no utilizan los equipos con apertura del 100%, esto sugiere que se podría estar presentando un ahorro de 8,7 L/min si se utilizan los grifos con apertura del 50 (*Ver Gráfica 24*).

#### **4.2.4.3 Distribución del consumo de agua potable según los hábitos**

Las variables a tener en cuenta para determinar el consumo total de agua potable en la ECSAN fueron: los patrones de consumo, el horario de cada grupo de personas, los tiempos de uso efectivo de cada equipo hidrosanitario y las especificaciones técnicas del fabricante en cuanto al volumen y caudal. Los datos de consumo se obtuvieron de forma práctica mediante el aforo, y los teóricos de acuerdo con las especificaciones de cada equipo hidrosanitario (*Ver Anexo 4*).

El procedimiento para determinar la distribución del volumen de agua potable, consumida por cada grupo de personas de la ECSAN, registrados en las fichas de la 1 a la 4, para cada una de las actividades durante los días de la semana, se calculó a partir de los resultados obtenidos en las tablas descritas en el anexo 4, tabla 39 a tabla 51; del cual se tomaron las frecuencias de uso diario para cada equipo hidrosanitario teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a cada grupo y el caudal total promedio diario por marcas, este dato se dividió entre el total de la población de cada grupo (Cadetes, Oficiales, personal de limpieza y personal manipulador de alimentos) dando como resultado la dotación diaria de cada habitante para un uso específico del agua, ya sea para el uso de orinales, sanitarios, lavado de manos, cepillado de dientes, entre otras. Así mismo, conociendo el horario de cada uno de los grupos de la Escuela se establecieron las horas en las cuales se puede presentar el uso de los equipos hidrosanitarios.

#### **4.2.4.3.1 Patrones de consumo de agua potable en la ECSAN**

Estos hacen referencia a los consumos diarios y semanales en cada actividad como, afeitarse, cepillado de dientes, lavado de manos, uso de duchas, descarga de sanitarios y orinales, riego de zonas verdes y limpieza de exteriores e interiores, por parte de cada grupo de personas y consumo en los casinos para la manipulación y preparación de alimentos.

##### **4.2.4.3.1.1 Patrones de consumo de agua potable del grupo Cadetes**

A través de la matriz de distribución de consumo de agua potable se determinaron los consumos hora a hora durante los días de la semana. Los datos para los cálculos se obtuvieron a partir de las encuestas que se aplicaron al grupo de Cadetes, con ello se identificaron los tiempos máximos y mínimos para realizar una actividad y el uso efectivo del equipo hidrosanitario, para obtener finalmente el consumo total diario por equipo. *(Ver Cuadro 7 y Tabla 6).*

En la ficha 3, se muestra la variación del consumo hora a hora, teniendo como horas pico los intervalos de 5:00 am a 7:00 pm, en este intervalo de tiempo el consumo de agua aumenta debido a que se presenta simultaneidad y un mayor uso de los equipos hidrosanitarios, sin embargo, es importante mencionar que el consumo se muestra constante de martes a viernes, con 178,5 L/hab/día, exceptuando los domingos con 140,5 L/hab/día y lunes y sábado con 18,15 L/hab/día, debido a que en estos días se presentan otras actividades tales como afeitarse; estos consumos se relacionan con los horarios de estudio, actividades deportivas y eventos que se presenten en la Escuela *(Ver Ficha 1).*

Por otra parte, el equipo hidrosanitario que genera mayor consumo de agua son las duchas con 76 L/hab/día y el de menor consumo los lavamanos durante la actividad de afeitado con 3 L/hab/día (*Ver Tabla 6*).

**Cuadro 7.** Matriz distribución del consumo de agua potable hora a hora por el grupo de Cadetes.

MATRIZ DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE GRUPO DE CADETES																																										
Día de la Semana	Lunes						Martes						Miércoles						Jueves						Viernes						Sábado						Domingo					
Hora	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D
4:00:00 a.m.																																										
5:00:00 a.m.	X		X		X	X						X	X			X	X					X					X	X	X													
6:00:00 a.m.							X				X												X					X	X	X	X	X						1				
7:00:00 a.m.		X						X					X					X					X				X															
8:00:00 a.m.													X																				X		X							
9:00:00 a.m.				X												X	X																									
10:00:00 a.m.									X																		X										X					
11:00:00 a.m.																																										
12:00:00 p.m.																																										
1:00:00 p.m.					X							X					X					X			X	X	X	X														
2:00:00 p.m.	X	X						X				X							X					X																		
3:00:00 p.m.							X				X					X	X					X	X								X			X	X		X					
4:00:00 p.m.																																										
5:00:00 p.m.																																										
6:00:00 p.m.				X																																						
7:00:00 p.m.	X	X					X	X				X	X	X			X	X			X				X			X	X	X	X											
8:00:00 p.m.				X					X					X	X						X			X				X				X						X				
9:00:00 p.m.					X				X							X					X	X											X	X								
10:00:00 p.m.										X																													X			
11:00:00 p.m.																																										

Fuente. Autoras, 20010.

Cepillado de dientes = **CD**

Afeitarse = **A**

Sanitarios = **S**

Orinales = **O**

Lavado de manos = **LM**

Duchas = **D**

**Tabla 6.** Consumo de agua potable por frecuencia de uso grupo de Cadetes.

CONSUMO POR FRECUENCIA DE USO GRUPO DE CADETES (L/hab/día)																																																	
Día de la Semana	Lunes						Martes						Miércoles						Jueves						Viernes						Sábado						Domingo												
Actividad	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D							
<b>Cosumo</b>	4	4	3	13	18	38	4	4	3	13	18	38	4	4	3	13	18	38	4	4	3	13	18	38	4	4	3	13	18	38	4	4	3	13	18	38	4	4	3	13	18	38	4	4	3	13	18	38	
4:00:00 a.m.																																																	
5:00:00 a.m.	4		3		18	38											38	4				13		38	4						38				18	38	4				13		4						38
6:00:00 a.m.		4				4					18			4				4											4					4						4	3					18	38		
7:00:00 a.m.								4									18							4										4															
8:00:00 a.m.																							13	18																4		13							
9:00:00 a.m.				13																														13															
10:00:00 a.m.											13																															18							
11:00:00 a.m.																																																	
12:00:00 p.m.																																																	
1:00:00 p.m.		4			18								4	4				4	4				18				4		18		4		18	4	4														
2:00:00 p.m.	4																18							4																4									
3:00:00 p.m.						4					18																	4												18		4							
4:00:00 p.m.																																										18							
5:00:00 p.m.																																																	
6:00:00 p.m.		4		13										4										4																38	4	13							
7:00:00 p.m.	4					4	4	4					4	4		13	18		4				4						38		13	18		4					38										
8:00:00 p.m.				18							13							38					13																	18	4	13							
9:00:00 p.m.					38						18	38												4	4																4								
10:00:00 p.m.																																										18							
11:00:00 p.m.																																																	
Consumo (L/hab/día)	11	12	3	26	54	76	11	12	0	26	54	76	11	12	0	26	54	76	11	12	0	26	54	76	11	12	0	26	54	76	11	12	3	26	54	76	11	12	0	26	54	38							

Fuente. Autoras, 2010.

Cepillado de dientes = **CD**

Afeitarse = **A**

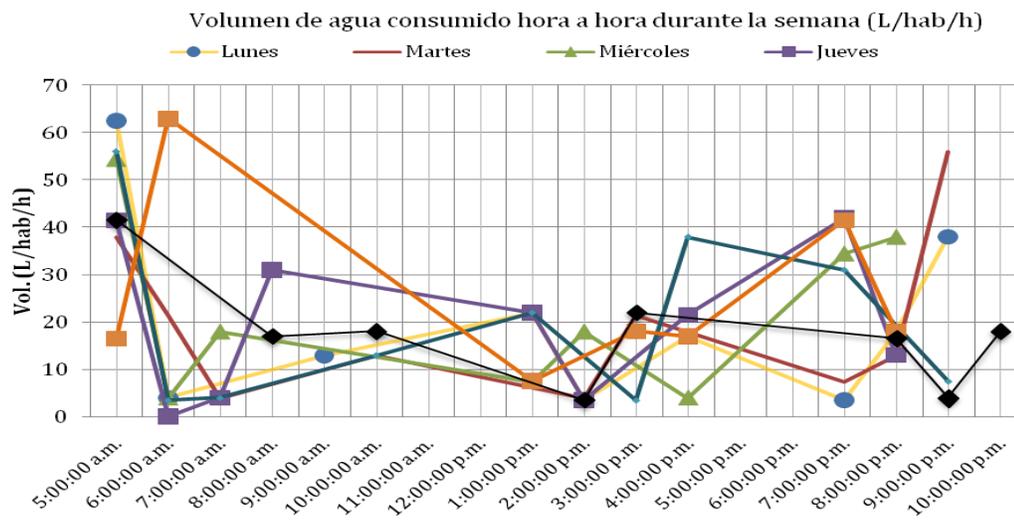
Sanitarios = **S**

Orinales = **O**

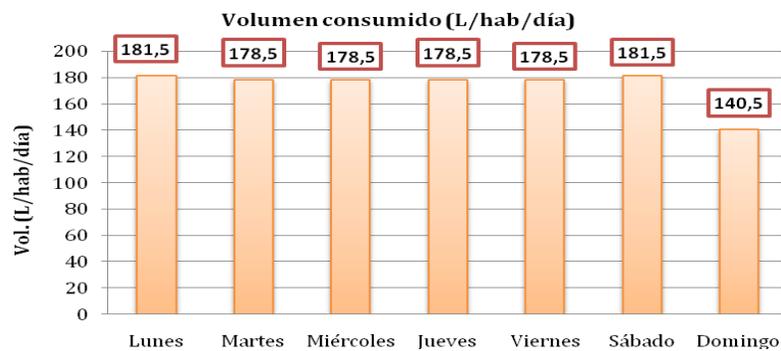
Lavado de manos = **LM**

Duchas = **D**

**Ficha 1. Distribución del volumen de agua potable consumida por el grupo de Cadetes**



Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
5:00:00 a.m.	62,5	12	27,5	15,5	28	5	15,5
6:00:00 a.m.	4	19,5	3,5	0	3,5	34,5	
7:00:00 a.m.		3,5	16	3,5	3,5		
8:00:00 a.m.				28			15,5
9:00:00 a.m.	13						
10:00:00 a.m.		12			12		16
11:00:00 a.m.							
12:00:00 p.m.							
1:00:00 p.m.	22		7	19,5	19,5	7	
2:00:00 p.m.	3,5	3,5	16	3,5			3,5
3:00:00 p.m.		19,5			3,5	16	19,5
4:00:00 p.m.	17		3,5	19,5	12	15,5	
5:00:00 p.m.							
6:00:00 p.m.							
7:00:00 p.m.	3,5	7	31,5	15,5	28	15,5	
8:00:00 p.m.	18	12	12	12		16	15,5
9:00:00 p.m.	38	28			7		3,5
10:00:00 p.m.							16
<b>Total</b>	<b>181,5</b>	<b>117</b>	<b>117</b>	<b>117</b>	<b>117</b>	<b>120</b>	<b>105</b>



Fuente. Autoras, 2010.

#### **4.2.4.3.1.2 Patrones de consumo de agua potable grupo de Oficiales**

El desarrollo de los patrones de consumo de agua para el grupo de Oficiales se hizo con referencia a los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas al personal del área administrativa; identificando así los tiempos en donde posiblemente se llevaría a cabo un mayor uso, consumo de agua, y simultaneidad de uso de los equipos hidrosanitarios (*Ver Cuadro 8 y Tabla 7*).

El grupo de Oficiales cuenta con un número de 55 personas, para este grupo la actividad que registra mayor consumo a lo largo del día es el uso de los orinales, seguido de las duchas y sanitarios con 122 L/hab/día, 110 L/hab/día, y 44 L/hab/día, respectivamente (*Ver Tabla 7*). Por otra parte, los intervalos de tiempo en los cuales se presenta simultaneidad de uso de los equipos hidrosanitarios y mayor consumo de agua, están de 5:00 am a 9:00 am y de 7:00pm a 10:00 pm; sin que esto signifique que en las demás horas del día no se presente uso de los equipos hidrosanitarios. Los días de la semana lunes, martes, jueves y viernes se mantiene un consumo constante de 303,1 L/hab/día, teniendo en cuenta que son actividades que se desarrollan a diario y las frecuencias de uso siempre son las mismas, de acuerdo a las respuestas suministradas en las encuestas, exceptuando el sábado en el cual sólo se presenta una frecuencia de uso de las duchas, y los miércoles, sábados y domingos varía a 305,6 L/hab/día, 248,1 L/hab/día y 250,6 L/hab/día, respectivamente. (*Ver Ficha 2*).



**Tabla 7.** Consumo de agua potable por frecuencia de uso grupo de Oficiales.

CONSUMO POR FRECUENCIA DE USO GRUPO DE OFICIALES (L/hab/día)																																																
Día de la semana	Lunes						Martes						Miércoles						Jueves						Viernes						Sábado						Domingo											
Actividad	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D	CD	LM	A	S	O	D						
4:00:00 a.m.																																																
5:00:00 a.m.	5				41	55	4		22				5						4					55					41		5										4	22						
6:00:00 a.m.							5						55	4	2,5			55			22				5	4		22		55						55					5	3						
7:00:00 a.m.				22							41								5		0	41									4		22	41			5											
8:00:00 a.m.	4,2																41																															
9:00:00 a.m.																22																																
10:00:00 a.m.																																																
11:00:00 a.m.																																																
12:00:00 p.m.									4						4												4												4									
1:00:00 p.m.		4,2			41						41																				5																	
2:00:00 p.m.	5																		4		0	41	0	5				41			4			41														
3:00:00 p.m.							5									41			5																5						41							
4:00:00 p.m.																																																
5:00:00 p.m.													5				55			22			55				22																					
6:00:00 p.m.																														55										22								
7:00:00 p.m.	5	4,2										55																			5			41			4											
8:00:00 p.m.				22	41		5	4			41								5				41		5	4					4																	
9:00:00 p.m.						55							5	4		22								5	4			41												5								
10:00:00 p.m.										22										4														22								41						
11:00:00 p.m.																																																
Consumo (l/hab/día)	15	13	0	44	122	110	15	13	0	44	122	110	15	13	2,5	44	122	110	15	13	0	44	122	110	15	13	0	44	122	110	15	13	0	44	122	110	15	13	0	44	122	55	15	13	3	44	122	55

Fuente. Autoras, 2010.

Cepillado de dientes = **CD**

Afeitarse = **A**

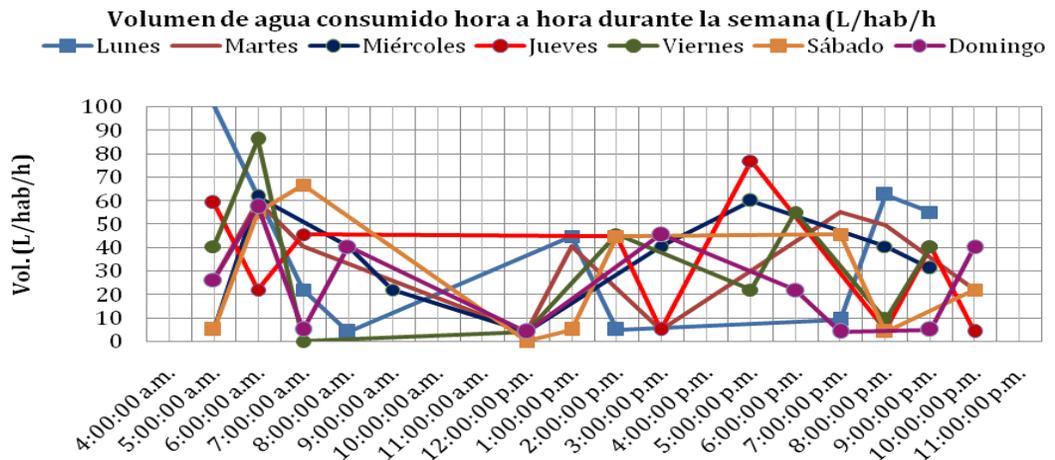
Sanitarios = **S**

Orinales = **O**

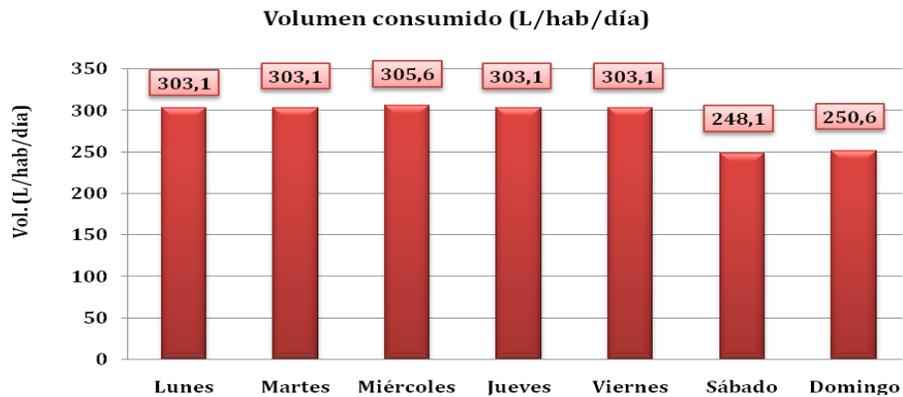
Lavado de manos = **LM**

Duchas = **D**

**Ficha 2.** Distribución del Volumen de agua potable consumida por el grupo de Oficiales.



Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
4:00:00 a.m.							
5:00:00 a.m.	100,5	26,2	5	59,2	40,5	5	26,2
6:00:00 a.m.		60	61,7	22	86,2	55	57,5
7:00:00 a.m.	22	40,5		45,5	0	66,7	5
8:00:00 a.m.	4,2		40,5				40,5
9:00:00 a.m.			22				
10:00:00 a.m.							
11:00:00 a.m.							
12:00:00 p.m.		4,2	4,2		4,2	0	4,2
1:00:00 p.m.	44,7	40,5				5	
2:00:00 p.m.	5			44,7	45,5	44,7	
3:00:00 p.m.		5	40,5	5			45,5
4:00:00 p.m.							
5:00:00 p.m.			60	77	22		
6:00:00 p.m.					55		22
7:00:00 p.m.	9,2	55				45,5	4,2
8:00:00 p.m.	62,5	49,7	40,5	5	9,2	4,2	
9:00:00 p.m.	55		31,2	40,5	40,5		5
10:00:00 p.m.		22		4,2		22	40,5
11:00:00 p.m.							
<b>Total</b>	<b>303,1</b>	<b>303,1</b>	<b>305,6</b>	<b>303,1</b>	<b>303,1</b>	<b>248,1</b>	<b>250,6</b>



Fuente. Autoras, 2010.

#### **4.2.4.3.1.3 Patrones de consumo de agua potable grupo personal Administrativo**

El grupo administrativo hace referencia a las personas que pertenecen a la Escuela tanto uniformados como civiles; para este caso, se tuvo en cuenta el horario laboral, con el fin de obtener la matriz de distribución hora a hora de las actividades, y las frecuencias de uso de los equipos hidrosanitarios, con ello se encontró el volumen de agua utilizado en cada frecuencia de uso, en las actividades de: lavado de manos, cepillado de dientes, uso de sanitarios y orinales. (*Ver Cuadro 9 y Tabla 8*).

Por otra parte, este grupo cuenta con una población total de 422 personas. Las actividades que presentan mayor uso de agua son: orinales y sanitarios con 57L/hab/día y 45,2 L/hab/día respectivamente (*Ver Tabla 8*). El consumo hora a hora y simultaneidad de uso de los equipos hidrosanitarios es variado durante los días lunes, jueves, viernes, sábado y domingo, mostrando un mayor consumo entre las 09:00 am a 11:00 am y 04:00 pm a 06:00 pm. No obstante, durante los días lunes a viernes se presentan consumos constantes de 114,2 L/hab/día, variando los sábados a 111,2 L/hab/día y domingos a 92,2 L/hab/día; esta variación se debe a que no todo el personal administrativo permanece o labora en la Escuela y que las actividades realizadas no están sujetas a unos horarios (*Ver Ficha 3*).

**Cuadro 9.** Matriz distribución del consumo de agua potable hora a hora por el grupo administrativo.

<b>MATRIZ DE DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PERSONAL AREA ADMINISTRATIVA</b>																																	
<b>Día de la semana</b>	<b>Lunes</b>				<b>Martes</b>				<b>Miércoles</b>				<b>Jueves</b>				<b>Viernes</b>				<b>Sábado</b>				<b>Domingo</b>								
<b>usos</b>	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O					
7:00:00 a.m.																																	
8:00:00 a.m.												X												X								X	
9:00:00 a.m.			X	X	X									X			X		X	X					X		X	X					
10:00:00 a.m.	X					X	X		X											X	X					X							
11:00:00 a.m.								X		X	X			X								X											
12:00:00 p.m.												X			X	X	X										X		X				
1:00:00 p.m.													X							X				X	X								
2:00:00 p.m.	X	X		X				X																									
3:00:00 p.m.						X			X	X								X				X			X	X							
4:00:00 p.m.			X		X								X				X				X								X				
5:00:00 p.m.							X								X		X		X														
6:00:00 p.m.		X		X				X			X			X							X												

Fuente. Autoras, 2010.

Cepillado de dientes = **CD**      Sanitarios = **S**      Orinales = **O**      Lavado de manos = **LM**

**Tabla 8.** Consumo de agua potable por frecuencia de uso grupo administrativo.

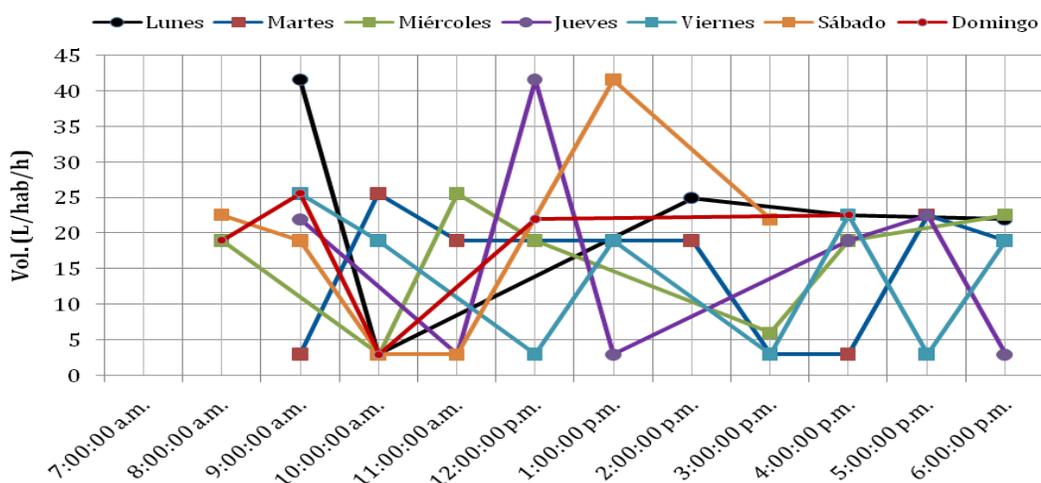
CONSUMODE AGUA POTABLE POR FRECUENCIA DE USO GRUPO ADMINISTRATIVO (L/hab/día)																												
Día de la semana	Lunes				Martes				Miércoles				Jueves				Viernes				Sábado				Domingo			
usosw	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O	CD	LM	S	O
7:00:00 a.m.																												
8:00:00 a.m.												19										23					19	
9:00:00 a.m.			22,6	19	3								3			19		3	23				19		3	23		
10:00:00 a.m.	3					3	23			3										19	3				3			
11:00:00 a.m.								19		3	23			3								3						
12:00:00 p.m.												19			23	19	3									3	19	
1:00:00 p.m.													3							19			23	19				
2:00:00 p.m.	3	3		19				19																				
3:00:00 p.m.						3				3	3								3				3					
4:00:00 p.m.			22,6		3							19				19				23							23	
5:00:00 p.m.								23								23		3										
6:00:00 p.m.		3		19				19				23		3								19						
Consumo (L/habi/día)	6	6	45	57	6	6	45	57	6	6	45	57	6	6	45	57	6	6	45	57	3	6	45	57	3	6	45	38

Fuente. Autoras, 2010.

Cepillado de dientes = **CD**      Sanitarios = **S**      Orinales = **O**      Lavado de manos = **LM**

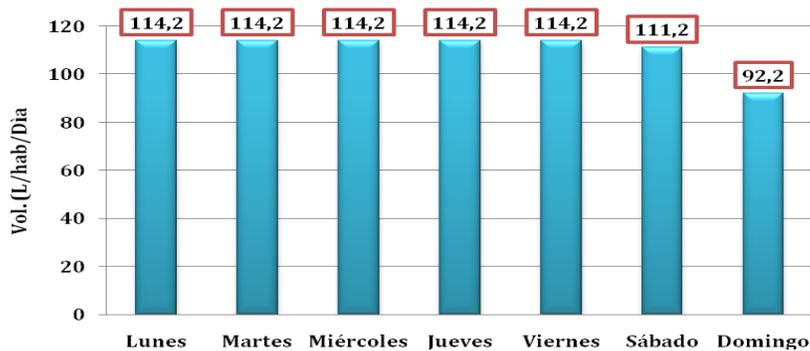
**Ficha 3. Distribución del Volumen de agua potable consumido por el grupo Administrativo**

**Volumen de agua consumido hora a hora durante la semana (L/hab/h)**



Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00:00 a.m.							
8:00:00 a.m.			19			22,6	19
9:00:00 a.m.	41,6	3		22	25,6	19	25,6
10:00:00 a.m.	3	25,6	3		19	3	3
11:00:00 a.m.		19	25,6	3		3	
12:00:00 p.m.			19	41,6	3		22
1:00:00 p.m.				3	19	41,6	
2:00:00 p.m.	25	19					
3:00:00 p.m.		3	6		3	22	
4:00:00 p.m.	22,6	3	19	19	22,6		22,6
5:00:00 p.m.		22,6		22,6	3		
6:00:00 p.m.	22	19	22,6	3	19		
<b>Total</b>	<b>114,2</b>	<b>114,2</b>	<b>114,2</b>	<b>114,2</b>	<b>114,2</b>	<b>111,2</b>	<b>92,2</b>

**Volumen consumido (L/hab/día)**



Fuente. Autoras, 2010.

#### 4.2.4.3.1.4 Patrones de consumo de agua potable grupo Manipuladores de Alimento casino de Oficiales y comedor de Cadetes

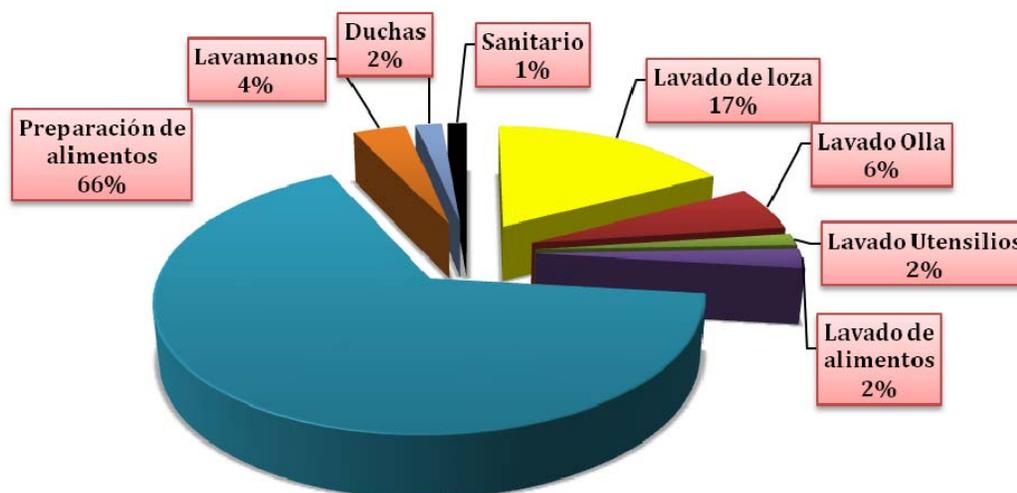
En los siguientes resultados se presenta una distribución de los consumos diarios de agua potable en el casino de Oficiales y comedor de Cadetes; para estos cálculos se tuvo en cuenta la población atendida diariamente y el uso que se da a los equipos hidrosanitarios, tales como, lavado de manos, uso de sanitarios y duchas. (Ver Tabla 9). En la gráfica 25 se observa la distribución porcentual del total de agua potable consumida por cada actividad, determinando que en la que más se consume agua es la de preparación de alimentos con un porcentaje del 66% (9.275 L/día) seguido del lavado de loza con 17% (2.430 L/día); esta distribución de consumo se justifica por la cantidad de platos de comidas que se preparan a diario la Escuela, los cuales están alrededor de 3.710 platos aproximadamente para Cadetes, Oficiales, y Auxiliares; y la actividad en la que menos se consume agua es la del uso de sanitarios con un porcentaje del 1% (198 L/día) (Ver Gráfica 25)

**Tabla 9.** . Distribución diaria de los consumos de agua potables en el casino de Oficiales y comedor de Cadetes.

DISTRIBUCION DIARIA DE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE EN EL CASINO DE OFICIALES Y COMEDOR DE CADETES	
Actividad	L/día
Lavado de loza	2430
Lavado Olla	783
Lavado Utensilios	216
Lavado de alimentos	342
Preparación de alimentos	9275
Lavamanos	544
Duchas	263
Sanitario	198
<b>Total (L/día)</b>	<b>14051,12</b>
<b>Total (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>14,05112</b>

Fuente. Autoras, 2010.

**Distribución porcentual de los consumos diarios de agua potable en el casino de Oficiales y comedor de Cadetes (L/día)**



**Gráfica 25.** Distribución porcentual de los consumos diarios de agua potable en el casino de Oficiales y comedor de Cadetes.

**Fuente.** Autoras, 2010.

#### **4.2.4.3.1.5 Patrones de consumo de agua potables en áreas comunes de la ECSAN**

Las áreas comunes son todos aquellos lugares que pueden ser frecuentados por Cadetes, Oficiales, Administrativos, personal de limpieza, personal de casino y visitantes, tales como las baterías sanitarias; las frecuencias de usos de estos equipos se tomo de los resultados de las encuestas aplicadas a los diferentes grupos.

**Cuadro 10.** Matriz distribución del consumo de agua potable hora a hora en áreas comunes..

<b>MATRIZ DE DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN ÁREAS COMUNES</b>																																								
<b>Día de la Semana</b>	<b>Lunes</b>					<b>Martes</b>					<b>Miércoles</b>					<b>Jueves</b>					<b>Viernes</b>					<b>Sábado</b>					<b>Domingo</b>									
<b>usos</b>	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D					
7:00:00 a.m.																																								
8:00:00 a.m.	X																	X			X	X														X				
9:00:00 a.m.				X		X					X			X	X								X			X				X				X	X					
10:00:00 a.m.		X	X						X				X			X							X				X	X						X		X				
11:00:00 a.m.								X			X	X						X	X											X										
12:00:00 a.m.	X				X	X																														X				
1:00:00 p.m.						X										X					X					X														
2:00:00 p.m.											X		X				X						X	X					X					X					X	
3:00:00 p.m.		X	X			X		X	X													X							X											
4:00:00 p.m.				X		X		X			X	X														X													X	
5:00:00 p.m.	X										X							X	X		X			X																
6:00:00 p.m.													X		X												X													

Fuente. Autoras, 2010.

Lavaplatos = LP    Sanitarios = S    Orinales = O    Lavado de manos = LM

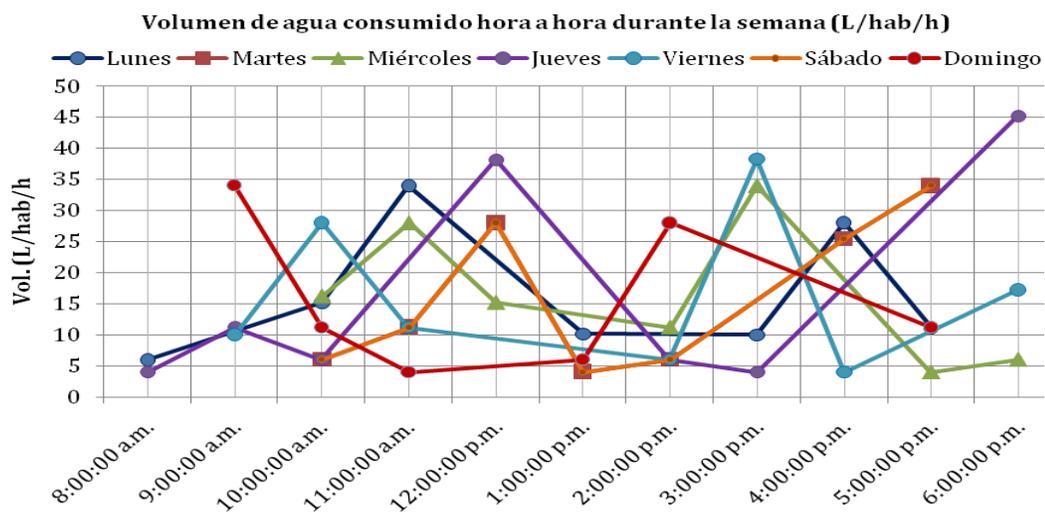
**Tabla 10.** Consumo de agua potable por frecuencia de uso en áreas comunes.

CONSUMO POR FRECUENCIA DE USO ÁREAS COMUNES (L/hab/día)																																								
día de la semana	Lunes					Martes					Miércoles					Jueves					Viernes					Sábado					Domingo									
usos	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D	LM	LP	S	O	D					
7:00:00 a.m.	6	4	28	11	10	6	4	28	11	10	6	4	28	11	10	6	4	28	11	10	6	4	28	11	10	6	4	28	11	10	6	4	28	11	10	6	4	28	11	10
8:00:00 a.m.	6																4																							
9:00:00 a.m.																			11		6	4									6			28						
10:00:00 a.m.		4		11		6					6				10	6								28		6				11					11					
11:00:00 a.m.	6		28						11				28											11			4	28				4								
12:00:00 a.m.								28			4		11				28		10											10										
1:00:00 p.m.				10		4																								6										
2:00:00 p.m.						6								11		6					6					6									28					
3:00:00 p.m.	6	4									6		28				4							28	10					11										
4:00:00 p.m.			28				4		11	10												4								28										
5:00:00 p.m.				11		6		28				4														6									11					
6:00:00 p.m.											6					6		28	11		6			11			4													
<b>Consumo (L/hab/día)</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>#</b>	<b>22</b>	<b>#</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>#</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>#</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>56</b>	<b>22</b>						

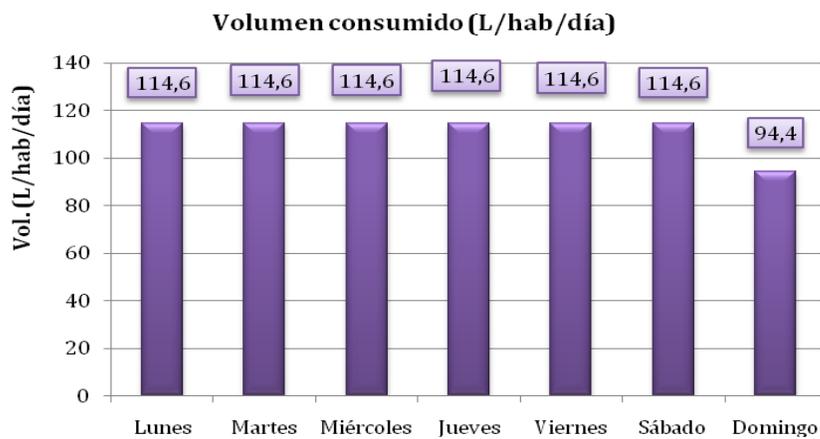
Fuente. Autoras, 2010

Lavaplatos = **LP**    Sanitarios = **S**    Orinales = **O**    Lavado de manos = **LM**

**Ficha 4. Distribución del volumen de agua potable consumido en áreas comunes**



Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00:00 a.m.							
8:00:00 a.m.	6			4			
9:00:00 a.m.				11,2	10		34
10:00:00 a.m.	15,2	6	16,2	6	28	6	11,2
11:00:00 a.m.	34	11,2	28		11,2	11,2	4
12:00:00 p.m.		28	15,2	38,2		28	
1:00:00 p.m.	10,2	4				4	6
2:00:00 p.m.		6	11,2	6	6	6	28
3:00:00 p.m.	10		34	4	38,2		
4:00:00 p.m.	28	25,4			4	25,4	
5:00:00 p.m.	11,2	34	4			34	11,2
6:00:00 p.m.			6	45,2	17,2		
<b>TOTAL</b>	<b>114,6</b>	<b>114,6</b>	<b>114,6</b>	<b>114,6</b>	<b>114,6</b>	<b>114,6</b>	<b>94,4</b>



Fuente. Autoras, 2010.

Los equipos hidrosanitarios en los que se consume más agua son: los sanitarios con 56 L/hab/día y orinales con 22,4 L/hab/día (*Ver Cuadro 10 y Tabla 10*). En la ficha 4 se observa que las horas a lo largo de los días de la semana en las que se presenta mayor consumo de agua son 11:00:00 a.m a 12:00:00 p.m y 5:00:00 p.m, y en las que hay menor consumo de agua son las 8:00am y 01:00pm. Los consumos presentan una distribución constante a lo largo de la semana con 114,6 L/hab/día exceptuando el domingo con 94,4 L/hab/día, esta variación se debe a que durante este día la población que a diario permanece en la Escuela disminuye, tal es el caso del área administrativa donde cierto grupo de personas es ausente por motivos de descanso laboral y permisos o días de salida para el caso de los Cadetes. (*Ver Ficha 4*).

#### **4.2.4.3.1.6 Patrones de consumo de agua potable personal de limpieza y mantenimiento de zonas verdes**

En este grupo las actividades que consumen más agua potable son en el riego de zonas verdes con 9.612 L/día (94,4%) seguido de la limpieza de exteriores e interiores con 417,6 L/día (4,1%) (*Ver Tabla 11 y Gráfica 26*).

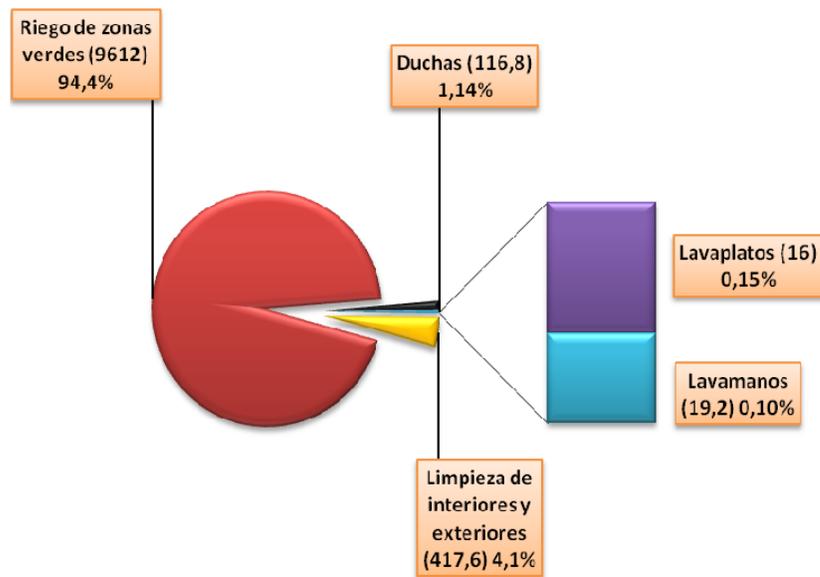
Para determinar los consumos se tuvieron en cuenta el número de grifos y las frecuencias de uso diario de los equipos hidrosanitarios, el volumen y las veces que se cambia el agua del recipiente para el aseo general. Para las duchas, lavaplatos y lavamanos se tuvo en cuenta las frecuencias de uso diario, las cuales hacen referencia a las veces que una persona utiliza el equipo hidrosanitario al día (*Ver Anexo 4, Tabla 39*). Por otro lado como se observa en la gráfica 26, los consumos por parte de este grupo en duchas, lavaplatos y lavamanos es bastante bajo en comparación con los consumos del grupo de Cadetes y Oficiales.

**Tabla 11.** Distribución de los consumos de agua potable grupo personal de limpieza y mantenimiento de zonas verdes

DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS DIARIOS DE AGUA POTABLE GRUPO PERSONAL DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE ZONAS VERDES	
Actividad	L/día
Limpieza de interiores y exteriores	417,6
Riego de zonas verdes	9612,0
Duchas	116,8
Lavaplatos	16,0
Lavamanos	19,2
<b>Total (L/día)</b>	<b>10181,6</b>
<b>Total (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>10,2</b>

Fuente. Autoras, 2010.

Distribución porcentual de los consumos diarios de agua potable personal de limpieza y mantenimiento de zonas verdes. (L/día)



**Gráfica 26.** Distribución porcentual de los consumos diarios de agua potable personal de limpieza y mantenimiento de zonas verdes.

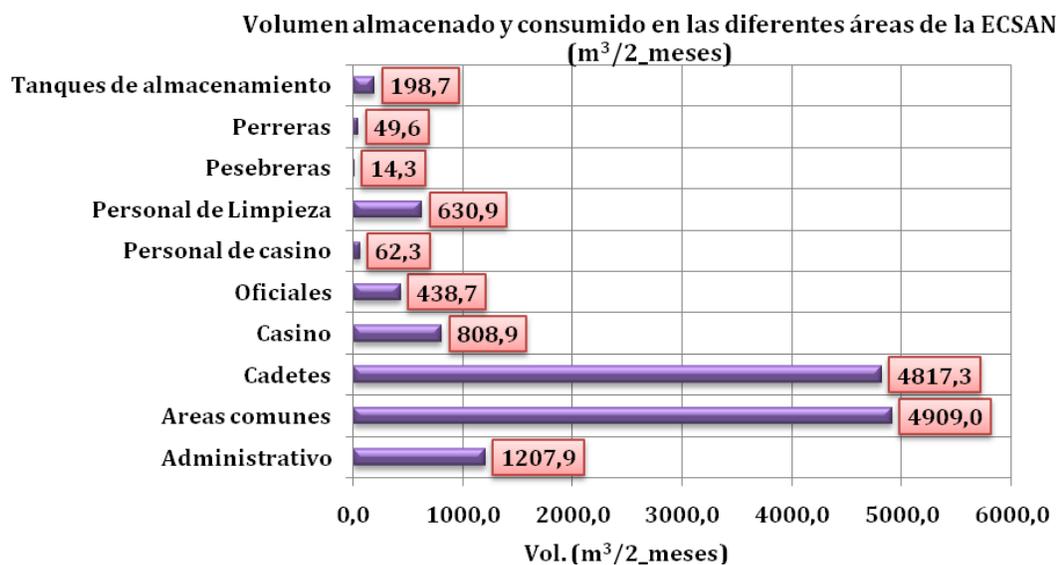
Fuente. Autoras, 2010.

#### 4.2.4.4 Distribución de los consumos de agua potable en las áreas de la ECSAN

La distribución de los consumos de agua potable por áreas, grupo de personas y sitios de almacenamientos en la ECSAN, se muestran en la gráfica 27, anexo 4 tabla 53, determinando donde se presenta mayor consumo. Con estos resultados se

identifica por donde se deben empezar las capacitaciones, campañas de ahorro y uso eficiente del agua y la inspección de la red de suministro de agua potable, con el fin de verificar que los equipos hidrosanitarios estén en buen estado; es decir, calibrados de acuerdo a las especificaciones del fabricante, y de esta manera minimizar pérdidas en el sistema.

Las áreas comunes por ser las zonas más frecuentadas por la población de la Escuela entre ellos población flotante (visitantes), presentan mayor consumo de agua potable 4.919 m<sup>3</sup>/mes, seguido por el grupo de Cadetes con un consumo de 4.819,2 m<sup>3</sup>/mes, para el cual se tiene en cuenta que la población es de 1068 Cadetes, lo que genera un consumo elevado. Por otro lado, las áreas con menor consumo son las perreras y pesebreras con 49,6 m<sup>3</sup>/mes y 14,3 m<sup>3</sup>/mes respectivamente, esto se debe a que en las pesebreras, por ejemplo, para la labor de aseo no utilizan agua, se emplea heno para cubrir los pisos y el consumo de agua es aproximadamente de 5 L/día/animal mientras que en las perreras es de 20 L/día/animal. (Ver Gráfica 27 y Anexo 4 Tabla 52).



**Gráfica 27.** Distribución del volumen almacenado y consumido en las diferentes áreas de la ECSAN (m<sup>3</sup>/2\_meses).

**Fuente.** Autoras, 2010.

#### **4.2.4.5 Distribución de los consumos de agua potable según los usos para el aseo personal**

A continuación se describen por cada grupo de personas, los consumos según los usos para el aseo personal. Las variables a tener en cuenta fueron; el tiempo de uso efectivo (grifo abierto), la frecuencia de uso (número de veces que se usa el equipo hidrosanitario durante el día), los caudales teóricos (dado por el fabricante) y aforados (hallados en campo) de cada equipo hidrosanitario, el total de grifos y la población total de la ECSAN.

El caudal teórico representado en las ilustraciones de la 3 a la ilustración 7 hacen referencia a los volúmenes de agua que se deberían consumir si los equipos hidrosanitarios estuvieran en perfecto estado de funcionamiento, es decir, no presentar fugas y estar calibrados de acuerdo con especificaciones del fabricante; mientras, que el caudal aforado hace referencia a los datos reales de consumo de cada equipo. *(Ver Anexo 3)*.

##### **4.2.4.5.1 Distribución de los consumos de agua potable según los usos para el grupo de Cadetes**

El volumen consumido en las prácticas de uso personal presenta un comportamiento similar a los consumos teóricos calculados, excepto el uso de duchas con un consumo teórico de 25,72 m<sup>3</sup>/día y calculado de 38,69 m<sup>3</sup>/día, esto puede presentarse por excesos en el tiempo de uso, pérdida de agua en el sistema como por ejemplo dejar la llave abierta para el caso de duchas con operación a manija. En el lavado de manos se observa que el caudal aforado corresponde al 4,36 m<sup>3</sup>/día en comparación al teórico que es de 5, 23 m<sup>3</sup>/día, este resultado sugiere que durante el uso de los lavamanos se implementan practicas adecuadas, que garantizan el ahorro y uso eficiente del agua *(Ver Ilustración 3)*.

Para el caso de sanitarios y orinales los resultados de ambos caudales se presentan de forma constante, ya que para estos equipos hidrosanitarios no se desarrolló una

metodología de aforo, por lo tanto se asumió que el caudal teórico dado por el fabricante, es el caudal real que descarga el equipo hidrosanitario.

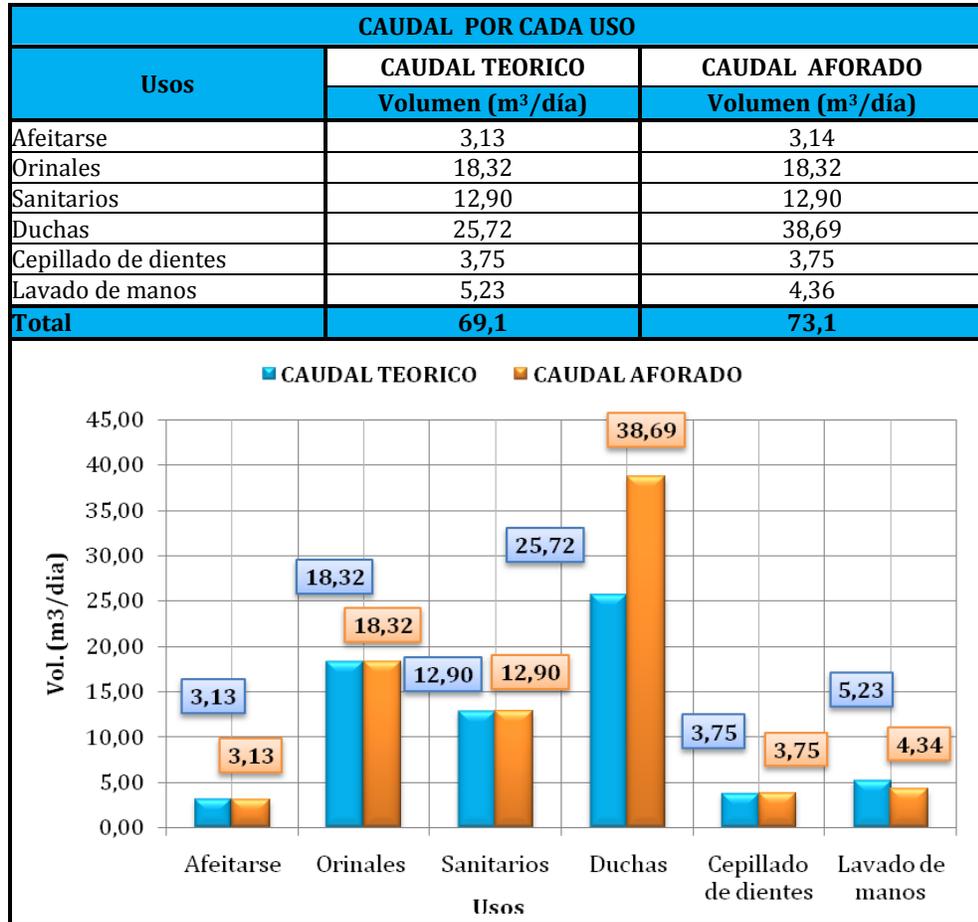


Ilustración 3. Distribución de los consumos de agua potable por actividad grupo de Cadetes

Fuente. Autoras, 2010.

#### 4.2.4.5.2 Distribución de los consumos de agua potable según los usos para el Grupo de oficiales

Para el grupo de Oficiales se encontró que la distribución de los consumos de agua potable para cada uso, están por debajo del valor del caudal teórico, por lo que es probable que se presente un ahorro y uso eficiente al agua. Sin embargo, el uso de duchas sigue siendo uno de los equipos que más consume agua con 3,2m<sup>3</sup>/día, frente al teórico que es de 1,98 m<sup>3</sup>/día; por otro parte, los usos en los cuales ahí

menor consumo de agua es en el uso de lavado de manos y cepillado de dientes con un consumo de  $0,23\text{m}^3/\text{día}$  y  $0,2\text{m}^3/\text{día}$  respectivamente.

Al igual que el grupo de Cadetes, los Oficiales mencionan que para el cepillado de dientes usan un vaso o por el contrario mantienen el grifo cerrado mientras no lo están usando lo que puede justificar que los consumos en estas actividades estén por debajo de los consumos teóricos (Ver Ilustración 4).

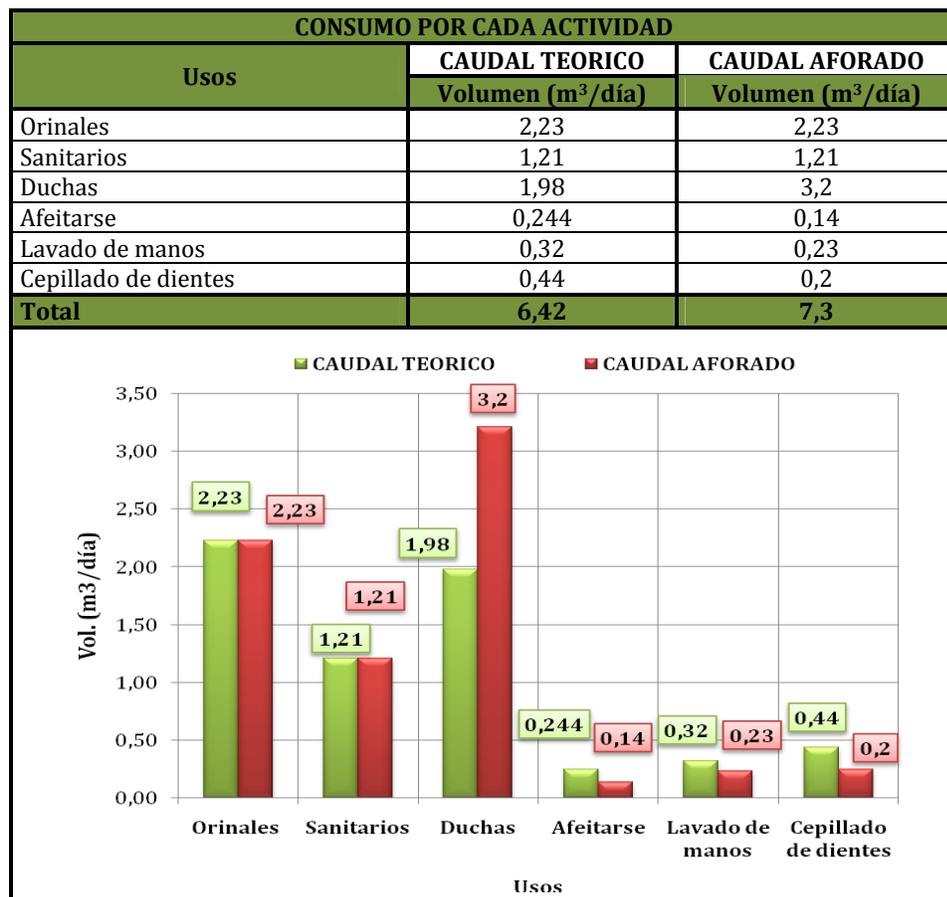


Ilustración 4. Distribución de los consumos de agua potable por actividad grupo de Oficiales

Fuente. Autoras, 2010.

#### 4.2.4.5.3 Distribución de los consumos de agua potable según los usos para el grupo del área administrativa

En la ilustración 5 se observa que el mayor consumo de agua se presenta en sanitarios y orinales con un consumo de 9,6 m<sup>3</sup>/día y orinales con 8,10 m<sup>3</sup>/día respectivamente, este resultado puede estar relacionado a que en las áreas administrativas aun se cuenta con equipos hidrosanitarios tradicionales que presentan consumos de 18 L/descarga, generando gastos innecesarios si se tiene en cuenta que actualmente en el mercado existen sanitarios con consumos de 6L/descarga.

Es importante mencionar que los consumos generados por este grupo, presentan comportamientos similares a los teóricos, Sin embargo, en la actividad de cepillado de dientes se presenta un consumo de 1,2 m<sup>3</sup>/día por debajo del teórico. (Ver Ilustración 5).

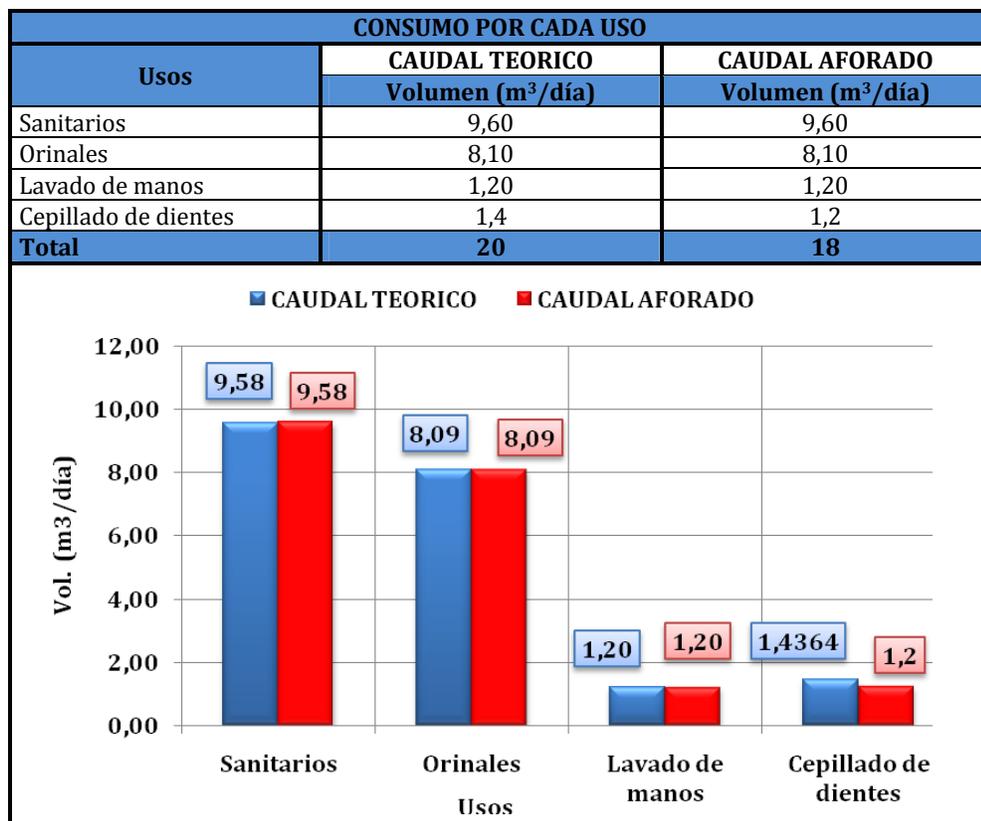
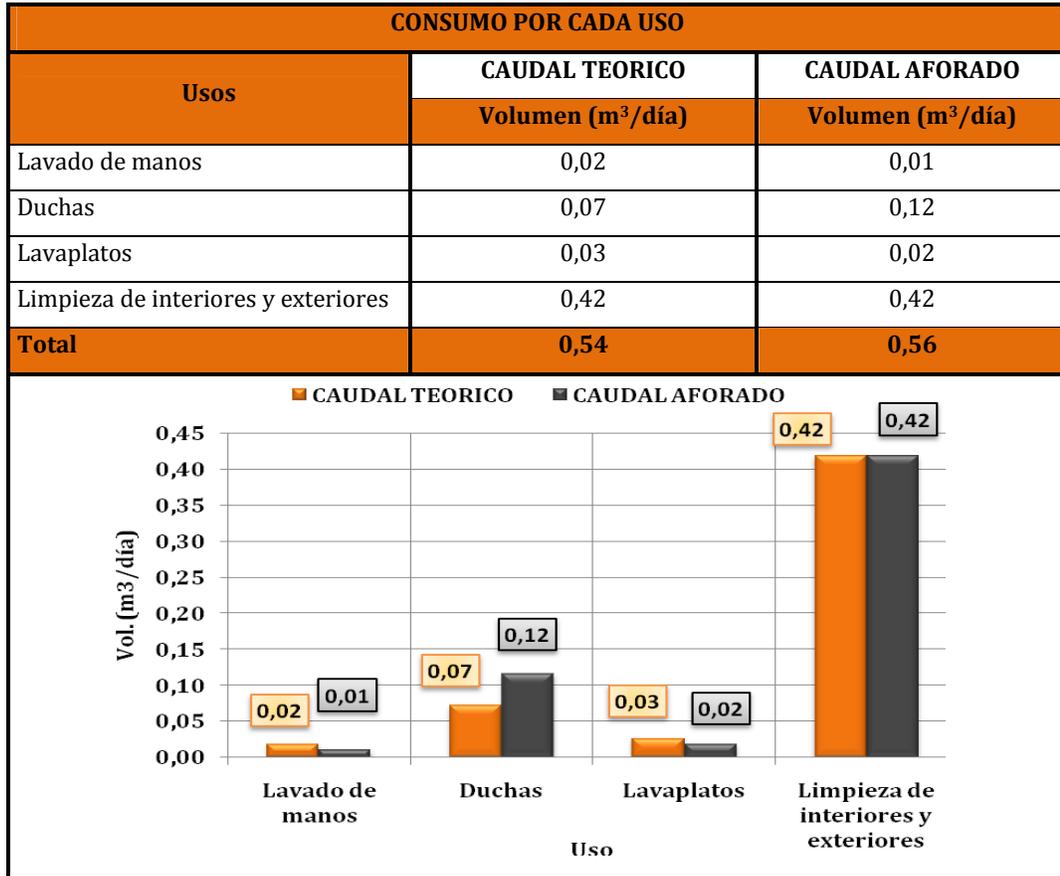


Ilustración 5 Distribución de los consumos por actividad grupo Administrativo.

Fuente. Autoras, 2010

#### **4.2.4.5.4 Distribución del consumo de agua potable según los usos para el personal de limpieza**

En la ilustración 6 se observa que el personal encargado de la limpieza gasta un acumulado de 0,56 m<sup>3</sup>/día de agua potable, de los cuales utilizan 0,12 m<sup>3</sup>/día en duchas sobrepasando el consumo teórico que se debería gastar que es de 0,07 m<sup>3</sup>/día. En otros usos como limpieza de exteriores e interiores se consumen 0,42 m<sup>3</sup>/día de agua manteniéndose igual al consumo teórico; la frecuencia de esta actividad es de tres veces por día en cada área, aumentado el consumo diario cuando se presentan eventos en la ECSAN; por otra parte, el uso en el cual se consume menos agua es en el lavado de manos, con un consumo de 0,01 m<sup>3</sup>/día, seguido del uso de lavaplatos con 0,02 m<sup>3</sup>/día el cual es igual al que teóricamente se debería consumir en esta actividad, sin embargo, el personal de limpieza debe contemplarse en los grupos de capacitación para que la distribución de los consumos se mantengan como se muestra en la ilustración 6, o disminuyan teniendo en cuenta las recomendaciones de ahorro y uso eficiente que se dicten *(Ver Ilustración 6)*.



**Ilustración 6.** Distribución de los consumos de agua potable por actividad grupo personal de limpieza

**Fuente.** Autoras, 2010

#### 4.2.4.5.5 Distribución del consumo de agua potable según los usos para las Áreas comunes

En la ilustración 7 se identifica que el equipo hidrosanitario que más consume agua son los sanitarios con 42 m<sup>3</sup>/día, seguido de los orinales con 16,4 m<sup>3</sup>/día y en el que menos consume son los lavaplatos con 0,05 m<sup>3</sup>/día, esto se debe a que la mayoría de las personas que utilizan estas áreas comunes, hacen uso principalmente de sanitarios, orinales y lavamanos (*Ver Ilustración 7*).

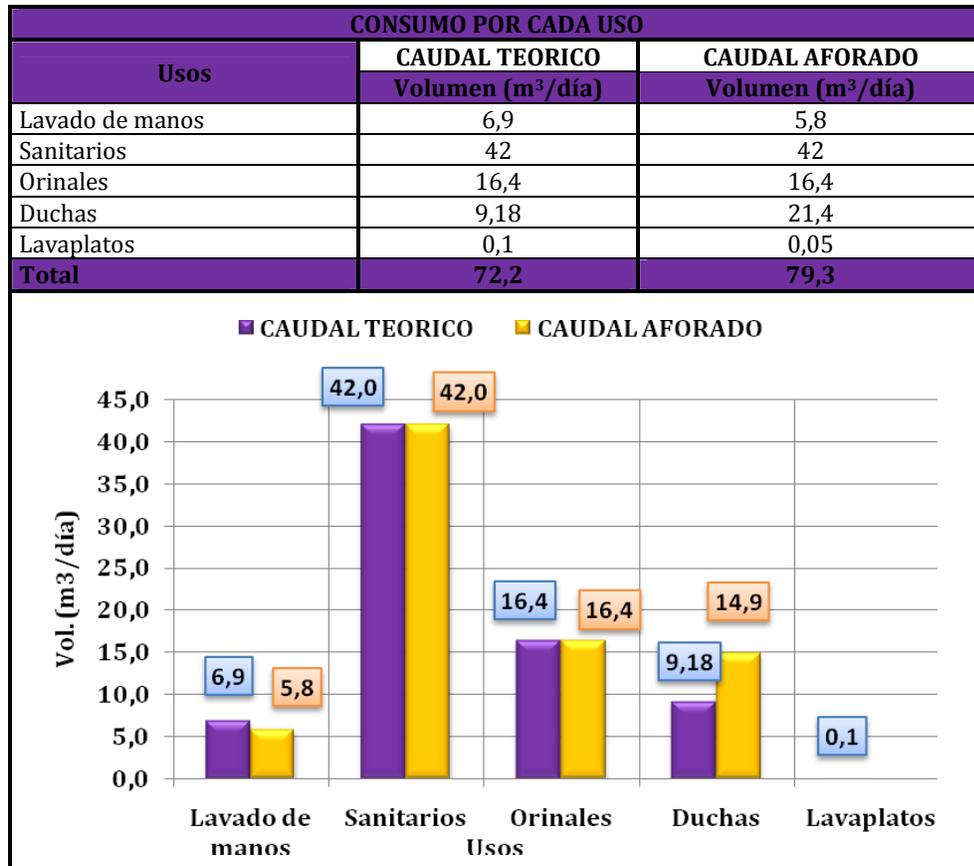


Ilustración 7. Distribución de los consumos de agua potable por actividades en áreas comunes.

Fuente. Autoras, 2010

De acuerdo con las ilustraciones de las 3 a la 7 en cuanto a la distribución de los consumos por actividad para cada grupo y área, se determinó la cantidad de agua que se gasta a nivel general en la Escuela por los diferentes usos de los equipos hidrosanitarios teniendo en cuenta características del equipo hidrosanitario, marca, caudal teórico y aforado, frecuencia de uso y la forma de operación a manija o push.

A nivel general, se observa que el equipo hidrosanitario que más consume agua potable son los sanitarios en áreas comunes con 42 m<sup>3</sup>/día este resultado está relacionado con la población que hace uso de estos equipos, en la que se encuentran Cadetes, Oficiales, Administrativos y visitantes. Este consumo también

se considera bastante alto si se compará con el consumo del grupo de Oficiales el cual es de 1,2 m<sup>3</sup>/día.

Por otra parte el uso en el cual se presenta menor consumo es el lavado de manos con 0,01 m<sup>3</sup>/día seguido de el uso de lavaplatos con 0,02 m<sup>3</sup>/día por el personal de limpieza y 0,02 m<sup>3</sup>/día en la actividad de cepillado de dientes por parte del grupo de Oficiales.

#### **4.3 TERCERA ETAPA: FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO DEL PAYUEDA**

En esta etapa se presentan los elementos de la matriz DOFA, con lo cual se logran plantear diferentes alternativas y aportar soluciones a los problemas identificados, tales como, concientización acerca del ahorro y uso eficiente del agua, consumos excesivos y hábitos de consumo.

##### **4.3.1 Análisis DOFA para el planteamiento y selección de las estrategias para el PAYUEDA**

La matriz DOFA es una importante herramienta metodológica que conduce al desarrollo y formulación de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, FA y DA, con lo cual a través del cruce de variables se puede identificar las mejores acciones estratégicas de implementación del PAYUEDA (*Vidal, 2004*).

El objetivo principal del análisis DOFA es determinar las ventajas competitivas de la empresa y la estrategia genérica a emplear, por la misma en función de sus características propias y de las del mercado en que se mueve. El análisis consta de cuatro pasos (*Frances, 2006*).

1. Análisis Interno.
2. Análisis Externo.
3. Confección de la matriz DOFA.

#### 4. Elección de la estrategia a seguir.

A continuación se describe cada uno de estos pasos.

##### 4.3.1.1 Análisis Interno

El análisis interno debe llevar a fijar las Fortalezas y Debilidades de la Escuela, a través de un estudio que permita conocer la cantidad y calidad de los recursos con los que se cuenta, ya sean recursos de capital, de personal o de estructura interna, con lo cual se garantice el buen desarrollo del PAYUEDA.

- ✓ **Fortalezas del PAYUEDA.** Hace referencia aquellos aspectos que se constituyen como esenciales para justificar, respaldar y desarrollar un plan que garantice que el PAYUEDA es viable.
- ✓ **Debilidades del PAYUEDA.** Se define como aquello que puede impedir el logro de un propósito. En este caso se convierte en aquellos aspectos que limitan las opciones de desarrollo del PAYUEDA.

##### 4.3.1.2 Análisis Externo

El análisis externo permite fijar las oportunidades y amenazas que el contexto puede presentar para el desarrollo del programa. Por lo tanto la misión será determinar cuáles de esos factores pueden facilitar o impedir el logro del objetivo del PAYUEDA.

- ✓ **Oportunidades del PAYUEDA.** Hace referencia a sucesos que pueden llegar a mejorar las actuales condiciones en que se encuentra la empresa y constituir una ventaja competitiva, en este caso en vez de empresa se toma la Escuela como un todo, para identificar aquellas oportunidades para el desarrollo del PAYUEDA.

- ✓ **Amenazas del PAYUEDA.** Comprende los eventos que pueden llegar afectar significativamente ciertas condiciones iniciales del PAYUEDA, por lo que se hace necesario plantear estrategias para evitarlas.

#### 4.3.1.3 Confección de la matriz DOFA

De acuerdo con las especificaciones anteriores y a través de las fases propuestas en la metodología, el programa enmarca estrategias que deben ejecutarse para lograr óptimos resultados en cuanto al ahorro y uso eficiente del recurso en la ECSAN, con este análisis se pueden identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA) del programa de ahorro y uso eficiente del agua que se pretende implementar en la ECSAN. *(Ver Cuadro 10).*

**Cuadro 4.** Elementos de la Matriz DOFA

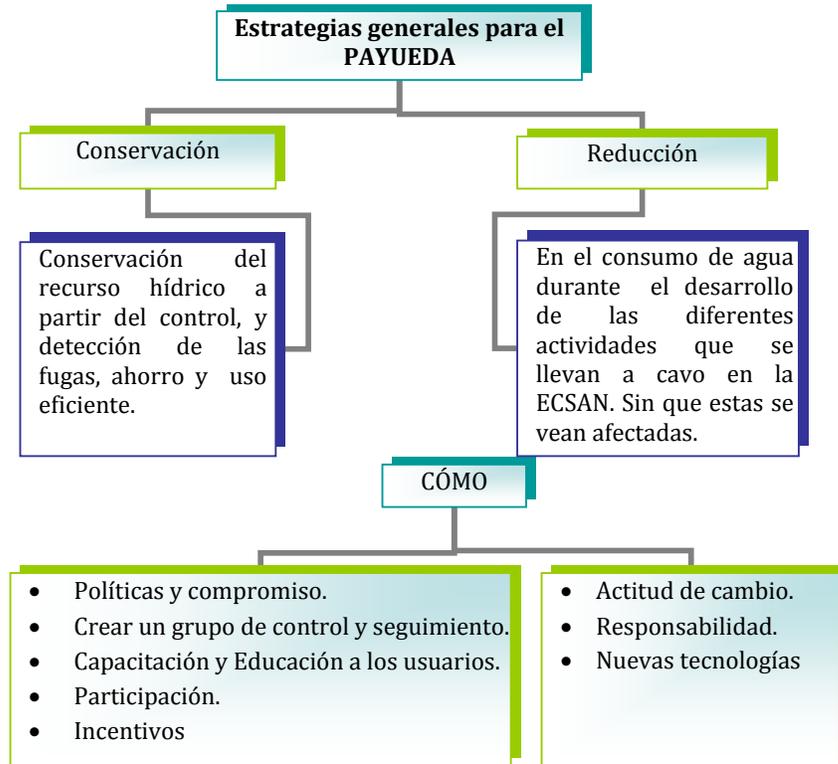
<b>IDENTIFICACION DE LOS ELEMENTOS PARA LA MATRIZ DOFA</b>	
<b>DEBILIDADES</b>	Falta de conciencia en cuanto al tema de ahorro, uso eficiente del agua y conservación del recurso hídrico por parte de la población, teniendo en cuenta los consumos diarios por habitante, los cálculos de los patrones de consumo donde se identifico un consumo de 303,1 L/hab/día por parte del grupo de Oficiales y 181,5 L/hab/día por el grupo de Cadetes, estos consumos están por encima de la dotación recomendada en el RAS que corresponde a 150 L/hab/día. No obstante a esto, Granado y Pérez sugieren una dotación de 350 L/hab/día para cuarteles .  Esta debilidad se manifiesta claramente en, tarifas elevadas en la factura del servicio y consumos excesivos con respecto a los teóricos sugeridos por diferentes fuentes entre las cuales esta CEPIS y UNESCO.
	Contar aún con equipos hidrosanitarios tradicionales no permite un ahorro, si no, por el contrario se presentan consumos elevados, por ejemplo, si se compara un sanitario marca Grival que consume 18 L/descarga con un sanitario de válvula antivandálica o sensor que consume 6 L/descarga se está presentando un desperdicio de 12 L/descarga que corresponde al 66% de pérdidas de agua.
	Falta de calibración de algunos de los sistemas ahorradores y pérdidas o fugas en el sistema.
	Deterioro de algunos equipos hidrosanitarios y de la red de distribución de agua potable.

	No se pueden detectar fugas o pérdidas de agua en los diferentes bloques o edificaciones, y en el sistema de la red de distribución de agua potable, puesto que la Escuela no cuenta con micromedidores en estas áreas.
	Falta de información.
<b>OPORTUNIDADES</b>	Infraestructura adecuada para el desarrollo del PAYUEDA
	La existencia de legislación, tanto Nacional como Internacional, que exigen un buen uso, ahorro y conservación del recurso hídrico.
	La propuesta para la captación y aprovechamiento de agua lluvia como alternativa de reducción del consumo de agua potable, para la actividad de riego de jardines y limpieza de exteriores e interiores.
<b>FORTALEZAS</b>	La participación de la comunidad de la Escuela para el desarrollo del PAYUEDA.
	El tamaño de la población de la Escuela permite arrojar resultados con los que se puede justificar y demostrar claramente que se puede hacer un uso y ahorro eficiente del agua.
<b>AMENAZAS</b>	Evasión de responsabilidades y compromisos adquiridos por parte de la administración y sus demás dependencias para la implementación del PAYUEDA.
	Falta de apoyo por parte de la institución para la implementación de este tipo de programa.
	Que las tarifas por consumo no disminuyan después de implementado el PAYUEDA.

**Fuente.** Autoras, 2008.

Las estrategias para el desarrollo del programa de ahorro y uso eficiente del agua se originan del cruce de los elementos de la matriz DOFA mencionadas en el cuadro 10. (Ver Cuadro 12.).

## 5 Estrategias Generales del Programa



**Figura 1.** Estrategia General del PAYUEDA.

**Fuente.** Adaptado de la Guía para el ahorro y uso eficiente del agua en Colombia MAVDT. 2002

Estas estrategias están interrelacionadas con las planteadas en el Cuadro 11, las cuales se agrupan para llegar a estrategias concretas. Por otra parte, el objetivo para lograr un uso eficiente del agua puede alcanzarse en la medida en que por parte de la coordinación del programa se planteen las estrategias de conservación y reducción, a través de las políticas y compromisos adquiridos para optimizar el uso final del recurso. *(Ver Figura 1)*

**Cuadro 12.** Estrategias para el PAYUEDA en la ECSAN.

<b>FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL PAYUEDA.</b>		
<b>ELEMENTOS</b>	<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>Estrategia No. 1 FO</b>	<b>Participación Ciudadana:</b> Formular bases y lineamientos para conformar un comité de participación a través del cual se ejerza control y vigilancia en cuanto al cumplimiento de las estrategias y alternativas propuestas para el desarrollo del PAYUEDA.	Conformar el comité o grupo de trabajo. Designar un coordinador para el programa.
	<b>Sensibilización y Concientización:</b> Buscar implicación y sensibilización en cuanto al ahorro del agua en la Escuela a través de capacitaciones.	Formular las políticas y lineamientos para su ejecución. Formular soluciones para la concientización acerca de la gestión integral del recurso.
<b>Estrategia No. 2. DO</b>	<b>Comunicación y educación:</b> Desarrollar campañas y capacitaciones (Educación Ambiental) las cuales permitan fomentar nuevos hábitos en el consumo y cambien la percepción frente a la gestión integral del recurso hídrico, garantizando su sostenibilidad.	Desarrollar un subprograma de educación. Capacitaciones con toda la comunidad de la Escuela. Campañas publicitarias, con folletos carteleras y foros.
	<b>Reconversión de los aparatos hidrosanitarios:</b> Proponer la reconversión de todo el sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable a un sistema certificado en cuanto a equipos ahorradores, para que de esta manera se reduzca el consumo de agua en más del 20% aproximadamente.	Cambio de unidades y equipos en mal estado o que presenten fugas Mantenimiento continuo de todo el sistema.
<b>Estrategia No. 3. FA</b>	<b>Mecanismos de control sobre el consumo:</b> Formular estrategias para la disminución del consumo de agua y tarifas, como mecanismo de control y que estén enmarcadas en la legislación nacional.	Campañas publicitarias, Mantenimiento e instalación de equipos ahorradores, Cumplir a cabalidad con la legislación para ahorro y uso eficiente del agua que se propone en el entorno nacional.
	Proponer premios o condecoraciones a aquellos cadetes y administrativos que promuevan y participen activamente en el programa.	
	Hacer campañas publicitarias por medio de oficios, volantes y folletos, transmitiendo en un proceso continuo a la población la importancia de ahorrar el agua y el significado que esto tiene para los seres humanos, hasta llegar al punto de concientizar y hacer reflexionar a la gente sobre el agua como fuente de vida.	
	A través de la participación del área administrativa y toda la comunidad de la Escuela garantizar el cumplimiento de responsabilidades y compromisos adquiridos por parte de las administraciones nacionales, distritales y sus demás dependencias para la implementación de este tipo de programas	
<b>Estrategia No. 4. DA</b>	Ejecutar las estrategias y acciones encontradas durante el análisis para llevar a buen término el programa de ahorro y uso eficiente del agua dentro de la Escuela de Cadetes.	Desarrollar un subprograma de educación. Capacitaciones con toda la comunidad de la Escuela. Campañas publicitarias, con folletos, carteleras y foros. Cambio de unidades y equipos en mal estado o que presenten fugas Mantenimiento continuo de todo el sistema.

**Fuente.** Autoras, 2008.

Las estrategias orientadas a aumentar el uso eficiente del agua debe tener el máximo de coherencia posible considerando factores como:

- ✓ Una mejor operación y distribución para reducir las pérdidas en las redes.
- ✓ Contribuir con la sensibilización de la comunidad educativa y administrativa de la Escuela en relación con los impactos sociales, ambientales y económicos en cuanto al buen uso del agua, de las prácticas de ahorro en el consumo y sobre su responsabilidad en la gestión del recurso.
- ✓ El uso de sistemas ahorradores, empezando por un proyecto de adaptación de tecnologías economizadoras de agua.
- ✓ La captación de las aguas lluvias para sustituir el consumo de agua potable en actividades que no la exijan (aseo general y riego de jardines).

Es así como todo programa encaminado a lograr un uso eficiente del agua debe evaluarse, analizando las posibles alternativas antes de su ejecución, por ello es necesario formular algunas preguntas básicas y dar sus respectivas respuestas antes de su implementación, con las cuales se identifica que tan viable es el desarrollo de este tipo de proyectos en una Institución como la ECESAN.

1. ¿Si se implementa el PAYUEDA se reducen costos económicos y los impactos ambientales que se generan por el uso inadecuado del agua potable?
2. ¿Es viable desarrollar el programa en este espacio?
3. ¿Se contribuye a la conservación del recurso?

Si se da respuesta a estas preguntas se puede obtener claridad respecto a las posibilidades de ejecución y éxito del programa.

Es importante aclarar que todos los ítems anteriormente mencionados son los que se deben tener en cuenta para la implementación y desarrollo del PAYUEDA, ya que estos involucran desde un diagnostico situacional del contexto de desarrollo del proyecto hasta las actividades o prácticas que se deben desarrollar para la gestión integral del recurso hídrico.

### **3.7 CUARTA ETAPA: CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL PAYUEDA ENFOCADO AL CONSUMO DE AGUA POTABLE**

Para el diseño del programa inicialmente se tienen en cuenta los siguientes ítems.

#### **3.7.1 Generalidades del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en la ECSAN**

Para desarrollar un programa el cual tenga como objetivo principal el ahorro y uso eficiente del agua, es importante partir del hecho de conocer el concepto de AGUA, para comprender la necesidad de someterse a un ahorro y uso eficiente obligatorio; *“el agua es un recurso renovable, el más abundante en la tierra y el principal constituyente de todo ser vivo, está presente en gran cantidad de minerales” (Arreguín, 2000)*. Además es considerada como "el solvente universal" y curiosamente es la única sustancia que está presente en nuestro entorno en los tres estados físicos de la materia: gas, líquido y sólido; de todo ello se concluye que ningún ser vivo podría vivir sin agua.

El PAYUEDA es un programa de ahorro y uso eficiente del agua que se propone realizar en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander. Nace de la necesidad de comenzar a crear nuevas opciones y alternativas, con las cuales se disminuya el consumo de agua y los impactos ambientales que se generan a causa de su uso ineficiente.

Cuando se habla de ahorro y uso eficiente de un recurso, éste se relaciona con factores económicos, principalmente tarifas y cobros, sin embargo, se han implantado una serie de instrumentos económicos como mecanismos de control ambiental con el fin de disminuir el consumo y asegurar a las futuras generaciones un mundo en equilibrio en el cual haya calidad de vida y suficiente agua para todos, estos instrumentos son las tasas de uso y tasas retributivas según el artículo 42 del proyecto de Ley 365 de 2005, por la cual se establecen medidas para orientar la planificación del recurso hídrico en el territorio nacional *“la utilización del recurso hídrico por cualquier persona natural o jurídica, ya sea para aprovecharlo, o*

*introducir o arrojar directamente en él aguas residuales o servidas de cualquier origen , estará sujeta al pago de tasa por uso y tasas retributivas, estos valores serán determinados y recaudados por la respectiva autoridad ambiental competente, entendida esta última como aquella con la facultad de otorgar la concesión o permiso de vertimientos correspondiente, todo lo anterior, de acuerdo con la reglamentación que para el efecto expida el Gobierno Nacional”* el propósito de estas tasas es servir como instrumentos económicos y tratar de que todos los usuarios usen este recurso de una forma racional de acuerdo con la cantidad y calidad del líquido.

Por otro lado, este programa se enmarca en la legislación colombiana sobre la calidad del recurso para consumos, recirculaciones y las descargas a los cuerpos de agua teniendo en cuenta los usos específicos; es así como en la actualidad las grandes ciudades deben invertir elevadas sumas de dinero y tecnología, para tratar y disponer el agua residual sin que esta afecte la salud de las personas que habitan en los lugares aledaños, como la alteración del hábitat de las especies y el ecosistema en general.

Es así como la ECSAN a través del PAYUEDA pretende ser ejemplo Institucional y a la vez fomentar el ahorro y uso eficiente del agua, promoviendo una conciencia ambiental; ya que si se utiliza el agua lluvia en diferentes actividades como riego de zonas verdes y limpieza de exteriores e interiores, se podría ahorrar una cantidad considerable de agua potable. De esta manera se pueden disminuir principalmente los gastos económicos reflejados en las facturas del servicio y los impactos ambientales, aportando una solución al agotamiento del recurso.

Lo anteriormente mencionado deberá tener en cuenta el componente social, ya que el uso del agua está relacionado con las costumbres y la intención que al respecto tengan los usuarios, por esto se incluye un componente de capacitación y educación dirigido a la planta administrativa y académica de la Escuela, a través del cual se modifiquen los hábitos de consumo excesivo y se realice el seguimiento y control a los consumos de manera permanente, para que así se dé un buen uso a nivel Institucional de este recurso.

### **3.7.2 Objetivos del PAYUEDA en la ECSAN**

Considerando las estrategias propuestas para el ahorro y uso eficiente del agua, que permiten crear una cultura de ahorro y uso eficiente del agua en las persona, se plantean los siguientes objetivos.

#### **3.7.2.1 General**

Fortalecer la capacidad Institucional en cuanto al ahorro y uso eficiente del agua a través de la implementación del programa, de esta manera poder alcanzar la solución a los problemas de consumos excesivos y desperdicio de agua en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander Bogotá D.C ECSAN.

#### **3.7.2.2 Específicos**

Para garantizar la disponibilidad del recurso a generaciones y usos futuros, se establecen los siguientes objetivos:

1. Fomentar una cultura de ahorro y uso eficiente del agua en el personal académico y administrativo de la Escuela, teniendo en cuenta que su éxito depende de los hábitos de consumo, la actitud y la disposición de colaboración y permanencia de las personas involucradas.
2. Promover el ahorro de agua potable mediante el aprovechamiento de agua lluvia para el riego de jardines y la limpieza de exteriores e interiores.
3. Definir y delegar responsabilidades, compromisos y funciones adquiridos por parte de la administración de la Escuela y sus demás dependencias para la implementación del PAYUEDA.
4. Socializar el programa con toda la comunidad educativa con el fin de promover la importancia de un manejo sostenible del recurso hídrico y de las implicaciones que conlleva el programa desde el punto de vista ambiental, normativo y económico.

5. Minimizar el consumo de agua a través de la reconversión tecnológica e instalación de dispositivos ahorradores.
6. Conformar un comité de veeduría a través del cual se controle y vigile el cumplimiento de la metodología propuesta para el PAYUEDA.

### **3.7.3 Esquema general del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en la ECSAN**

En el esquema general del programa se nombran y explican los ítems a tener en cuenta para el desarrollo e implementación del PAYUEDA en la ECSAN. *(Ver Figura 2).*

#### **3.7.3.1 Subprograma educación y capacitación**

En esta parte se pretenden formular estrategias de concientización para la gestión integral del recurso hídrico en la Escuela de Cadetes, atendiendo también a lo establecido en el artículo 12 de la Ley 373 de 1997 *“Campañas educativas a los usuarios. Las entidades usuarias deberán incluir en su presupuesto los costos de las campañas educativas y de la concientización a la comunidad para el uso racionalizado y eficiente del recurso hídrico. Por otra parte en el párrafo. Como apoyo a estas campañas y en desarrollo al numeral 32 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993 el Ministerio del Ambiente celebrará los convenios necesarios con las entidades administradoras del recurso hídrico para lograr una efectiva concientización en el uso eficiente y el ahorro del agua”*, es así como la Escuela puede tener el apoyo por parte de las entidades de carácter ambiental del Estado para el desarrollo del PAYUEDA empezando por la capacitación de los usuarios.

#### **3.7.3.2 Estrategias para el control del consumo**

Se pretende garantizar un consumo racional a través de la instalación o reconversión de los sistemas y equipos hidrosanitarios a equipos ahorradores; disminuir el agua requerida para un proceso, esto indirectamente genera beneficios económicos y lo más importante, se disminuyen los impactos

ambientales, tales como agotamiento del recurso y contaminación de fuentes del recurso hídrico por vertimientos; para esto es importante que frecuentemente se realice la calibración y el mantenimiento del sistema, con esto se podría identificar de manera rápida y eficaz posibles fugas o pérdidas en el sistema. De otra parte es importante tener en cuenta los hábitos de consumo en la Escuela y el concepto que se tenga acerca de la preservación del recurso hídrico.

### **3.7.3.3 Matriz DOFA**

La matriz DOFA constituye una herramienta con la cual se identificarán las acciones estratégicas posibles de realizar después de hacer el cruce de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas. Esto a su vez permitirá evaluar la viabilidad del programa en la ECSAN.

### **3.7.3.4 Control y seguimiento del PAYUEDA**

Inicialmente debe conformarse un comité de control y seguimiento el cual se encargue de expedir las políticas y normas de funcionamiento del programa; debe nombrarse el coordinador o líder el cual en compañía con su grupo de trabajo tendrá como tareas y compromisos liderar las campañas de ahorro (diseñar y colocar publicidad alusiva al PAYUEDA), desarrollar los contenidos de las guías, folletos y carteleros para las jornadas de capacitaciones, distribución del material de trabajo, inspección y supervisión de los trabajos y, mantenimiento del sistema de captación aguas lluvias, monitoreo, evaluación y difusión de los resultados mensual y anualmente motivando así a las personas a ahorrar, demostrando que si se puede y todos pueden ahorrar.

### **3.7.3.5 Preparar un plan y un cronograma de implementación**

El comité con su líder o coordinador a cargo debe inicialmente proponer como primera medida el plan y cronograma de actividades a desarrollar para la implementación y mantenimiento del PAYUEDA, para el desarrollo de este, se

deben cumplir a cabalidad las tareas propuestas sin alterar su orden, de esta manera se evitarían posibles problemas o inconvenientes durante su desarrollo ya que cada actividad propuesta deben tener un orden consecutivo y coherente hasta llegar al cumplimiento de la meta del programa.

#### **3.7.3.6 Identificar resultados y publicar casos exitosos**

Se debe publicar los resultados tanto positivos como negativos acerca de los avances del programa, semanal, mensual y anualmente haciendo un balance general.

#### **3.7.3.7 Establecer las metas y compromisos a lograr**

El comité de veeduría, control y seguimiento del programa debe establecer las metas y compromisos del programa y publicarlas para que sean de conocimiento de la Escuela.

Esquema general de programa de ahorro y uso eficiente del agua.

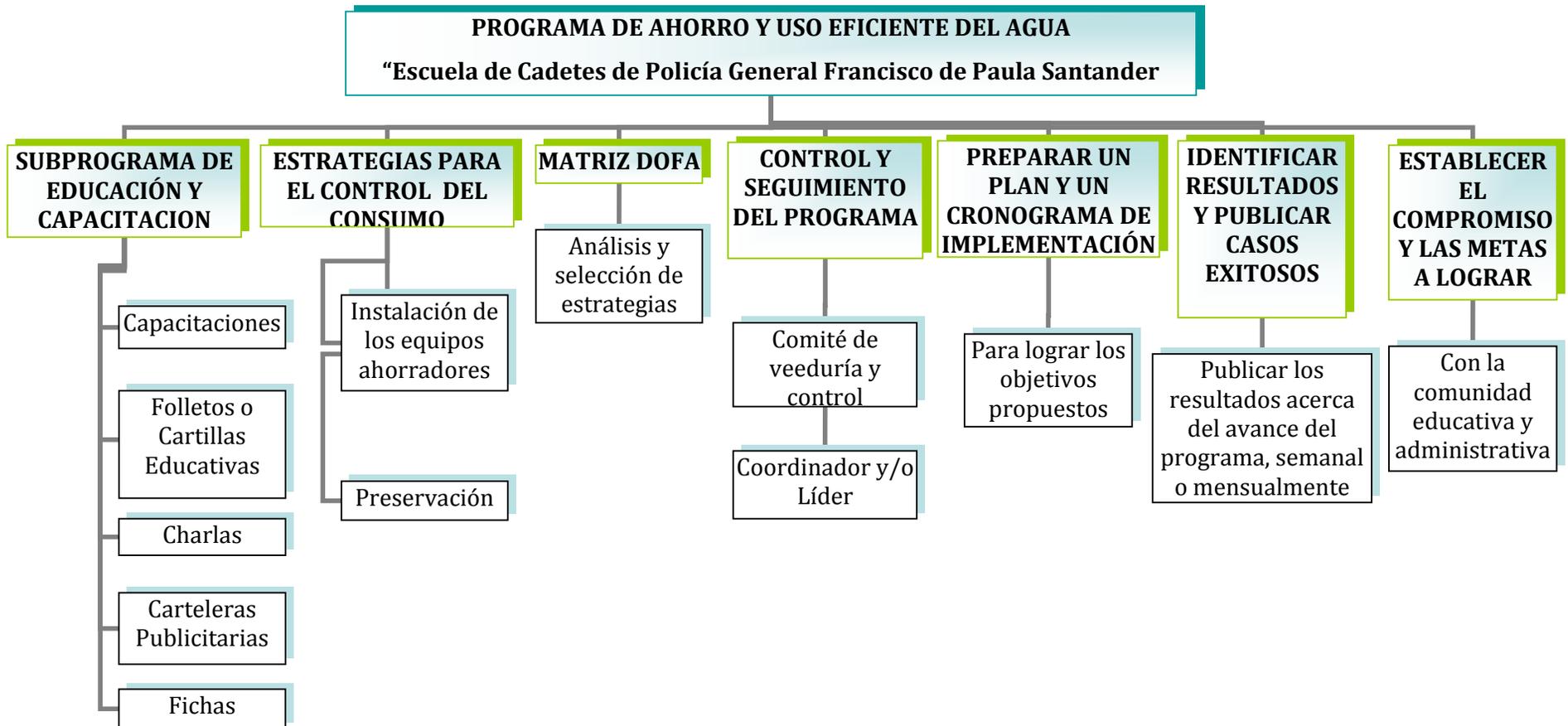


Figura 2. Esquema general del PAYUEDA  
Fuente. Autoras, 2008

### **3.7.4 Componentes del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en la ECSAN**

El programa en la Escuela está relacionado a varias prácticas que pueden ser útiles para disminuir el consumo sin causar impactos negativos en la eficiencia o productividad de las actividades que demandan agua; es así como se proponen algunos componentes ajustados al carácter Institucional de la Escuela (*Ver Figura 3*), estos son:

#### **3.7.4.1 Subprograma educación y capacitación**

Con miras a garantizar el uso racional del recurso hídrico en la Escuela se pretende realizar capacitaciones, charlas, foros, etc. En la cual se establezcan los criterios básicos para que los Cadetes, Administrativos y empleados en general emprendan las acciones tendientes a dar cumplimiento a lo establecido en la ley 373 de 1997, por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, y las estrategias y objetivos propuestos para consolidar la gran tarea sobre la gestión integral del agua. Es importante mencionar que la Escuela como entidad estatal no tiene la obligación de cumplir a cabalidad lo estipulado en la Ley 373 de 1997 ya que esta aplica para entidades prestadoras del servicio de acueducto y alcantarillado, sin embargo, para el desarrollo de este proyecto es pertinente tener en cuenta algunos de los requisitos exigidos en ella sin que ello sea de obligatorio cumplimiento.

Este componente tiene dos propósitos, I) motivar, concienciar y orientar a los Cadetes, Administrativos y trabajadores a seguir y poner en práctica todo los procedimientos y actividades establecidos en el PAYUEDA. II) facilitar la aceptación de las estrategias y métodos a implementar para el programa por parte de los usuarios.

Para garantizar el éxito del subprograma de educación y capacitación se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- Un tema o logotipo que represente el subprograma.
- Tener un líder o coordinador encargado del buen funcionamiento del programa y a demás que distribuya los materiales pedagógicos.
- Materiales pedagógicos (Cartillas, manuales, carteleras, foros, charlas, capacitaciones, entre otras) en las cuales se den a conocer los objetivos del programa, e inviten y motiven a la participación de la población de la ECSAN.
- Un cronograma o plan que incluya el itinerario de implementación y de seguimiento.

Para ello es de vital importancia que todo el personal de la Escuela conozca y sea consciente del porque es importante llevar a cabo una buena gestión del recurso.

#### **3.7.4.2 Minimización**

Consiste en la instalación o reconversión del sistema hidráulico en los bloques que sea necesario, utilizando equipos y tecnologías de bajo consumo. La instalación de todos estos dispositivos ahorradores dentro de la Escuela deben estar sujetos a lo establecido en la norma NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería y el Decreto 3102 de 1997 el cual reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 *“Tecnología de bajo consumo de agua. Los Ministerios responsables de los sectores que utilizan el recurso hídrico reglamentaran en un plazo máximo de seis (6) meses la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua para ser utilizados por los usuarios del recurso y para el remplazo gradual de equipos e implementos de alto consumo”*, y el artículo 2. Obligaciones de los usuarios. Hacer buen uso del servicio de agua potable y reemplazar aquellos equipos y sistemas que causen fugas de aguas en las instalaciones internas.

A continuación se mencionan algunos equipos hidrosanitarios, y se hace una comparación en cuanto a los consumos de los tradicionales con los de las nuevas tecnologías.

**Sanitarios de bajo consumo:** existen sanitarios cuyas descargas oscilan entre 16 a 20 litros de agua, pero actualmente se están cambiando a unos de menor consumo los cuales funcionan con 6 L/descarga, esto representa un ahorro del 30% de agua

**Orinales:** de acuerdo con la guía del MAVDT los orinales antiguos utilizan de 7 a 9 L/descarga, aquí es donde las válvulas ahorradoras pueden disminuir el consumo a 3 litros aproximadamente, sin embargo también existen equipos con sensores infrarrojos que permiten ahorros significativos además de aumentar la comodidad e higiene para los usuarios, debido a que estos aparatos funcionan únicamente cuando se requieren, evitando descargas innecesarias o daños con las válvulas manuales, no obstante el código de fontanería exige que el consumo sea de 3.8 litros por descarga.

**Duchas:** las duchas antiguas u obsoletas consumen aproximadamente 100 litros por ducha, esto se puede evitar instalando restrictores de flujo o por el contrario se recomendaría el cambio a un aparato de bajo consumo.

**Grifos:** se deben implementar técnicas como la instalación de restrictores o aireadores, como dispositivos de reducción de flujo con lo que puede disminuir el consumo a un 6%. También se pueden instalar grifos con válvulas o sensores que solo permiten que salga agua cuando se colocan las manos bajo ellas.

**Equipos de riego:** se deben instalar sistemas por goteo o aspersores para las zonas verdes a los cuales se le puede adaptar un dispositivo de tiempo para que puedan operarse y pararse automáticamente. Es importante aclarar que para la vigilancia y control de esta actividad también puede ocuparse una persona asignada por el coordinador del PAYUEDA en la Escuela.

### **3.7.4.3 Alternativa para el ahorro de agua potable a partir de un sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia**

Actualmente la Escuela cuenta con un sistema de separación de aguas lluvias de residuales; para la captación de agua lluvia en todos los bloques existen canales que se encuentran ubicados en las orillas de los techos, sin embargo, este sistema presenta algunos inconvenientes debido a que cuando se hay fuertes lluvias, la escorrentía con el paso del tiempo ha ido deteriorando las bases simentadas de los edificios. Teniendo en cuenta esto y aprovechando el sistema de canalización existente, se plantea la posibilidad de direccionar estas agua lluvia a un sistema de almacenamiento en el cual se le dará un tratamiento previo para luego ser utilizadas en diferentes actividades en la Escuela tales como riego de jardines, limpieza de exteriores e interiores o cualquier otra actividad teniendo en cuenta las características de calidad para su uso como lo establece el Decreto 475 de 1998 por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.

A nivel global se han planteado sistemas de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa de ahorro de agua potable en sectores como pecuarios, agrícolas e industriales, no obstante, esta opción debe satisfacer las necesidades básicas de la población; esto se realiza como repuesta a las actuales crisis de escasez que se han presentado en los últimos tiempos a nivel mundial, lo cual está relacionado con la contaminación de las aguas superficiales por generación de residuos líquidos y el proceso de degradación que sufren las cuencas. En cuanto a esto el IDEAM afirma, que sí estos procesos no se modifican para el año 2015, en condiciones hidrológicas secas el 60% de la población colombiana podría estar en alto riesgo de desabastecimiento de agua, y que para el año 2025 el valor alcanzaría el 66%. *(Ballén, Galarza y Ortiz, 2006).*

Por otra parte es importante identificar los principales componentes de un Sistema de captación del agua de lluvia, su funcionamiento, los criterios de diseño más sobresalientes, las características de los materiales de construcción, la forma de

construir estos sistemas, su operación y mantenimiento, de tal forma que se puedan ejecutar los proyectos. (COLPOS; CIDECALLI-CP, 2007).

Como resultado, se presenta una propuesta metodológica para el diseño de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia.

#### **3.7.4.3.1 Estado Del Arte**

La literatura existente plantea diferentes técnicas para el aprovechamiento de las agua lluvia, la mayoría de ellas a bajos costos asociados a la operación y el mantenimiento. Las metodologías para aprovechamiento plantean sistemas típicos de captación de agua en los techos, por medio de canaletas que conducen el agua lluvia hacia un tanque de almacenamiento para su posterior tratamiento y uso (Palacio, 2010).

En la actualidad la práctica de recolección de agua lluvia sigue siendo importante en las regiones áridas o semiáridas del mundo, y la mayoría de las publicaciones existentes sobre ésta técnica se basa en experiencias del Medio Oriente, Australia, África del Norte, India, Norte de México y sur este de Estados Unidos. Recientemente se han expedidos publicaciones sobre experiencias en África (Sub-Sahara y del Sur) y sobre América Latina; estas publicaciones también describen algunas experiencias en México, Brasil y en menor cantidad en los Andes. (FAO, 2002).

Para el sistemas se proponen seis (6) componentes básicos: I) captación en techos, II) recolección por canaletas y bajantes, III) interceptor de primeras aguas, IV) almacenamiento en tanques, V) sistema de distribución y VI) tratamiento. (Palacio, 2010) estas condiciones son necesarias para la captación de agua lluvia para satisfacer la demanda de consumo humano y usos domésticos, no obstante, independientemente del uso que se vaya a dar al agua lluvia, todo sistema debe tener al menos tres (3) componentes básicos: captación, interceptor y almacenamiento (Abdulla y Al-Shareef).

### 3.7.4.3.2 Marco conceptual

La captación de agua lluvia se ubica en el contexto de alternativas en desarrollo para el aprovechamiento del recurso hídrico.

**Aguas Lluvias:** no se permite mezclar aguas negras y aguas lluvias dentro de la edificación. Se deben conducir separadamente hasta los límites de las mismas y allí conectarlas a un colector principal o a una caja de inspección a nivel de piso firme. Las bajantes de aguas lluvias contiene en su base un sifón o sello de agua que impide el regreso de malos olores del colector combinado. Este sello también se puede efectuar en las cajas de inspección (*Granados, 1989*).

Las tuberías que conducen agua lluvia pueden fluir llenas ya que no se requiere mantener las presiones en valores especiales como en el sistema sanitario; tampoco hace falta ventilar las tuberías. No se deben usar las redes pluviales como bajantes o ventilaciones de las redes sanitarias (*Granados, 1989*).

**Capacidad del sistema:** La red de aguas lluvias debe estar capacitada para evacuar el mismo caudal generado por la precipitación instantánea, debido a que las áreas de recolección son relativamente pequeñas y no se puede considerar reducción por tiempo de concentración ni por percolación a través del terreno ya que se trata de superficies impermeables (*Granados, 1989*).

La intensidad aceptada para diseño en edificaciones, es de 100 mm/hora. En Colombia, según datos estadísticos de lluvias esta intensidad corresponde a una frecuencia de 5 años. Haciendo la transformación de unidades, se puede averiguar el caudal correspondiente a metro cuadrado de área (*Granados, 1989*).

**Dimensionamiento:** La capacidad de las bajantes para varias intensidades de lluvia está dada en la tabla 13 (*Granados, 1989*).

**Tabla 12.** Cálculo para las cargas máximas bajantes de agua lluvia.

CARGA MÁXIMAS PARA BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS (m <sup>2</sup> )						
Intensidad en mm/hr	Diámetro de la bajante en pulgadas					
	2	2	3	4	6	8
50	132	240	402	841	2469	5303
75	88	160	268	560	1645	2535
100	66	120	201	420	1234	2652
125	53	95	161	336	987	2121
150	44	80	134	281	823	1766
200	33	60	101	210	617	1326

**Fuente.** Hidráulica en las edificaciones. Granados, 1989.

Bajantes de forma rectangular deben tener un área de 10% mayor que las circulares, para compensar las pérdidas por fricción adicionales que se generan en las esquinas y en el perímetro mojado. La tabla 13 da las equivalencias para las dos formas.

**Tabla 13.** Cálculo del diámetro para bajantes rectangulares.

BAJANTES RECTANGULARES EQUIVALENTES A CIRCULARES	
Diámetro de la bajante circular (pulgadas)	Dimensiones de la bajante rectangular (pulgadas)
2	2x2
3	2 x 4
4	3(1/2)x4
6	5x6

**Fuente.** Hidráulica en las edificaciones. Granados 1989.

Para las tuberías horizontales, se utiliza la ecuación de manning bajo condiciones de flujo uniforme y si se requiere a tubo lleno. El cálculo se basa en un intensidad de 100 mm/hr. Cuando se requiere evacuar las aguas lluvias de áreas grandes como en instalaciones industriales y comerciales, parqueaderos de buena capacidad, aeropuertos, autopistas, etc., las tablas y métodos expuestos anteriormente quedan sobredimensionados ya que para estos casos se justifica tomar en cuenta el tiempo de concentración y seguir los procedimientos de diseño de alcantarillados rurales y urbanos (*Granados, 1989*).

**Velocidad de flujo:** mientras una velocidad mínima de 0.6 m/s. es adecuada para desagües sanitarios, se ha encontrado que se requiere una mayor velocidad en los pluviales, para arrastrar las partículas en suspensión y evitar que se decanten. Se establece este mínimo en 0.8 m/s (*Granados, 1989*).

**Canales:** los techos inclinados entregan el agua inicialmente a canales de forma semicircular o rectangular. La capacidad de flujo depende de la pendiente que se deje hacia la bajante. El agua ocupa el 70% de la profundidad y el 30% restante actúa como borde libre. Los tamaños recomendados para una intensidad de 100mm/hr se encuentran en la tabla 15. El pendientado de las canales en mampostería o en concreto, puede darse interiormente para no perjudicar la apariencia de las fachadas (*Granados, 1989*).

**Tabla 14.** Cálculo del dimensionamiento de canales para agua lluvia

DIMENSIONAMIENTO DE CANALES PARA AGUA LLUVIA				
Capacidad de canales semicirculares m <sup>2</sup> (L/s)				
Diámetro (pulg)	Pendiente en % (cm/m)			
	0,25	0,5	0,75	1
2	3,8 (0,11)	5,4 (0,15)	6,6 (0,18)	7,6 (0,21)
2 (1/2)	6,9(0,19)	9,8 (0,27)	12,0 (0,33)	13,9 (0,38)
3	11,3(0,31)	16,0 (0,44)	19,5 (0,54)	22,5 (0,63)
4	24,3(0,67)	34,3 (0,95)	42,0 (1,17)	48,5 (1,35)
6	71,5 (1,99)	101,0 (2,81)	124,0 (3,44)	143,0 (3,97)
8	154,0 (4,28)	218,0 (6,05)	267,0 (7,41)	308,0 (8,55)

**Fuente.** Hidráulica en las edificaciones. Granados 1989.

**Suministro:** El diseño apropiado de un sistema de distribución de agua comienza con un acertado estimativo del consumo. Los valores promedios se presentan a continuación (*Granados, 1989*).

Vivienda = 200 a 250 L/hab/día

Universidades = 50 L/estudiante/día

Equinos = 40L/animal/día

Cuarteles = 350L/persona/día

Piso asfaltado = 1L/m<sup>2</sup>/día

Empedrador = 1.5L/m<sup>2</sup>/día

Jardines = 2L/m<sup>2</sup>/día

**Estimación de caudales y de presiones:** el caudal que pasa por un aparato es función del modelo de grifería que utilice y de la presión disponible inmediatamente antes del mismo. Es decir, que el mismo aparato puede producir diferentes caudales si las presiones de llegada varían. Sin embargo, se han tomado valores promedios para efectos de diseño, los cuales aparecen en la tabla 16. El comportamiento exacto de las griferías debe ser suministrado por el fabricante (*Granados, 1989*).

**Tabla 15.** Determinación de caudales para cada aparato sanitario

Caudales y presiones de aparatos sanitario			
	Presión m.c.a (psi)	Caudal L/s (gpm)	Diámetro de conexión
Inodoro de fluxómetro	7 - 17,5 (10-25)	0,95 - 2,84 (15-45)	1 "
Inodoro de tanque	7 - 10,5 (10- 15)	0,19 -0,32 (3-5)	1/2"
Lavamanos	3,5-5,6 (5-8)	0,13 - 0,19 (2-3)	1/2"
Tina de llave	3,5 (5)	0,38 (6)	1/2"
Cabeza de regadera	5,6 - 8,4 (8-12)	0,19 -0,32 (3-5)	1/2"
Orinal de fluxometro 1"	7 - 17,5 (10-25)	0,95 -2,84 (15-45)	1"
Orinal de fluxometro 3/4"	10,5 (15)	0,95 (15)	3/4"
Orinal de llave	3,5 (5)	0,13 (2)	1/2"
Lavaplatos	5,6 (8)	0,25 (4)	1/2"
Lavadora	5,6 (8)	0,25 (4)	1/2"

**Fuente.** Hidráulica en las edificaciones. Granados 1989.

Para el dimensionamiento de las tuberías se tiene en cuenta que todos los aparatos instalados no funcionen simultáneamente. Por esta razón se deben distinguir varios tipos de caudal:

*Caudal máximo o caudal máximo posible:* se presenta al tener todos los aparatos funcionando simultáneamente. Para efectos de diseño este caudal no se tiene en cuenta ya que nunca se presenta (Granados, 1989).

*Caudal promedio:* ocurre para condiciones normales de uso. Difícil de definir. Además no podría coincidir con las condiciones de caudal y presión para cada aparato en situaciones de demanda pico (Granados, 1989).

*Caudal máximo probable:* es el caudal más alto que probablemente se puede presentar en cada tramo de tubería y con el que se debe diseñar el sistema. Este flujo se ha tratado de determinar empíricamente con mediciones directas en edificios multifamiliares como en el caso de 72 apartamentos con 130 residentes de estados unidos, un bloque de 18 pisos en Inglaterra y un edificio de 4 pisos con 24 apartamentos en el Japón. Los resultados obtenidos de frecuencia y duración de uso de los aparatos en los diferentes sitios mencionados no resultaron ser iguales y por lo tanto no es posible generalizar (Granados, 1989).

### **3.7.4.3.3 Factibilidad**

Para el diseño de la propuesta de captación y aprovechamiento de agua lluvia es necesario considerar los factores técnicos, económicos y sociales.

*Factor Técnico:* La precipitación en la zona donde está ubicada la edificación y el área de la cubierta, son los factores de mayor influencia en la cantidad de agua que puede aportar el sistema. Los factores técnicos a tener presente son la producción u oferta y la demanda de agua:

- Producción u “oferta” de agua; está relacionada directamente con la precipitación de la zona durante el año y con las variaciones estacionales de la misma. Por ello, en el diseño de sistemas de captación de agua lluvia se recomienda trabajar con datos suministrados por la autoridad competente la oficina de meteorología del IDEAM o la empresa prestadora del servicio EAAB.

- Demanda de agua; se debe tener en cuenta la dotación neta diaria, en este caso como el sistema se plantea para cubrir las necesidades de limpieza de exteriores e interiores y el riego de zonas verdes, la demanda necesaria debe cubrir esta necesidad.

*Factor Económico:* al existir una relación directa entre la oferta y la demanda de agua, las cuales inciden en el área de captación y el volumen de almacenamiento, se encuentra que ambas consideraciones están íntimamente ligadas con el aspecto económico. En la evaluación económica es necesario tener presente que en ningún caso la dotación debe ser menor a la demanda, para este estudio debe ser de 300 litros de agua. Los costos de implementación del sistema se detallan en la tabla 22, donde se muestra el ahorro tanto de agua como económico que se tendrían con la implementación del sistema.

*Factor Social:* en la evaluación de las obras de ingeniería a nivel comunitario, siempre se debe tener presente los factores sociales, representados por los hábitos y costumbres que puedan afectar la sostenibilidad de la intervención.

#### **3.7.4.3.4 Metodología para la captación de agua lluvia**

Después de analizado el estado de arte y las diferentes fuentes consultadas, se definió que la metodología más completa y de mayor aplicabilidad para la propuesta de captación y aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, es la planteada por CEPIS, OMS, OPS en los documentos titulados: Guía de Diseño Para Captación del Agua de Lluvia (UNATSABAR) 2001 y Especificaciones Técnicas Captación de Agua Lluvia para Consumo Humano, en estos se plantea los parámetros de diseño para el aprovechamiento del agua lluvia en viviendas, pero debido a que las diferencias con la ECSAN son en cuanto a población y área, se ajusto el diseño según las especificaciones de ambos textos.

#### 3.7.4.3.4.1 Componentes del diseño

Antes de iniciar el diseño de un sistema de captación de agua lluvia, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años.
- b) Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.
- c) Número de personas beneficiadas, y
- d) Demanda de agua.

El sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia para la ECSAN constará de seis (6) componentes: captación, recolección/conducción, interceptor, almacenamiento, un sistema de filtración rápida y la red de distribución de agua lluvia (sistema de bombeo).

##### 3.7.4.3.4.1.1 Captación

La captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuada para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se debe considerar solamente la proyección horizontal del techo. (CEPIS, OMS, OPS) (Ver *Ilustración 8*).



Ilustración 8. Canales para la recolección del agua lluvia (1)

Fuente: [www.deguate.com/bienesraices/images/amanco1.jpg](http://www.deguate.com/bienesraices/images/amanco1.jpg). 2010

La selección del material del techo se hace de acuerdo con las condiciones existentes y con el presupuesto que se tenga para construir los sistemas, de ésta manera, para un presupuesto económico, los materiales más comunes para los

techos son el concreto y las tejas de arcilla, debido a su durabilidad, bajo costo y calidad del agua lluvia.



**Ilustración 9.** Canales para la recolección del agua lluvia (2).

**Fuente.** Hernández M, Floriana. Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso. 2000

Los techos construidos en concreto y en tejas de arcilla son responsables del 10% de las pérdidas de agua, debido a la evaporación y a la alta porosidad de dichos materiales, por lo que se recomienda pintar las superficies o cubrirlas con un sellador para mejorar el escurrimiento del agua y prevenir el crecimiento bacteriano en sus poros (*Ver Ilustración 9*).

#### 3.7.4.3.4.1.2 Recolección/conducción

Este componente es una parte esencial de los sistemas de captación ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

Con respecto al diseño de las canaletas, en la guía de diseño para captación del agua lluvia y Abdulla y Al-Shareef, sugieren que el material de estas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas, o de acero galvanizado, de cobre y acero inoxidable, para este último, Texas Water Development Board 2005 explica que el plomo no puede ser utilizado para soldar las canaletas entre sí, porque en caso



**Ilustración 10** Canaletas en aluminio  
Fuente Hernández, 2000

de haber una lluvia ligeramente ácida, el plomo se disuelve y contamina el agua almacenada (*Ver Ilustración 10*).

Las canaletas de metal son las de mayor duración y menor mantenimiento necesitan, los de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas; por otra parte, es muy importante que el material utilizado en la unión de los



tramos de la canaleta no contamine el agua con compuestos orgánicos o inorgánicos. En el caso de que la canaleta llegue a captar materiales indeseables, tales como hojas, excremento de aves, etc. el sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen la tubería montante o el dispositivo de descarga de las primeras aguas (*Ver Ilustración 11*) (Palacio, 2010).

**Ilustración 11.** Canaletas con sistema de retención de material sólido.

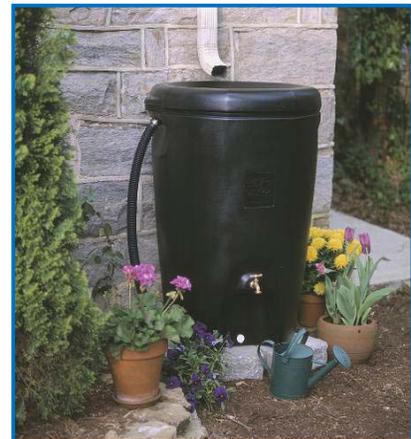
**Fuente.** Hernández M, Floriana. Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso. 2000

**Ilustración 12.** Modelo de un interceptor de primeras aguas.

**Fuente.** Hernández M, Floriana. Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso. 2000

### 3.7.4.3.4.1.3 Interceptor

Es el dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentran en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse



posteriormente. En el diseño del dispositivo el CEPIS plantea un sistema sencillo el cual consiste en un tanque el cual recibirá un volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en un 1 L/m<sup>2</sup> de área captada, cuando el sistema esté

lleno, el agua seguirá su curso hacia el tanque de almacenamiento. (Ver Ilustración 12)(UNATSABAR, 2001).

#### 3.7.4.3.4.1.4 Almacenamiento

En esta obra se recolectará un volumen determinado de agua lluvia captada, para el abastecimiento de diferentes usos, en especial durante los periodos de sequias. Se recomienda que el sistema que se diseñe en las instalaciones de la Escuela para el almacenamiento de estas aguas consideren los siguientes requerimientos (UNATSABAR, 2001):

- ✓ Contar con un sistema (grifo y drenaje) que facilite la limpieza periódica, con el fin de evitar acumulaciones de impurezas y contaminación del agua, garantizando así condiciones de higiene.
- ✓ Debe ser impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración.
- ✓ No se debe permitir el paso de la luz ya que la luz permite la aparición de algas (agua con tonalidad verde), y se debe evitar la entrada de polvo e insectos, puesto que los insectos pueden encontrar un lugar apto para su reproducción.
- ✓ El material de construcción debe seleccionarse de acuerdo con el volumen del tanque el cual está relacionado con la oferta/demanda y la población beneficiada. Estos pueden ser de: Mampostería para volúmenes menores 100 a 500 L, Ferrocemento y concreto para cualquier volumen.



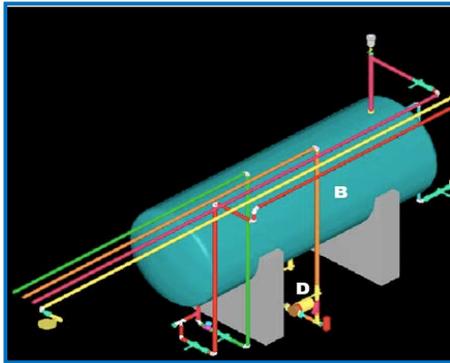
Por otra parte se recomienda que para aprovechar de forma eficaz el espacio disponible en la Escuela los depósitos de almacenamiento deberán ubicarse a nivel subterráneo como mínimo a 50cm del nivel del terreno para evitar asentamientos o accidentes. (Ver Ilustración 13).

**Ilustración 13.** Identificación de la red de distribución de agua lluvia.

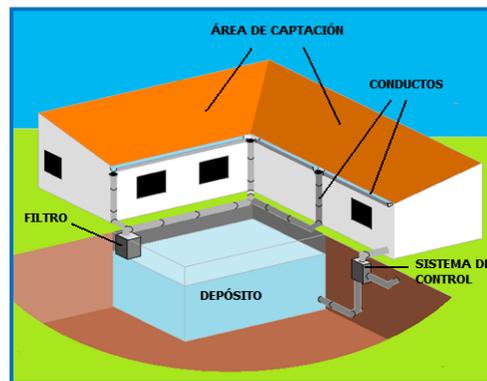
**Fuente.** [www.sitiosolar.com/Imagenes/IMAGENES%0RECOGIDA%20AGUA%20DE%20LLUVIA/esquema%20DEFINITIVO.png](http://www.sitiosolar.com/Imagenes/IMAGENES%0RECOGIDA%20AGUA%20DE%20LLUVIA/esquema%20DEFINITIVO.png).2010

#### 3.7.4.3.4.1.5 Sistema de filtración

Se recomienda instalar en el tanque de almacenamiento un filtro de arena, para purificar el agua lluvia al momento de su extracción; el sistema de filtración para la Escuela depende de los usos que se le dará al agua lluvia.



**Ilustración 14.** Diagrama sistema de captación agua lluvia  
Fuente. <http://santos01.blogspot.es/> 2010



**Ilustración 15.** Identificación de la red de distribución de agua lluvia. Fuente. <http://santos01.blogspot.es/>

#### 3.7.4.3.4.1.6 Sistema de distribución

Es muy importante que dentro del diseño de sistemas de captación de agua lluvia y áreas de almacenamiento, se identifiquen los sistemas de conducción con señalizaciones para no confundirlos con los de agua potable; las tuberías de conducción deben ser independientes del de agua potable, identificarlas con un color diferente y estar señalizada desde el sistema de captación hasta los diferentes puntos de suministro. (Ver Ilustraciones 14 y 15).

#### **3.7.4.3.4.1.7 Criterios de diseño**

Siguiendo los parámetros establecidos en la guía de diseño para la captación de agua lluvia, se presentan a continuación los procedimientos de cálculos para el sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia.

#### **4.5.4.3.4.1.7.1 Información Pluviométrica**

La información obtenida en cuanto a la precipitación total mensual para la ciudad de Bogotá, se obtuvo de la estación pluviométrica Casablanca, los datos analizados corresponden a un periodo de 33 años desde 1976 hasta 2009. El periodo establecido por el CEPIS para el diseño de sistema de captación de agua lluvia es que los periodos de tiempo estén alrededor de 10 a 15 años mínimo.

#### **4.5.4.3.4.1.7.2 Modelo de Cálculos**

Los parámetros básicos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del diseño fueron los siguientes.

- ✓ Tipo de material del área de captación.
- ✓ Coeficiente de escorrentía ( $C_e$ ).
- ✓ Área potencialmente aprovechable para la captación ( $A_c$ ).
- ✓ Precipitación promedio mensual (mm).
- ✓ La demanda ( $m^3/mes$ ).
- ✓ La oferta ( $m^3/mes$ ).
- ✓ El volumen de almacenamiento ( $m^3$ ).

#### **3.7.4.3.4.1.8 Calculo del volumen del tanque de almacenamiento de agua lluvia**

Para determinar el volumen del tanque del almacenamiento se requiere tener en cuenta los datos de precipitación mensual de por lo menos los últimos 10 años, con este método se calcula la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por

metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determina el volumen total de agua captada en las áreas potencialmente aprovechables en la Escuela; luego de obtener estos datos se plantean los cálculos para el dimensionamiento del tanque de almacenamiento de agua lluvia.

**Tabla 16.** Demanda total mensual para las actividades de riego de zonas verdes y limpieza de interiores y exteriores.

<b>DEMANDA TOTAL MENSUAL PARA LAS ACTIVIDADES DE RIEGO DE ZONAS VERDES, LIMPIEZA DE INTERIORES Y EXTERIORES (m<sup>3</sup>/mes)</b>											
<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

**Fuente.** Autoras., 2010

En la tabla 17 se muestra la demanda mensual de agua lluvia necesaria para suplir la necesidad de agua en las actividades de riego de zonas verdes y limpieza de interiores y exteriores.

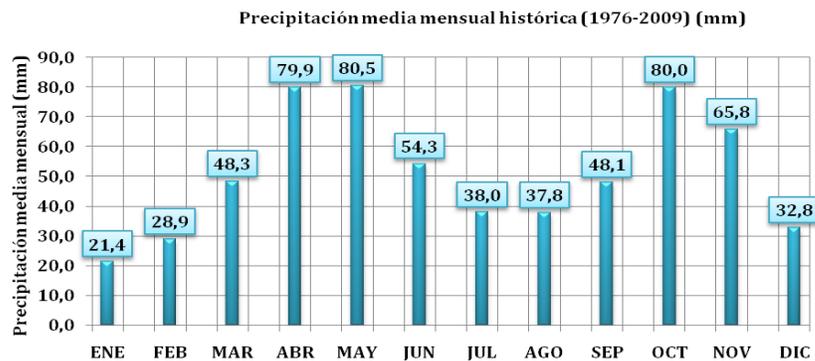
**Tabla 17.** Precipitación mensual (mm).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1976					58.0i	49.9	14.2	20.2	46.8	88.9	45.9	22.2	346.1
1977	11.8	11.4	49.4	55.9	14.1i	18.5	47.7	40.1	64.6	72.1	62.3	17.3	465.2
1978	3.1	19.5	28.0	109.2	94.8	61.4	41.8	21.2	40.8	49.8	26.5	13.6	509.7
1979	38.0	6.1	44.1	90.9	91.8	84.0	47.1	91.9	115.1	132.8	136.8	13.7	892.3
1980	9.9	38.5	7.2	55.7	82.8	86.6	20.6	50.4	28.8	50.9	72.6	31.3	535.3
1981	1.9	10.0	14.5	154.4	111.6	26.4	15.1	38.5	71.1	92.3	130.4	41.8	708.0
1982	53.5	19.1	42.4	141.7	84.6	9.5	31.9	29.5	18.4	75.7	41.0	48.4	595.7
1983	6.6	26.5	81.9	112.4	70.0	24.0	33.8	21.5	28.5	63.0	30.6	28.1	526.9
1984	39.0	45.9	28.8	38.6	79.2	97.1	26.3	107.9	50.8	93.6	77.3	3.3	687.8
1985	4.4	2.0	19.5	42.7	75.4	20.1	28.3	41.4i	71.1	65.5	48.9	9.2	428.5
1986	8.6	73.7	37.3	50.2	117.4	38.2	22.1	21.1	84.8	142.5i	55.7i	2.4	654.0
1987	14.4	27.7	17.4	65.6i	57.6	9.9	62.6	29.2	65.1	106.5	40.2	11.9	508.1
1988	13.5	25.6	10.0	47.1	46.5	57.8	27.9	48.3	93.2	107.9	95.1	47.6	620.5
1989	12.0	32.2	76.6	18.1	62.5	53.5	25.2	22.3	66.5	52.0	72.0	43.2	536.1
1990	33.3	28.8	38.3	50.2	75.1	26.6	37.6	37.4	33.1	97.1	51.0	19.0	527.5
1991	32.8	13.3	93.1	63.7	70.9	26.2	57.0	45.0	27.7	11.1	60.4	37.6	538.8
1992	16.5	19.9	12.2	42.5	73.5	9.3	26.5	29.7	61.9	16.8	9.4	57.3	375.5
1993	13.6	20.7	55.1	87.7	96.9	31.4	67.9	21.3	33.7	36.0	161.8	8.2	634.3
1994	41.1	39.4	81.3	77.5	79.4	42.4	31.9	30.1	15.3	96.6	135.8	7.5	678.3
1995	1.4	8.5	55.1	78.1i	50.0	67.9	29.9	47.7	29.0	42.4	40.3	88.5	538.8
1996	28.6	48.1	92.0	86.4	47.6	87.2i	50.0	42.4	29.8	124.8	42.8		679.7
1997	50.7i			113.7	128.9	78.5	30.1	8.0	32.9	35.6	20.5i	0.8	499.7
1998	0.2	26.9	39.9	93.6	137.8	33.8	75.4	49.2	47.7	66.3	49.7	59.6	680.1
1999	47.4	70.7	61.9	58.4	93.9	50.4	21.7	54.4	70.7	80.7	57.0	23.5	690.7
2000	30.2	81.2	92.6	44.7	73.7	50.0	38.6	50.0	67.2	47.3	45.5	30.9	651.9
2001	25.5	12.3	39.7	6.3	44.1	30.0	32.8	10.5	87.0	18.5	72.7	59.1	438.5
2002	17.4	4.2	51.7	139.3	98.1	86.3	21.3	24.6	47.7	68.8	36.8	56.1	652.3
2003	24.6	18.7	49.2	96.0	14.9	39.8	36.8	17.4	48.8	90.2	84.5	40.9	561.8
2004	6.9r	70.9r	47.8r	149.3r	97.1r	69.6r	46.5r	27.3r	40.6r	139.2r	62.2r	4.0i	761.4
2005	5.7r	0.9r	19.4r	62.0r	180.2r	26.7r	34.9r	34.7i	26.2	105.2	76.3r	67.0r	639.2
2006	64.4r	5.5r	89.6r	146.8i	115.1r	135.0r	35.0r	18.5r	22.9r	135.5r	70.5r	12.4r	851.2
2007	12.4	8.3r	33.2r	122.2r	49.1r	64.8r	37.5r	47.5r	2.3i	162.0r	60.5r	81.7r	681.5
2008	9.2r	72.8r	79.7i	82.2r	153.7r	214.2r	87.1r	69.4i	44.0r	73.5i	97.3r	63.0i	1 046.1
2009	26.5i	64.0	56.2	53.5	11.5i	39.2r	47.7r	35.7	21.3i				355.6
<b>MED</b>	<b>21.4</b>	<b>29.8</b>	<b>48.3</b>	<b>79.9</b>	<b>80.5</b>	<b>54.3</b>	<b>38.0</b>	<b>37.8</b>	<b>48.1</b>	<b>80.0</b>	<b>65.8</b>	<b>32.8</b>	<b>616.7</b>
<b>MAX</b>	<b>64.4</b>	<b>81.2</b>	<b>93.1</b>	<b>154.4</b>	<b>180.2</b>	<b>214.2</b>	<b>87.1</b>	<b>107.9</b>	<b>115.1</b>	<b>162.0</b>	<b>161.8</b>	<b>88.5</b>	<b>214.2</b>
<b>MIN</b>	<b>0.2</b>	<b>0.9</b>	<b>7.2</b>	<b>6.3</b>	<b>11.5</b>	<b>9.3</b>	<b>14.2</b>	<b>8.0</b>	<b>2.3</b>	<b>11.1</b>	<b>9.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.2</b>

Fuente. EAAB 2009.

a=Acumulado d=Dudoso e=Estimado g=Generado i=incompleto o=observado  
r=registrado

En la tabla 17 se observa la distribución de la precipitación a lo largo de los últimos 33 años en la ciudad de Bogotá registradas en la estación pluviométrica Casablanca; se tomo esta estación porque es la más cercana a la Escuela, lo cual brinda un nivel de confianza en los datos, lo contrario si se toma una a mayor distancia de esta.



**Gráfica 28.** Distribución de la precipitación mensual.

**Fuente.** Autoras, 2010

**Determinación de la demanda:** A partir de la encuesta realizada al personal encargado de la limpieza de interiores, exteriores y mantenimiento de zonas verdes, se identificaron los hábitos de consumo de agua para estas actividades en la ECSAN, así como la cantidad de agua que se requiere en la semana para el riego de jardines. Con esta información se calculo la demanda de agua necesaria para la limpieza y riego de zonas verdes.

**Determinación del coeficiente de escorrentía:** Se debe tener en cuenta que no toda el agua lluvia precipitada llega a los tanques de almacenamiento, pues pueden existir perdidas por factores como la evaporización, interceptación vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones y por infiltración (Ver Tabla 15) (López, 2003).

**Tabla 18.** Coeficientes de escorrentía típicos.

Zonas comerciales	0,9
Desarrollos residenciales con casas contiguas y predominio de zonas duras	0,75
Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos	0,75
Desarrollo residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0,55
Desarrollo residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Áreas residenciales con predominio de zonas verdes y cementerios tipo jardines	0,3
Laderas desprovistas de vegetación	0,6
Laderas protegidas con vegetación	0,3
Techados	0,85
calamina metálica	0,9

**Fuente.** López, 2003. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. 2003.

**Tabla 19.** Áreas potencialmente aprovechables.

EDIFICACION	AREA m <sup>2</sup>
ADMISIONES	267,98
ALOJAMIENTOS	2044,47
ALOJAMIENTO FEMENINO	409,06
AULA 1 (oriental)	183,89
AULA 3 (occidental)	182,6
AULAS HUMBERTO ANTONIO	597,03
BAÑOS (occidental)	88,78
BAÑOS (oriental)	93,42
BIBLIOTECA	307,8
BLOQUE ACADEMICO	582,92
CAOFI	508,9256
CASINO DE OFICIALES	1941,68
CASA CURAL	103,32
CONSERVATORIO DE MUSICA	161,16
CONSERVATORIO DE MUSICA 2	224,4
COMEDOR	1486,04
DIRECCION	371,27
ESTADERO DE CADETES	3165,64
COMANDO DE AGRUPACION	195,5
GIMNASIO	307,6142
GUARDIA	210,32
IGLESIA	642,18
INTENDENCIA	213,98
PERRERAS 1	156,95
PERRERAS 2	186,06
PESEBRERA 1	874,00
PESEBRERA 2	874,00
PLAZOLETA DE COMIDAS	410,74
ROBERTO PINEDA	307,4973
SANIDAD	384,17
TELEMATICA	284,94
TESORERIA	144,69
TEATRO	1437,64
TALLERES	427,8
FORPO	7136,97
PICADERO	2822,22
POLIGONO	5737,18
<b>TOTAL m<sup>2</sup></b>	<b>35474,8</b>

Para el cálculo del volumen de agua captada se tomo un coeficiente de escorrentía de **0.85** y un área total aprovechable para la recolección de agua lluvia de **35475 m<sup>2</sup>**.

**Ecuaciones de cálculos.**

$$A_i = \frac{P_{pi} \cdot C_e \cdot A_c}{1000}$$

**Ecuación 3.** Oferta de agua en el mes "i" (m<sup>3</sup>).

Dónde;

$P_{pi}$  =Precipitación promedio mensual (mm/mes)

$C_e$  =Coeficiente de escorrentía

$A_c$  =Área de captación (m<sup>2</sup>)

$A_i$  =Volumen de abastecimiento correspondiente al mes "i" (m<sup>3</sup>)

**Ejemplo de cálculo.**

$$Enero = \frac{21,4mm \cdot 0,85 \cdot 35474,8m^2}{100} = 645,28$$

De esta misma manera se calculan los volúmenes de abastecimiento correspondientes a cada mes, desde enero a diciembre, tomando como precipitación

media el valor asignado de cada mes (Ver tabla 19).

Para el cálculo de la diferencia (m<sup>3</sup>/mes) entre el agua captada y el agua demandada se plantea la siguiente fórmula.

$$V_i = A_i - D_i$$

**Ecuación 4.** Volumen del tanque de almacenamiento para un mes "i" (m<sup>3</sup>/mes)

**Fuente.** UNATBSABAR, 2001

Donde;

$V_i$  =Volumen del tanque de almacenamiento para un mes "i" ( $m^3$ /mes)

$A_i$  =Volumen de agua que se capto en el mes "i" ( $m^3$ )

$D_i$  =Volumen de agua demandada por los usuarios para el mes "i". ( $m^3$ )

**Ejemplo de cálculos.**

**Enero = 645,28 - 300 = 345,28  $m^3$**

**Tabla 20.** Cálculo de la diferencia ( $m^3$ /mes).

Mes	Precipitación (mm)	Abastecimiento ( $m^3$ )	Demanda ( $m^3$ /mes)	Diferencia ( $m^3$ /mes)	Coefficiente Escorrentía (Ce)	Área ( $m^2$ )
Enero	21,4	645,29	300	345,29	0,85	35475
Febrero	29,8	898,58	300	598,58		
Marzo	48,3	1456,43	300	1156,43		
Abril	79,9	2409,28	300	2109,28		
Mayo	80,5	2427,38	300	<b>2127,38</b>		
Junio	54,3	1637,35	300	1337,35		
Julio	38	1145,84	300	845,84		
Agosto	37,8	1139,81	300	839,81		
Septiembre	48,1	1450,40	300	1150,40		
Octubre	80	2412,30	300	2112,30		
Noviembre	65,8	1984,12	300	1684,12		
Diciembre	32,8	989,04	300	689,04		
<b>Valor anual</b>		<b>18595,82 <math>m^3</math>/año</b>	<b>2400</b>			

**Fuente.** Autoras, 2010.

De acuerdo con el volumen de agua captado cada mes, se observa que la oferta alcanza a suplir la demanda mensual para las actividades de limpieza y riego, por lo cual no se requiere el uso de agua potable para estas actividades. Sin embargo, teniendo en cuenta que la demanda mensual para estas actividades es de 300  $m^3$ /mes y la mayor oferta para el mes de mayo es de 2.127,38  $m^3$ /mes el agua de exceso puede ser utilizadas en otras actividades, en las cuales no sea necesaria el agua potable, como por ejemplo descarga de orinales o sanitarios, pero es importante cumplir con los requisitos establecidos en el Decreto 475 de 1998 en cuanto a calidad de agua; aunque es importante mencionar que el volumen que sobra no alcanza para cubrir la demanda de estos equipos, por eso para el

aprovechamiento de estas aguas no se tuvieron en cuenta ya que la oferta no suplía las necesidades durante todos los meses del año.

Finalmente de acuerdo con los cálculos el volumen del tanque debe ser mayor de **2.127,38 m<sup>3</sup>** por ser el dato de precipitación mayor (mes de mayo) respecto a los demás meses del año, dejando un borde libre por lo menos de 0.5 metros, para evitar posibles derrames por rebosamiento y daños o deterioro a la infraestructura.

***Dimensionamiento del tanque subterráneo***

Para economizar espacio en las instalaciones de la Escuela se propone que el tanque sea subterráneo. A continuación se muestran los cálculos.

$$h = \frac{V}{g} + k$$

**Ecuación 5.** Dimensionamiento del tanque de almacenamiento de agua lluvia

Donde;

h= profundidad (m)

v= capacidad del tanque (Cientos de m<sup>3</sup>)

k= Constante en función de la capacidad

**Tabla 21.** Constante de la capacidad del tanque de almacenamiento

V (Cientos de m <sup>3</sup> )	K
<3	2
4 – 6	1,8
7 – 9	1,5
10 – 13	1,3
14 – 16	1
> 17	0,7

Fuente: López, 2003

Como el volumen del tanque debe ser de 2.127,38m<sup>3</sup>, la constate en función de la capacidad es de **0.7**. Con este volumen se obtendría un tanque de dimensiones muy grandes, con lo que se podría correr el riesgo de que se presenten asentamientos, debido al peso de la masa de agua soportada por el suelo, por ello

se plantea la necesidad de dimensionar tres tanques con volumen de 709,13m<sup>3</sup> y una constante de 1.5.

$$v = \frac{2127.39}{3} = 709.13m^3 = 7.0913 \times 10^2 m^3$$

$$H = \frac{V}{3} + k = \frac{7.0913}{3} + 1.5 = 3.9 \text{ m}$$

$$B = L = \sqrt{\frac{V}{H}} = \sqrt{\frac{709.13}{3.9}} = 13.5 \text{ m}$$

De acuerdo con estos los resultados, las dimensiones de cada tanque deben ser de: largo y ancho del tanque 13,5m cada uno y una altura de 3,9m.

#### 3.7.4.3.4.1.9 Sistema de conducción de agua lluvia captada.

Después de captar el agua lluvia en los techos, esta debe ser conducida al sistema de almacenamiento, esta conducción puede llevarse a cabo mediante canaletas de lámina galvanizada y tuberías de PVC. A estas tuberías se les debe hacer un mantenimiento periódico, con el fin de garantizar la calidad del agua y evitar que ésta presente colores indeseados.

Para el diseño del sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia, sólo se dejarán planteados los procedimientos de cálculos necesarios, debió a que no se cuenta con la información necesaria para dichos cálculos.

*Caudal de conducción.*

$$Q_c = (A_{cc} \times I_{limite}) = \frac{m^3}{h}$$

**Ecuación 6.** Cálculo del caudal de transporte de agua lluvia

Donde;

$Q_c$  = Caudal de conducción (m<sup>3</sup>/h)

$A_{ec}$  = Área efectiva de captación de agua lluvia (m<sup>2</sup>)  
 $I_{lluvia}$  = Intensidad máxima de lluvia en la zona (m<sup>3</sup>/h)

Melguizo, propone el método de la Certeza Total, en el cual se puede tener la certeza de que durante un periodo determinado, todo un grupo de aparatos sanitarios estarán en funcionamiento, situación muy común en las instalaciones de tipo colectivo como lo son las escuelas, los internados, los cuarteles, entre otros, debido a los horarios que rigen en cada institución. La determinación de los caudales y los diámetros de cada tramo, se realiza por medio del Gasto Máximo Posible, el cual se encuentra con la ecuación (Palacio, 2010).

$$GMP = Q_i \times n \quad \text{Ecuación 7. Cálculo del gasto máximo posible}$$

Donde;

$Q_i$  = Caudal instantáneo de cada aparato sanitario (L/s)  
 $N$  = Número de aparatos comunes.

Los caudales de los equipos hidrosanitarios se muestran en *anexo 6*.

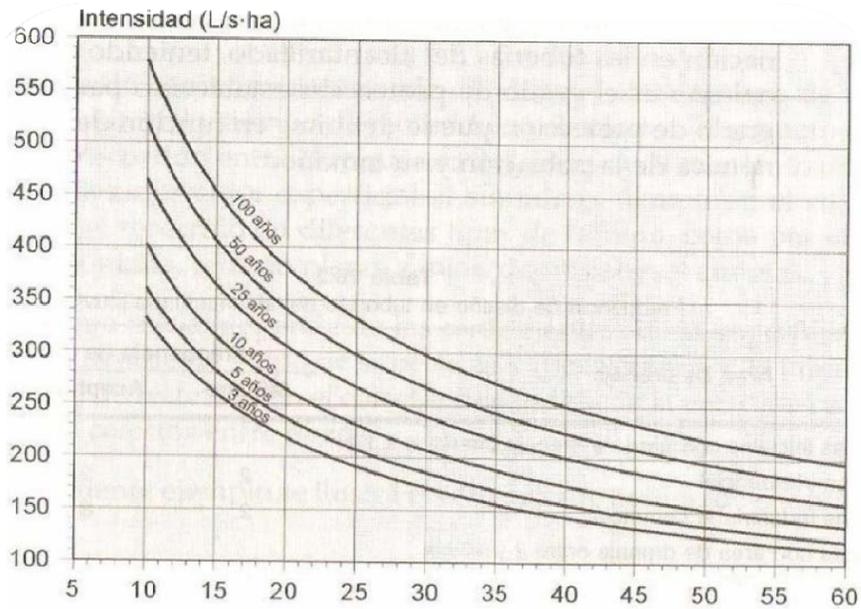
*Intensidad de lluvia.*

$$I_{lluvia} = \frac{P}{D} = \left( \frac{m}{h} \right) \quad \text{Ecuación 8. Intensidad de Lluvia}$$

Donde;

$I_{lluvia}$  = Intensidad máxima de lluvia en la zona (m<sup>3</sup>/h)  
 $P$  = precipitación (mm)  
 $D$  = Duración (h)

Para la ciudad de Bogotá el IDEAM sugiere que en promedio una lluvia dura 3 horas, sin embargo, se recomienda tener un histórico, en el cual se observen las duraciones de una lluvia en la zona de estudio, para ello López, 2003 plantea la siguiente gráfica de intensidad Vs duración de una lluvia para la ciudad de Bogotá.



**Gráfica 29.** Curvas de intensidad-duración-frecuencia para la ciudad de Bogotá (zona 1) según la empresa de Acueducto y Alcantarillado para Bogotá

**Fuente:** López, 2003.

*Diámetro de la tubería.*

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q_c}{T \cdot V}} = m$$

**Ecuación 9.** Cálculo del diámetro de la tubería

Donde;

$d$  = diametro de la tubería (m)

$Q_c$  = Caudal de conducción (m<sup>3</sup>/h)

$V$  = Velocidad media (m/s)

Otro método para hallar el diámetro de la tubería, es considerar las pérdidas de carga que se presenta en el sistema de conducción del agua, para eso se utiliza la siguiente formula.

$$d = 0.66 \left[ g^{1.22} \left( \frac{L Q_c^2}{g h_L} \right)^{4.73} + v Q_c^{7.4} \left( \frac{L}{g h_L} \right)^{2.2} \right]^{0.045}$$

**Ecuación 10.** Cálculo del diámetro de la tubería considerando las pérdidas de carga

Donde;

- $d$  = diametro de la tubería (m)
- $L$  = Longitud de la tubería (m)
- $Q_c$  = Caudal de conducción (m<sup>3</sup>/h)
- $g$  = Gravedad (m/s<sup>2</sup>)
- $h_L$  = Perdida por fricción (m)
- $V$  = Velocidad media (m/s)

*Pérdida por fricción*

$$h_f = f \frac{L V^2}{d 2g}$$

**Ecuación 11.** Cálculo de las pérdidas por fricción

Donde;

- $h_L$  = Perdida por fricción (m)
- $f$  = factor de fricción
- $L$  = Longitud de la tubería (m)
- $d$  = diametro de la tubería (m)
- $V$  = Velocidad media (m/s)
- $g$  = Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Para el diseño completo del sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia se recomienda consultar la guía de diseño para captación del agua expedida por la Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural, CEPIS, OMS, OPS 2001.

#### **3.7.4.3.4.1.10 Ahorro económico**

Este es el ahorro económico que se tendría si se implementara la propuesta de captación y aprovechamiento de agua lluvia, vale aclarar que estos cálculos se hacen con la última factura de los meses de octubre a diciembre de 2009 en la que

se presenta un consumo de 13.192 m<sup>3</sup>/2\_meses y con el actual sistema de equipos hidrosanitarios (sin reconversión de los equipos tradicionales a nuevas tecnologías).

Consumo de agua en la ECSAN = 13.192 m<sup>3</sup>/2\_meses = 6.596 m<sup>3</sup>/mes

Consumo de agua lluvia 18.595,82 m<sup>3</sup>/año = 1.549,65 m<sup>3</sup>/mes

**Tabla 22.** Ahorro económico anual por la captación y utilización de las aguas lluvias en diferentes actividades.

Consumo m <sup>3</sup> /mes	Valor (m <sup>3</sup> /mes) a 2010	Valor total mensual (\$/mes)	Valor anual (\$/año)
6596	\$ 2.210,07	\$ 14.577.621,72	\$ 174'931.460,6
1549,65		\$ 3'424.834,96	\$ 41'098.019,7
<b>Ahorro económico anual</b>			
<b>Total a pagar</b>			<b>\$133'833.440,9</b>

Fuente. Autoras, 2010.

En la Escuela anualmente se cancelan aproximadamente **174'931.460,64\$/año** por concepto de la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado. Si se implementa el sistema de recolección de aguas lluvias se ahorrarían 18.595,82 m<sup>3</sup>/año los cuales corresponden a un ahorro económico de **41'098.019,7 \$/año** por lo cual la Escuela estaría cancelando anualmente un estimado de **133'833.440,9 \$/año**

### Componentes del Programa de Ahorro y Uso Eficiente el Agua en la Escuela

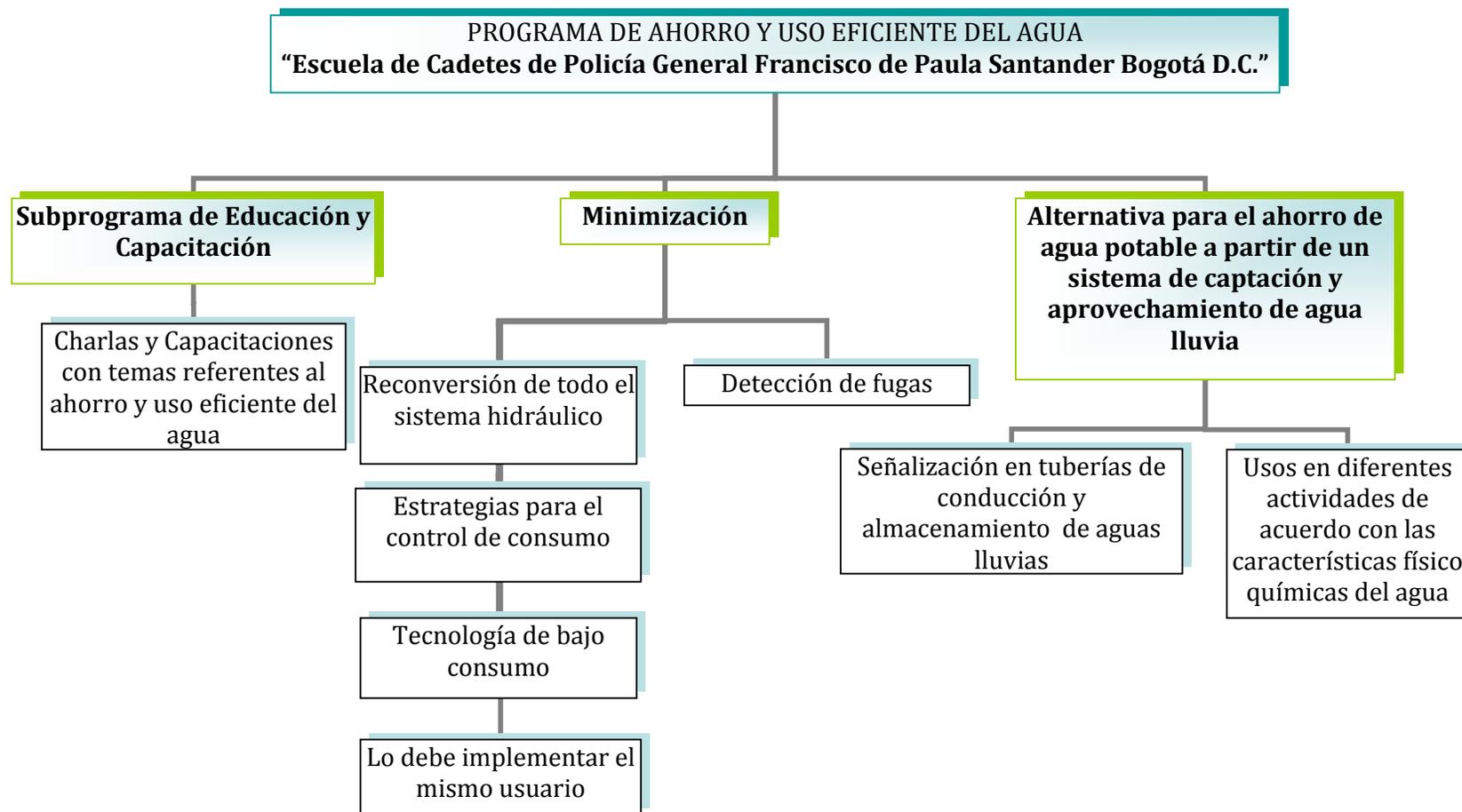


Figura 3. Componentes del PAYUEDA.  
Fuente. Autoras, 2008

### **3.7.5 Buenas prácticas para hacer uso racional del agua dentro de la ECSAN** *(Ver Figura 4)*

La ley 373 de 1997 busca reducir tanto los consumos de agua como la magnitud de las descargas en la diferentes actividades. La ley establece entonces las acciones básicas que deben ejecutar todos los usuarios para lograr un uso racional del recurso.

En la ECSAN se debe llevar a cabo el PAYUEDA debido a que el consumo de agua que se ha evidenciado en esta institución a lo largo del desarrollo de este trabajo es alta, principalmente por el número de habitantes con que cuenta. Este gasto lo se puede ver incrementado cuando no hay control en el consumo y se presentan perdidas por fugas o por daños en los equipos hidrosanitarios; para reducir este consumo inicialmente se debe realizar la reconversión del sistema hidráulico a un sistema ahorrador, ilustrar a las personas por medio de capacitaciones como evitar desperdiciar y hacer un uso eficiente del agua.

**3.7.5.1 *De acuerdo con el documento “Ahorro y Uso eficiente del Agua” expedido por el Centro de Producción Más Limpia, las prácticas de uso eficiente se ubican en dos categorías.***

#### **3.7.5.2 Prácticas de Ingeniería**

Prácticas basadas en modificaciones en tuberías, accesorios o procedimientos de operación en el aprovisionamiento de agua.

#### **3.7.5.3 Prácticas de Comportamiento**

Prácticas basadas en el cambio de hábitos en el uso del agua.

Dentro de la ECSAN estas prácticas son:

- ✓ **Prácticas de Ingeniería.** Se caracterizan en tres tipos.

- Reducción de las pérdidas.
- Reducción del uso del Agua potable en general.
- Aplicar prácticas de captación y uso de aguas lluvias.

### ✓ **Prácticas de Comportamiento**

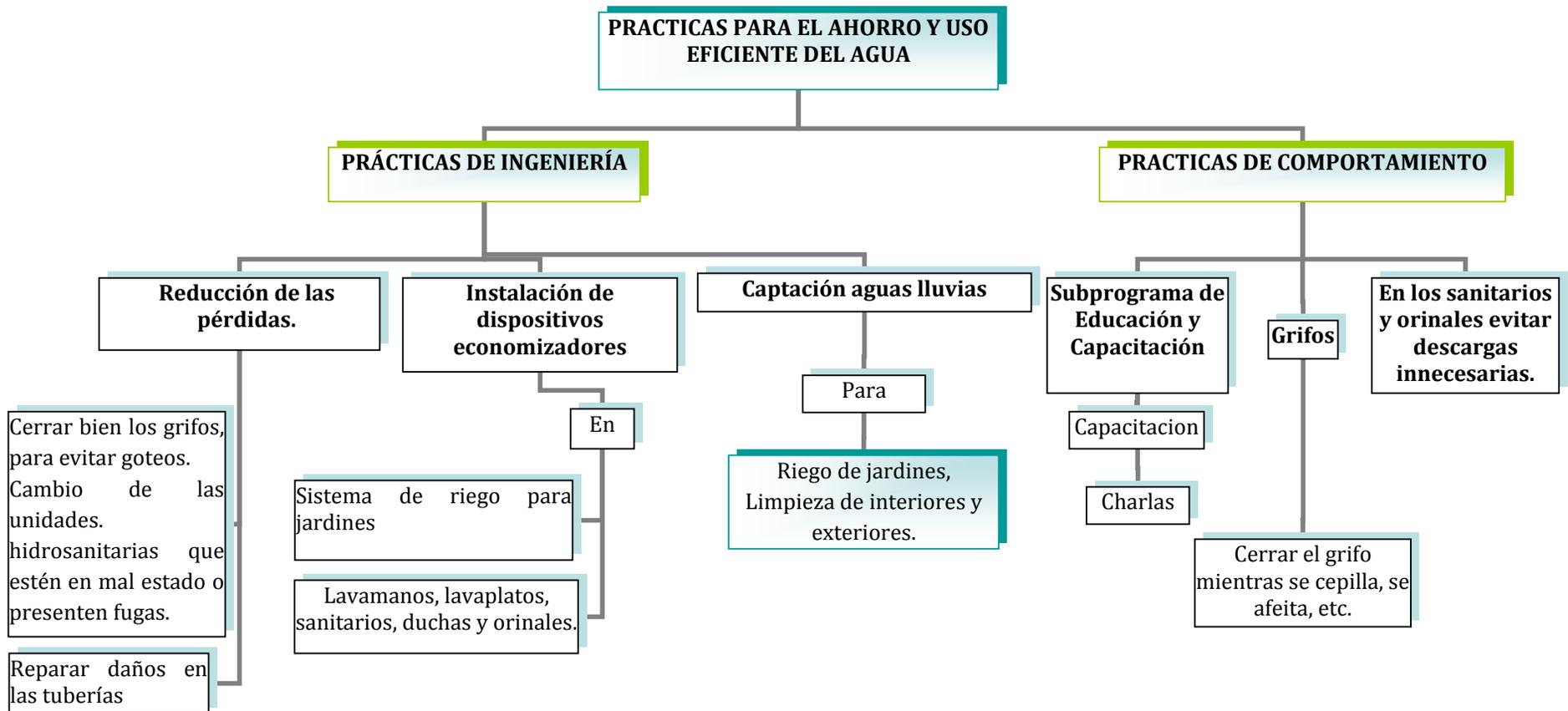
Estas prácticas involucran todo lo referente a los hábitos de las personas, la actitud que toman frente al tema de ahorro y uso eficiente del agua; lo cual puede verse reflejado en el éxito del subprograma de capacitación y educación y el programa de ahorro y uso eficiente del agua, debido a que se podría ahorrar agua sin tener que modificar el sistema y los aparatos hidrosanitarios a los de bajo consumo.

Para reducir el consumo de agua en la institución hay que ilustrar a las personas de cómo evitar desperdiciarla y usarla eficientemente, igualmente son los coordinadores del PAYUEDA quienes deben encargarse del buen funcionamiento y mantenimiento de éste.

Dentro de las prácticas y actividades que se pueden desarrollar en la Escuela para generar un cambio de actitud frente al uso del agua están.

- ✓ Desarrollar las capacitaciones en la Escuela involucrando a todo el personal para lograr un uso eficiente del agua.
- ✓ Evitar depositar residuos sólidos en sanitarios, lavamanos y duchas para no saturar el sistema.
- ✓ Cada vez que se haga uso de la llave procurar que esta quede bien cerrada para evitar el goteo y desperdicio.
- ✓ Usar la cantidad de agua necesaria durante el aseo personal.
- ✓ Descargar sanitarios y orinales cuando solo sea necesario.

**Esquema general de las prácticas para hacer uso racional del agua dentro de la Escuela.**



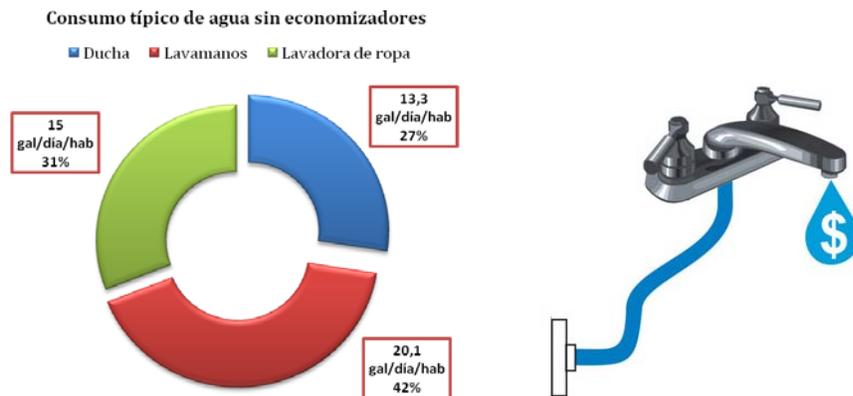
**Figura 4.** Prácticas para el Uso racional del agua  
**Fuente.** Autoras, 2008

En general si se desarrollan todas las actividades mencionadas anteriormente en la figura 4, se estaría contribuyendo a disminuir el consumo de agua en la institución, teniendo en cuenta que actualmente estos sistemas permiten ahorrar hasta un 75% del consumo y si se reparan las fugas se economiza cerca del 9% del agua que se consume. Por otro lado es importante que este tipo de programas estén vinculados a un sistema de gestión ambiental ya que con ello se busca optimizar la eficiencia operacional del sistema ayudando así a preservar los recursos naturales para un futuro.

### 3.7.6 Estudio de las diferentes tecnologías de sistemas ahorradores para el análisis Costo/Beneficio del PAYUEDA

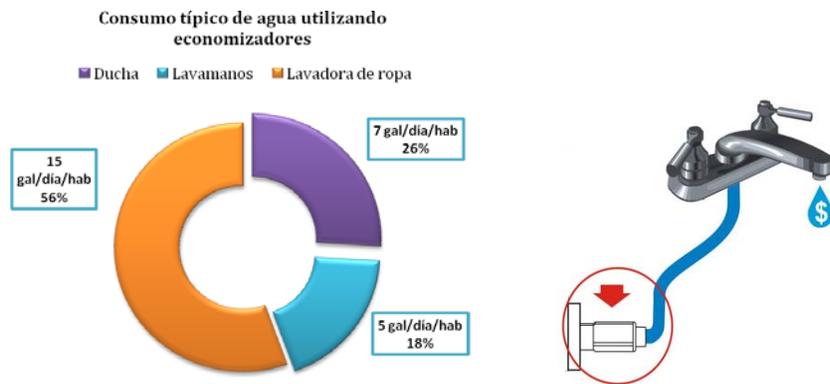
Se realizó un estudio acerca de la oferta en el mercado en cuanto a que elementos o sistemas tecnológicos ahorradores existen, identificando los más eficientes, de los cuales se presentan los siguientes resultados.

**Economizador:** El economizador permite ahorrar hasta un 80% del costo del agua, considerando que el máximo ahorro en la factura depende del número de dispositivos instalados.



**Gráfica 30.** Consumo de agua sin economizador  
**Fuente.** Adaptado de -SABESP <http://www.sabesp.com.br> 2009

En la gráfica 30 se observan los consumos diarios cotidianos con equipos tradicionales, los cuales son altos comparados con los consumos en equipos ahorradores.



**Gráfica 31.** Consumo de agua utilizando economizador.

**Fuente.** Adaptado de -SABESP <http://www.sabesp.com.br> 2009

De acuerdo con lo anterior se observa que los consumos de agua potable utilizada en los hábitos cotidianos, disminuye considerablemente cuando se instalan los sistemas economizadores; por ejemplo, para lavamanos varía de un 42% a 18%. Este ahorro no solo se refleja en términos de consumo hídrico sino también se refleja en términos económicos. (Ver Gráfica 30 y Gráfica 31).

**Perlizador o Aireador.** Este es un equipo que mezcla aire con agua apoyándose en la presión y reduciendo de este modo, el consumo de agua y de la energía derivada de su calentamiento. Se puede instalar en duchas, llaves y grifos; con su instalación se garantiza un ahorro aproximado del 40% si se tiene una presión de 2,5Kg y de más del 60% si es de 3Kg. (Ver Ilustración 16).



**Ilustración 16.** Ejemplo de Perlizador o Aireador.

**Fuente.** [www.ecotenda.net](http://www.ecotenda.net) 2008.

Para su instalación no se necesita realizar obras, solo basta con sustituir el filtro por el perlizador o aireador. Además, limita el caudal sin que se suponga una incomodidad al usuario para desarrollar cierta actividad.



**Ilustración 17. Ejemplo de Eyector perlizador.**

**Fuente.** [www.ecotenda.net](http://www.ecotenda.net) 2008

**Eyector perlizador.** Este dispositivo, es muy utilizado en llaves y grifos para cocinas y lavaderos, trabaja bajo dos funciones a chorro y lluvia, y brinda un ahorro del 40% de agua y la energía derivada de su calentamiento. *(Ver Ilustración 17).*

**Reductor volumétrico de caudal.** Este dispositivo permite reducir la presión y se ajusta a cualquier tipo de ducha que no posea una función economizadora, se instala fácilmente entre la grifería existente y el punto de salida del agua. Ofrece un 40% de ahorro tanto de agua como de energía. *(Ver Ilustración 18).*



**Ilustración 18. Ilustración 14.** Ejemplo de Reductor volumétrico de caudal.

**Fuente.** [www.ecotenda.net](http://www.ecotenda.net) 2008

### **Línea de equipos Hidrosanitarios.**

#### **✓ Lavamanos.**

Grifería para lavamanos de mesón, manos libres con sensor. Para agua fría. Con generador de energía incorporado. Sensor oculto y pico metálico cromado. Ajusta al rango de detección automáticamente. Consume 0.09 galones por ciclo en 10 segundos y no necesita punto eléctrico o batería para su funcionamiento. *(Ver Ilustración 19).* *(Catalogo Accesorios y Acabado 2009).*



**Ilustración 19.** Ejemplo lavamanos de sensor marca Toto. **Fuente.** **Catalogo Accesorios y Acabado 2009.**



**Ilustración 20** Ejemplo lavamanos de push marca

**Fuente.**

[www.directorioconstruccion.com](http://www.directorioconstruccion.com)

Accionamiento hidromecánico con liviana presión manual, cierre automático, control de higiene y consumo de agua fácil instalación y mantenimiento. Presión de trabajo de 57 psi tiempo de cierre medio 6 segundos. (Ver Ilustración 20). (Grifería Doccol,

*Accesorios y Acabado 2009).*

Válvula automática push metálica antivandálica, cierre automático, diseño robusto ideal para tráfico pesado, capsulas para graduar caudal, sale con tiempo de selle entre 3 a 9 segundos, presión de servicio 15 a 80 psi, higiénica y fácil de limpiar. (Ver

*ilustración 21) (Catalogo Grival 2009).*



**Ilustración 21.** Ejemplo lavamanos de push marca Grival

**Fuente.**

[www.directorioconstruccion.com](http://www.directorioconstruccion.com)



**Ilustración 22.** Ejemplo lavamanos de sensor marca.

**Fuente.** Catalogo y lista de precios griferías de sensor ACUAVAL 2010.

Grifería con sensor de proximidad o acercamiento. Usa cámara de engranaje, no válvulas solenoides válvula mezcladora de agua caliente y fría (opcional), trabaja con 4 baterías alcalinas o lithium. (+/- 3 años de servicio) modelo vanguardista, pico antivandálico disponible para lavamanos de 1 hueco, y plaquetas para 4" y 8". Difusor antivandálico (opcional) puede operar con corriente alterna o ac (opcional). (Ver ilustración 22) (Catalogo y lista de precios griferías de sensor ACUAVAL 2010).

### ✓ Duchas

Ducha antivandálica regadera tubular, 100% metálica válvula de control automática, con un rango de ciclo entre 20 y 40 segundo. (Ver Ilustración 23) (Catalogo Grival 2009).

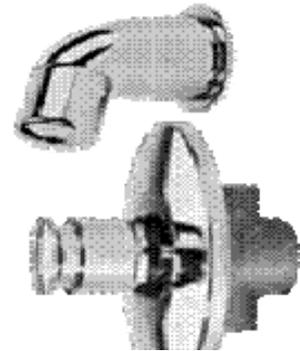


**Ilustración 23.** Ejemplo ducha antivandálica marca Grival.

**Fuente.** www.fv.com.ar 2010



Ducha tipo push y rociador antivandálicos, ideal para el ahorro de agua, cuerpo en latón, con acabado cromado. Cartucho temporizado de 15 a 20 segundos, presión mínima de 8psi y máxima de 59psi. (Ver ilustración 24) (ACUAVAL, 2010).



**Ilustración 24.** Ejemplo ducha antivandálica marca

**Fuente.** www.fv.com.ar 2010

### ✓ Sanitarios

Grifería de sensor para sanitario bajo consumo de agua.

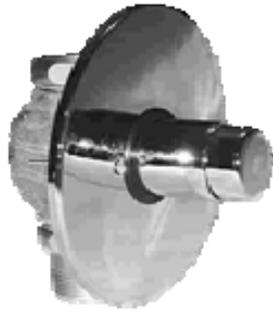


Trabaja con 4 baterías alcalinas o lithium. (+/- 3 años de servicio), usa cámara de engranaje, no usa válvulas solenoides. Sensores programables (distancia - lavado), modelo robusto. Caja anti vandálica. Para conexión a racor plástico o en bronce. Permite descarga manual. (Ver ilustración 25) (ACUAVAL, 2010)

**Ilustración 25.** Ejemplo sanitario de sensor marca

**Fuente.** www.acuaval.com 2010

Válvula antivandálica para sanitarios. Cuerpo en latón resistente a la corrosión, vida útil superior a 150.000 ciclos (sin cambio de repuesto), filtro incorporado,



producto ideal para ubicaciones de gran afluencia de público, cierre automático, bajo consumo de agua. (Ver ilustración 26) (Grival, 2009)

**Ilustración 26.** Ejemplo sanitario antivandálico marca.

**Fuente.** www.acuaval.com 2010.

### ✓ Orinales

Grifería de sensor para orinales bajo consumo de agua. Trabaja con 4 baterías alcalinas o lithium. (+/- 3 años de servicio), usa cámara de engranaje, no usa válvulas solenoides. Sensores programables (distancia - lavado), modelo robusto. Caja antivandálica para conexión a racor plástico o en bronce. Permite descarga manual. (Ver ilustración 27) (ACUAVAL, 2010).



**Ilustración 27.** Ejemplo orinal de sensor marca sloan.

**Fuente.** www.acuaval.com 2010.



**Ilustración 28.** Ejemplo orinal antivandálico marca

**Fuente.** Catalogo Accesorios y Acabado 2009.

Grival válvula antivandálica para orinales. Cuerpo en latón resistente a la corrosión, mantenimiento y limpieza del cartucho fácil y rápido, filtro incorporado, botón y escudo antivandálico con acabado en cromo, producto ideal para ubicaciones de gran afluencia de público. (Ver ilustración 28) (Grival, 2009).

### 3.7.7 Análisis costo/beneficio

En la actualidad se considera que una de las mejores opciones para ahorrar agua y economizar dinero el cual se refleja en la disminución del costo de la factura del servicio, es la de hacer el cambio de las griferías tradicionales a una de tecnología ahorradora.

Para determinar el análisis costo/beneficio de instalar una nueva tecnología, se estima que con la grifería tradicional se desperdicia en total 8m<sup>3</sup>/mes por dejar la llave mal cerrada para lavamanos y duchas con funcionamiento a manija, 20m<sup>3</sup>/mes para orinales y 30m<sup>3</sup>/mes para sanitarios.

Ecuaciones.

$PE$  = Pérdidas Económicas (\$/mes)

$P$  = Pérdidas (m<sup>3</sup>/mes)

$C$  = Costo m<sup>3</sup>/mes

$No. UCI$  = No. De unidades a cambiar e instalar

$A\$$  = Ahorro (\$/mes)

$A\%$  = Ahorro (%)

$A$  = Ahorro (m<sup>3</sup>/mes)

$\%AE$  = (%) Ahorro por equipo hidrosanitario Estimado

$TRI$  = Tiempo en recuperar la Inversión (meses)

$I$  = Inversión (\$)

$$PE \left( \frac{\$}{mes} \right) = P \left( \frac{m^3}{mes} \right) \times C \left( \frac{\$}{m^3} \right) \times No. UCI$$

**Ecuación 12.** Cálculo de las Pérdidas Económicas (\$/mes)

$$A\$ \left( \frac{\$}{mes} \right) = A\% (\%) \times PE \left( \frac{\$}{mes} \right)$$

**Ecuación 13.** Cálculo del Ahorro económico (\$/mes)

$$A \left( \frac{m^3}{mes} \right) = P \left( \frac{m^3}{mes} \right) \times \%AE$$

**Ecuación 14.** Cálculo del Ahorro en el consumo de agua potable (m<sup>3</sup>/mes)

$$TRI (meses) = I (\$) \div A \left( \frac{\$}{mes} \right)$$

**Ecuación 15.** Cálculo del tiempo en recuperar la Inversión (meses)

No. De unidades a cambiar e instalar		Marca	Tecnología	Consumo Línea Institucional	Costo unidad (\$) a 2010 IVA incluido	Inversión (\$)	Costo m <sup>3</sup> /mes (EAAB)	Pérdidas (m <sup>3</sup> /mes) Estimado	Pérdidas Económicas (\$/mes)	(%) Ahorro por equipo hidrosanitario Estimado	Ahorro (\$/mes)	Ahorro (m <sup>3</sup> /mes)	Tiempo en recuperar la Inversión (meses)
Lavamanos	304	Toto	Sensor	2L/Ciclo	\$ 904.000,00	\$ 274.816.000,00	\$ 2.210,07	8	\$ 5.374.890	0,45	\$ 2.418.700,61	3,6	114
		Grival	Válvula Automática	6 L/min	\$ 149.900,00	\$ 45.569.600,00							19
		Docol	Accionamiento hidromecánico	6 L/min									
		Sloan	Sensor	2L/Ciclo	\$ 904.000,00	\$ 274.816.000,00							114
Duchas	208	Grival	Válvula antivandálica	8,3 L/min	\$ 249.900,00	\$ 51.979.200,00	\$ 2.210,07	8	\$ 3.677.556	0,45	\$ 1.654.900,42	3,6	31
		Docol	Válvula antivandálica	6 L/min									
Sanitarios	96	Grival	Válvula antivandálica	6 L/Descarga	\$ 159.900,00	\$ 15.350.400,00	\$ 2.210,07	30	\$ 6.365.002	0,45	\$ 2.864.250,72	13,5	5
		Sloan	Sensor	6 L/Descarga	\$ 904.000,00	\$ 86.784.000,00							30
Orinales	96	Grival	Válvula antivandálica	4 L/Descarga	\$ 205.900,00	\$ 19.766.400,00	\$ 2.210,07	20	\$ 4.243.334	0,45	\$ 1.909.500,48	9	10
		Sloan	Sensor	4 L/Descarga	\$ 904.000,00	\$ 86.784.000,00							45

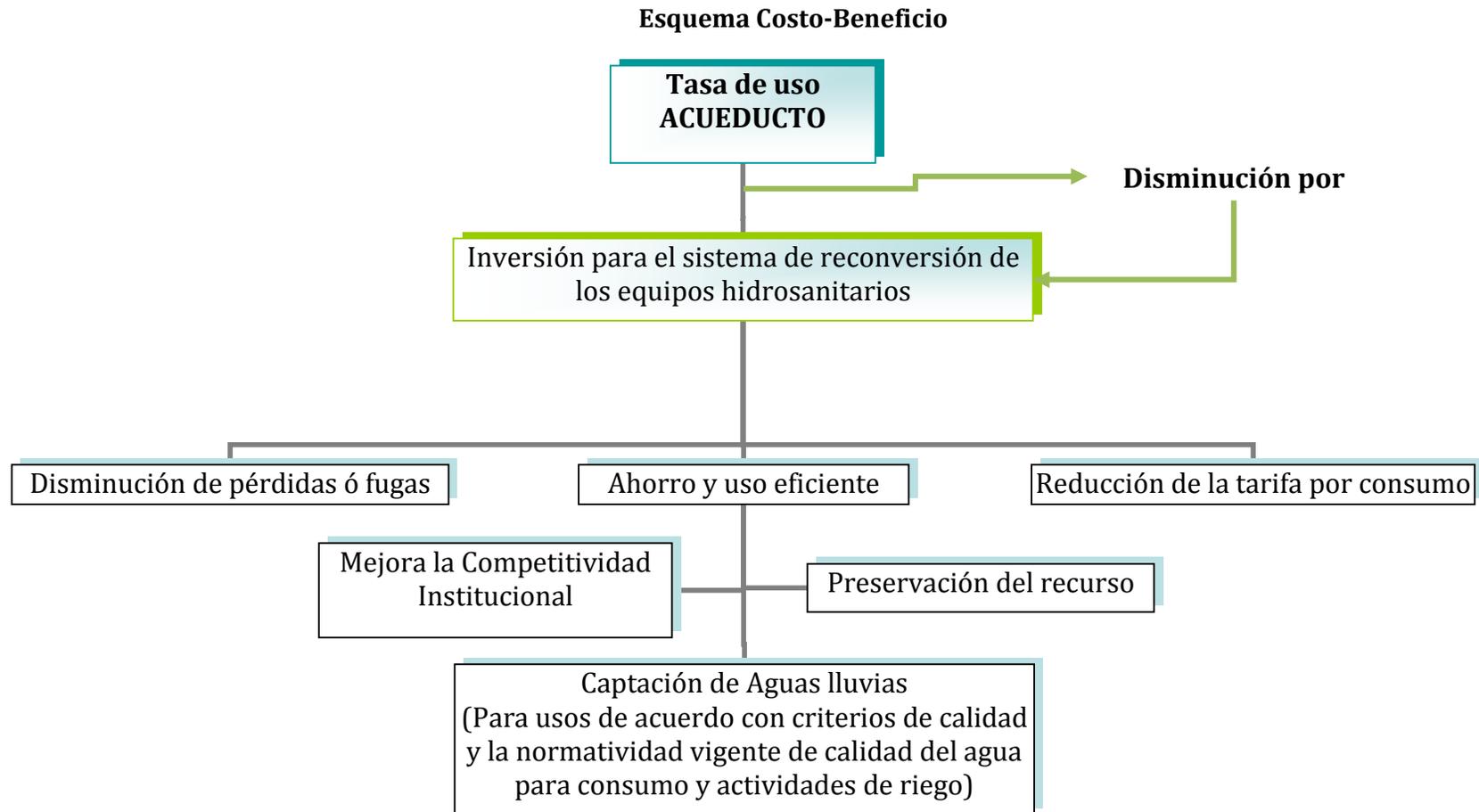
**Tabla 23.** Análisis Costo beneficio.

Fuente. Autoras, 2010

En la tabla 23 se hizo un análisis acerca de las diferentes tecnologías identificando los caudales de cada una y las más eficientes, se muestra las pérdidas tanto económicas como en metros cúbicos de agua si no se cambian los equipos hidrosanitarios tradicionales que existen en la Escuela a los equipos ahorradores, y los tiempo en recuperar la inversión dependiendo de la tecnología seleccionada. Para seleccionar las mejores tecnologías se recomienda mirar los caudales de cada equipo; independientemente de los costos es importante que estos equipos sean los más económicos en el mercado en cuanto a consumo de agua, ya que la inversión que se haga para el cambio de estos se recuperará con el costo en el ahorro en m<sup>3</sup> de agua que se dé mes a mes en un determinado periodo de tiempo.

La inversión general se recuperaría en un periodo de dos a nueve años aproximadamente, después de este tiempo y durante la vida útil de los aparatos hidrosanitarios que es de aproximadamente 15 años son utilidades para la Escuela, el cual se ve reflejado en el costo de la factura de servicio tanto de acueducto como de alcantarillado.

En la figura 5 se muestra el esquema costo beneficio del PAYUEDA en la ECSAN. La disminución de pérdidas o fugas está relacionado con la reconversión de los equipos hidrosanitarios tradicionales, el ahorro y uso eficiente con la preservación del recurso hídrico el cual se asegura para generaciones futuras y así mismo mejora la competitividad de la Escuela convirtiéndola en ejemplo a seguir por otras instituciones en cuanto a la gestión integral del recurso hídrico.



**Figura 5.** Esquema Costo- Beneficio.

**Fuente.** Autoras, 2008

### **3.8 QUINTA ETAPA: IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA**

Inicialmente se debe preparar por parte de la dirección de la ECSAN y en compañía con el coordinador del programa, una política organizacional para la implementación del PAYUEDA; en este documento debe quedar estipulados claramente los compromisos de la institución frente al programa, teniendo en cuenta que desde aquí se constituye la base del Plan de Gestión Integral del Agua, así como una visión unificadora de la preocupación de toda la ECSAN sobre este tema.

Dentro de los compromisos adquiridos para la política organizativa del agua POA está la optimización continua del recurso hídrico y el cumplimiento de todos los aspectos legales y normativos, lo que permite un mejor desarrollo del programa.

Por otra parte es muy importante tener en cuenta el Subprograma educación y capacitación con lo que se podría mejorar la eficiencia y crear conciencia de la necesidad y facilidad del sector para implementar prácticas de uso racional del agua. Una posible metodología para desarrollar las diferentes capacitaciones, charlas, foros, conferencias, entre otras actividades y mantener el programa, se presenta a continuación:

- Proponer unos objetivos y justificación para su desarrollo.
- Establecer el alcance de la actividad a desarrollar.
- Metodologías empleadas: estrategias de difusión, (Volantes, folletos, pancartas, etc.)
- Monitorear constantemente el programa
- Retroalimentar el programa
- Mostrar resultados obtenidos con la aplicación de las alternativas y/o estrategias propuestas inicialmente.

En la cuadro 12 se muestra el cronograma y plan de seguimiento para la implementación y desarrollo del PAYUEDA en la ECSAN el cual debe ser realizado periódicamente.

**Cuadro 5.** Plan y Cronograma de implementación.

PLAN Y CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION														
TIEMPO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4	
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1. CAPACITACION Y EDUCACION														
2. SUBPROGRAMA DE MINIMIZACIÓN														
2.1 RECONVERSION DE TODO EL SISTEMA HIDRAULICO A EQUIPOS ECONOMIZADORES														
2.2 AFOROS DE LAS UNIDADES HIDRAULICAS.														
3. ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL CONSUMO														
4. SEÑALIZACION														
5. SEGUIMIENTO Y CONTROL														
6. ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS														
7. DIFUNDIR RESULTADOS														
Es importante mencionar que el PAYUEDA debe ser un proceso continuo, por eso de acuerdo con este plan se deben repetir cada tres meses y medio todas las actividades propuestas, a partir del inciso 2.2 hasta el inciso 7, y el inciso 1; y de esta manera lograr monitorear el PAYUEDA y revelar si las medidas tomadas fueron exitosas o ineficientes. A demás se pueden identificar los aspectos en donde el programa requieren modificaciones o mejoras.														

Fuente. Autoras, 2009.

### 3.9 SEXTA ETAPA: ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA MANTENER EL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

Es importante mencionar, que para que todo lo anteriormente planteado pueda llevarse a cabo y sea un proceso continuo se requiere que el PAYUEDA planteado para la ECSAN cumpla con las siguientes condiciones:

- ✓ Expresarse como un compromiso no solo de la alta Dirección de la Escuela, sino de cada uno de los, Cadetes, Oficiales y trabajadores de la misma.
- ✓ Incluir el programa en las políticas de la ECSAN, de manera que todos los involucrados puedan entender los beneficios ambientales o económicos, que se derivarán de su aplicación.

- ✓ Los resultados obtenidos del programa deben ser medibles y enfocados a una mejora continua.

#### **CAPITULO 4 ANALISIS DE RESULTADOS**

Los problemas relacionados con el desarrollo de estrategias para la formulación e implementación de programas de ahorro y uso eficiente del agua son de diferente índole, entre ellos, los patrones culturales relacionados con las prácticas tradicionales de uso considerando acciones puntuales y no procesos continuos a través del tiempo, la responsabilidad que asuman las personas, la disposición, la debilidad en la conceptualización sobre la gestión integrada del recurso hídrico y las limitaciones para comprender el ciclo hidrológico, el cual de no hacer un uso eficiente, en tiempos futuros se presentarán problemas de escases relacionándolo con enfermedades por la mala calidad del recurso hídrico.

Por otro lado, el plantear programas de ahorro y uso eficiente del agua por parte de las empresas prestadoras de servicios públicos de abastecimiento de agua, se ha visto como un obstáculo para la generación de ingresos, porque se ha considerado como un factor en la disminución de los costos de la factura, sin considerar los demás beneficios involucrados en el uso eficiente del recurso, como es la disminución de las aguas residuales, disminución de insumos, gastos operacionales, equidad de la prestación del servicio etc. Aun que es importante aclarar que las empresas de servicios públicos deben garantizar la continuidad del servicio, por lo cual se basa en su responsabilidad social la creación de estos programas, en donde se optimice el uso eficiente a los recursos naturales, y en el cual no se involucre la cantidad de dinero perdido por la reducción del consumo del usuario, sino las buenas prácticas para el uso del recurso.

Por otra parte, después de desarrollar la metodología planteada en la tesis de grado Diseño de un programa de ahorro y uso eficiente del agua en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, se encontró que la

población perteneciente a esta Institución cuenta con buenas prácticas para el uso y ahorro eficiente del agua, puesto que según el registro de los recibos, la dotación es de 145L/hab/día valor que está por debajo del consumo estipulado en el RAS el cual corresponde a 150L/hab/día, esta dotación se obtienen de acuerdo con el nivel de complejidad de la Escuela, el cual corresponde a un nivel de complejidad *BAJO* de acuerdo con la población la cual es de 1520 habitante, (*Ver Anexo 5. Tabla 51 y 52*) y también por la dotación que sugiere Pérez Carmona y Granados de 350L/hab/día para instituciones militares o cuarteles. Sin embargo, se plantea que para dar continuidad a estos consumos, se puede lograr disminuir a través de la propuesta de captación y aprovechamiento de agua lluvia, campañas de capacitación en cuanto a educación ambiental dictadas a todo el personal de la ECSAN, el cambio o reconversión de los equipos hidrosanitarios tradicionales y los que presenten fugas por goteo o deterioro a las nuevas tecnologías.

Para evaluar los consumos se desarrollaron las actividades de encuestas, inventario y aforo de las unidades hidrosanitarias; para los aforos se tomo como referencia teórica las especificaciones técnicas de los equipos por parte de los fabricantes y las encuestas se tomaron como punto de referencia para conocer los tiempos efectivos de uso de los equipos y frecuencias de uso, en general para identificación de hábitos diarios; estos resultados obtenidos se compararon con los consumos registrados en las facturas del servicio de acueducto y alcantarillado tomando un periodo de tiempo de tres (3) años, desde 2007 a 2009 con datos de enero de 2010. Luego se plantearon los procedimientos de cálculos para identificar los patrones de consumo y el balance general del agua, con los resultados se identifico cuales eran las zonas donde se presentan los consumos más altos y los más bajos de los cuales se obtuvo que el uso de los equipos hidrosanitarios en áreas comunes, es donde se presenta más consumo con  $4919, \text{m}^3/2_{\text{meses}}$  seguido del grupo de Cadetes con  $4819,2 \text{ m}^3/2_{\text{meses}}$  y las áreas con menos consumo son las perreras y pesebreras con  $49,6 \text{ m}^3/2_{\text{meses}}$  y  $14,3 \text{ m}^3/2_{\text{meses}}$  respectivamente.

Con el análisis de los patrones de consumo cuyos cálculos se dan por habitante día se logró identificar que personal consume más agua a diario en la Escuela, el cual

corresponde al grupo de oficiales con un consumo de 113,5L/hab/día de lunes a viernes y 95,5L/hab/día, 97,7L/hab/día sábados y domingos respectivamente y los que menos consumen el personal del área administrativa con 59,06 L/hab/día de lunes a viernes y 57,8 L/hab/día, 47,8 L/hab/día sábados y domingos respectivamente. Por otra parte identificando el consumo diario por actividad, se encontró que en el casino de oficiales y comedor de Cadetes se consumen 13046L/día de agua para la preparación de alimento seguido del uso de duchas y orinales con 38,69m<sup>3</sup>/día y 18,32m<sup>3</sup>/día respectivamente por el grupo de Cadetes.

No obstante de acuerdo con el estudio realizado para identificar el ahorro potencial del agua, se identificó que el programa es viable, ya que si se realizara el cambio de unidades tradicionales y en mal estado a una tecnología eficiente se podría pasar de un gasto de 13192m<sup>3</sup>/2\_meses registrado en la factura a 8135,9m<sup>3</sup>/2\_meses con un ahorro de 5056.1,4m<sup>3</sup>/2\_meses de acuerdo con los cálculos realizados en el balance general del agua, esto en términos económicos sería de \$ 174.931.460,64 anual a \$ 107'885.811,55 con un ahorro \$67'045.649,09 anual que corresponde al **38,3%** (*Ver Tabla 24*).

En cuanto a la propuesta de captación y aprovechamiento de agua lluvia se debe tener presente que el sistema está diseñado para las condiciones hidrológicas presentadas en la Tabla 14, en que se detallan precipitaciones correspondientes al periodo de diseño seleccionado desde 1976 hasta 2009 correspondiente a 33 años, por lo tanto, el diseño puede variar si las condiciones no se asemejan a las presentadas anteriormente, y el volumen de agua captada puede ser mayor o menor, dependiendo de estos factores.

Debido a que éste proyecto consiste únicamente en la ingeniería conceptual del diseño de un PAYUEDA y la propuesta para la captación y aprovechamiento de agua lluvia, no se presentan los detalles de instalación y construcción del sistema, por lo tanto para la implementación se recomienda hacer levantamientos en campo de los planos de la red de distribución de agua potable y de aguas negras, todo esto para el diseño y cuantificación exacta de los componentes del sistema y su ubicación.

<b>AHORRO DE AGUA Y ECONÓMICO</b>											
<b>Equipo Hidrosanitario</b>	<b>Valor m3/mes</b>	<b>Consumo Actual</b>					<b>Consumo con ahorradores</b>				
		<b>\$/Año</b>	<b>L/día</b>	<b>m³/día</b>	<b>m³/mes</b>	<b>m³/2_meses</b>	<b>\$/Año</b>	<b>L/día</b>	<b>m³/día</b>	<b>m³/mes</b>	<b>m³/2_meses</b>
<b>Factura Anual</b>		<b>\$ 174.931.460,64</b>									
Lavamanos	<b>\$ 2.210,07</b>	\$ 13.508.397,12	16430,7	16,4	509,4	1018,7	\$ 3.746.042,13	4708,3	4,7	141,2	282,5
Sanitarios		\$ 54.153.937,51	65869,0	65,9	2041,9	4083,9	\$ 29.058.778,30	36523,2	36,5	1095,7	2191,4
Orinales		\$ 37.032.951,76	45044,3	45,0	1396,4	2792,7	\$ 23.956.274,77	30110,0	30,1	903,3	1806,6
Duchas		\$ 47.006.939,77	57175,9	57,2	1772,5	3544,9	\$ 13.337.860,85	16764,0	16,8	502,9	1005,8
Llaves externas (Monomadas)		\$ 9.092.606,34	11059,6	11,1	342,8	685,7	\$ 9.154.145,30	11505,6	11,5	345,2	690,3
Lavaplatos		\$ 10.780.080,00	13112,1	13,1	406,5	813,0	\$ 10.423.284,45	13100,7	13,1	393,0	786,0
Tanques de almacenamiento		\$ 2.634.813,63	3204,8	3,2	99,3	198,7	\$ 2.634.845,45	3204,8		99,4	198,7
<b>Nueva factura</b>		<b>\$ 107.885.811,55</b>									
<b>Ahorro económico anual</b>		<b>\$ 67.045.649,09</b>									
<b>% de Ahorro</b>		<b>38,3%</b>									

**Tabla 24.** Cálculo del ahorro de agua y económico.

**Fuente.** Autoras, 2010.

## CAPITULO 5 CONCLUSIONES

1. Para un PAYUEDA se debe tener bien definido e internalizado en nuestro conocimiento que escasez no es solo la falta de agua sino tiene implícito el concepto de calidad, debido a que si nuestras fuentes son aguas contaminadas su uso y consumo se torna imposible y se transforma en uno de los problemas ambientales más perentorios; esto se fusiona y es agravado por el desorden urbanístico que enfrentan las metrópolis Colombianas con los altos índices demográficos altamente crecientes en el día a día, por el éxodo del campo a las ciudades, no en vano a esto se suman los deterioros de las fuentes hídricas naturales las cuales son alimentadas diariamente por agua provenientes de bocatomas de las alcantarillas municipales y grandes industrias, teniendo aun una legislación que lo controle. Cuando llegue la hora en la cual no contemos con una gota de agua para nuestro subsistir comprenderemos el problema del agua, intuyendo sus graves repercusiones geopolíticas, económicas y sociales. Por ello llegó el momento de cambiar la situación avocándose al desarrollo de programas en caminados a la gestión integral de recurso hídrico en Colombia.
2. El PAYUEDA es una herramienta de carácter preventivo que permite formular estrategias, metas y soluciones a corto, mediano y largo plazo, dependiendo del contexto de desarrollo del proyecto, estas están en función de mantener y conservar el recurso hídrico teniendo en cuenta que es un elemento esencial, único e insustituible para la supervivencia de la humanidad; además, permite generar una cultura de ahorro y uso racional en los Cadetes y demás personas involucradas, sin embargo, es muy importante aclarar que para cumplir a cabalidad estos aspectos se requiere del compromiso y apoyo de las autoridades ambientales, administración municipal y de la Escuela, para que de esta forma la reducción del consumo sea segura.

3. De acuerdo con las actividades académicas y administrativas en la Escuela, se permitió definir los lineamientos requeridos para el diseño de un Programa de Ahorro y Uso eficiente del agua en la ECSAN, los cuales se enmarcan en la normatividad Nacional vigente, lo cual permite verificar la continuidad de las acciones tendientes al uso eficiente del agua y así minimizar las amenazas en cuanto a la seguridad del recurso ambiental local y/o global.
4. Reconociendo que el tema es de elevada importancia, el éxito del programa depende de la participación de la comunidad de la ECSAN, de las estrategias que se planteen durante su desarrollo; a esto se suma la importancia de identificar responsablemente las prácticas para el control y vigilancia del programa a través del comité de veeduría y demás dependencias involucradas en su seguimiento y control, cuya gestión debe estar encaminada a mejorar y fortalecer aspectos del programa en función de una mejora continua.
5. Con los resultados obtenidos en las encuestas dirigidas al grupo de Cadetes, administrativos y personal manipulador de alimentos, se identificó la necesidad de capacitar a las personas en cuanto a la gestión integral del recurso hídrico, exponer los resultados del programa periódicamente para mostrar la importancia de hacer un uso adecuado y que de alguna manera las actividades diarias afectan la conservación del recurso al no tomar estas medidas.
6. En cuanto al subprograma de capacitación y educación como alternativa de concientización para hacer uso racional del recurso puede no ser muy eficiente, debido a que muchas veces es difícil que la gente cambie sus costumbres y hábitos, pero se hace necesario realizarlo para que los Cadetes, administrativos y demás personas involucradas en el programa adapten nuevos hábitos.
7. De acuerdo con los análisis desarrollados en el trabajo se observa que una de las mejores alternativas para que disminuyan los consumos en la Escuela es la captación de las aguas lluvias para suplir necesidades que no exijan aguas de alta calidad como por ejemplo, limpieza de interiores y exteriores y riego de zonas verdes, hacer la reconversión o adaptación de tecnologías de bajo consumo,

teniendo en cuenta que esto obliga a las personas a usar del agua lo estrictamente necesario.

8. Finalmente y de acuerdo con los resultados obtenidos se considera que el proyecto es técnicamente viable y se cumple con el objetivo general, dado que si se consideran las alternativas de reconversión de los equipos hidrosanitarios tradicionales a los de bajo consumo, la precipitación de la zona y el espacio disponible de áreas potencialmente usadas para la propuestas de captación y aprovechamiento de agua lluvia, se logra abastecer para los usos de limpieza de exteriores e interiores y riego de zonas verdes, generando ahorros tanto de agua potable como económicos.

En la actualidad cualquier entidad o institución, al mantener una absoluta soberanía y control respecto a la gestión del recurso hídrico, evitará riesgos futuros que pueden serles fatales en el desarrollo de las actividades diarias y su productividad.

## 5.1 RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el estudio en la ECSAN acerca del recurso hídrico y la identificación de las posibles alternativas para disminuir el consumo de agua potable se exponen las siguientes recomendaciones.

### 5.1.1 Sanitarios.

1. Para mejorar los consumos excesivos de agua en los baños y demás dependencias de la ECSAN es recomendable sustituir las unidades ineficientes, deterioradas por el uso y el tiempo, por unidades de bajo consumo (1,6 galones por vaciado), esta opción representa los mayores ahorros en consumo de agua. Existen tres tipos de sanitarios, vaciados por gravedad, vaciados por válvula y de tanque presurizado siendo este último el más moderno y mejor diseñado pero también el más costoso, según el Centro de Producción más Limpia 2002.
2. Además de esto en la ECSAN el equipo de control y veeduría encargado del desarrollo del programa debe realizar un mantenimiento y verificar periódicamente que los accesorios de las unidades hidráulicas estén en buenas condiciones, funcionen correctamente, no presenten fugas dentro del sistema, deben colocar avisos publicitarios en los cuales se recuerde a los usuarios mantener la llave cerrada mientras no se está utilizando y cuando se termine de usar dejarla bien cerrada en caso que sea de manija .

Cuando se desee reemplazar las unidades se deben tener en cuenta los siguientes factores (*CPL 2002.*):

- ✓ Reemplazar las unidades hidráulicas de mayor uso.
- ✓ Escoger el tipo de sanitario según el nivel de uso y el potencial de desuso.
- ✓ Conocer la infraestructura del sistema de alcantarillado.
- ✓ Tener en cuenta si la presión del agua en las instalaciones es la suficiente.

### **5.1.2 Usos Domésticos.**

Recomendaciones según hábitos.

- 3.** Durante la preparación de alimentos las personas que estén a cargo deben utilizar un recipiente con agua limpia para lavar los alimentos que se vayan a utilizar, no dejar correr el chorro de la llave; el agua donde se cocinen las verduras o frutas puede ser reutilizada para preparar otros alimentos teniendo en cuenta la higiene como lo estipula el Decreto 3075 de 1997 en sus artículos 7 y 8, Buenas prácticas de manufactura y Abastecimiento de agua, literal k, l, ll, m, respectivamente. Por otra parte se debe dejar descongelar los alimentos anticipadamente para evitar emplear directamente el chorro de la llave, cada vez que se haga uso de esta, verificar que al cerrarla se controle el goteo. Durante el lavado de loza se recomienda retirar los residuos de comida antes y cerrar la llave mientras se enjabonan, durante la limpieza del cuarto de almacenamiento de alimentos preferiblemente no utilizar mangueras o que estas tengan un sistema que le permita graduar la salida del agua o utilizar baldes para disminuir el consumo, todo esto teniendo en cuenta que en la ECSAN actualmente se preparan alimentos y se realiza el aseo diario para aproximadamente mil quinientas veinte (1520) personas entre Cadetes y cuerpo administrativo, esto demanda diariamente el consumo de una gran cantidad de agua.
- 4.** En la limpieza de exteriores e interiores utilizar un sistema de lavado a presión o emplear un balde con agua, esto permite medir la cantidad de agua que se está consumiendo en el aseo del lugar, por otra parte también se puede hacer la recolección de aguas lluvias para realizar la limpieza de áreas comunes.

### 5.1.3 Duchas.

5. La ducha es otro equipo hidrosanitario que permite ser adecuado para disminuir el consumo de agua; actualmente existen duchas convencionales que consumen de 3 a 7gal/min a una presión de 60psi (*CPL 2002*), pero afortunadamente en el mercado se encuentran duchas con un consumo de 2.2 gal/min que han demostrado tener un buen desempeño, otras ventajas que tienen estos aparatos es que no solo ahorran agua, también ahorran energía eléctrica al momento de calentar el agua.

Las actividades que se pueden desarrollar en la Escuela para el ahorro de agua son:

- ✓ Durante el baño tomar duchas breves y mantener la llave cerrada mientras se enjabona.
- ✓ Cuando se empieza el baño diario se puede recoger el agua fría que sale al inicio y emplearla en otros usos por ejemplo en bajar la cisterna, para el aseo del mismo baño o para los pisos de las instalaciones, etc.
- ✓ El usuario puede actuar como vigilante en el control de ahorro ¿cómo? Verificando que al cerrar la llave no presente goteos o fugas, en caso de que se presenten se debe proceder al aviso inmediato al personal de mantenimiento y/o personal encargado, con el fin de realizar inmediatamente el cambio del aparato por uno ahorrador ó acondicionarlo haciendo modificaciones en el sistema de conducción (instalación de discos de restricción de flujos) e instalación de válvulas de corte temporal (permiten reactivar el flujo a la temperatura previa del agua).

### 5.1.4 Lavamanos.

6. Actualmente los flujos en grifos varían entre 3 y 5gal/min, un grifo que gotee 1/gota/segundo puede desechar hasta 36 galones de agua en un día. Dentro de las alternativas propuestas para el mejoramiento y la eficiencia de los grifos en cuanto a ahorro están:

- ✓ Los grifos deben estar equipados con aireadores para controlar el flujo.
- ✓ Estar diseñados y manufacturados de modo que el flujo de descarga no exceda los 9.6L/min.
- ✓ Se debe ajustar las válvulas de flujo.
- ✓ Verificar periódicamente el sistema para detectar fugas.
- ✓ Instalar reguladores de flujo, estos se pueden instalar en las líneas de alimentación del grifo de agua caliente y fría.
- ✓ En cada uso verificar que la llave quede bien cerrada y no presente goteos.
- ✓ Como usualmente se desperdicia agua fría esperando que salga la caliente, esta se puede recogerse y utilizarse para el lavado y/o aseo del lavamanos.
- ✓ En los procesos de limpieza se recomienda emplear utensilios tales como esponjas, estropajos o cepillos, evitando usar el chorro a presión para retirar la mugre.
- ✓ Se recomienda a los Cadetes y a todo el personal administrativo que durante el cepillado de los dientes y al afeitarse mantener la llave cerrada y utilizar el agua necesaria empleando un recipiente o vaso.
- ✓ Durante el aseo de las manos cerrar la llave mientras se enjabona y no abrirla excesivamente.
- ✓ Si la estructura se encuentra muy deteriorada es recomendable reemplazar los grifos existentes por nuevos de bajo consumo. Actualmente existe tecnología que permite un ahorro eficiente del agua.

#### **5.1.5 Exteriores/Jardines.**

7. La ECSAN cuenta con una gran extensión de zonas verdes y jardines, y su respectivo sistema de riego. En la ECSAN también se puede reducir el consumo de agua a través de la implementación de prácticas eficientes de irrigación y sistemas ahorradores. Entre estos están.

- ✓ Las plantas y jardines se deben regar muy temprano o por las tardes, de esta forma el agua percola hasta las raíces permaneciendo aun más frescas. Durante el verano regar una vez al día y cada uno o dos días en invierno.
  - ✓ Diseño de jardines de bajo mantenimiento y bajos requerimientos de agua.
  - ✓ Si el riego se realiza con mangueras verificar que estas estén en buen estado así como las conexiones (que no presenten fugas y/o derrames), si se presentan estos inconvenientes se recomienda reemplazarla por mangueras de alta presión y bajo volumen.
  - ✓ Mantenimiento apropiado de los equipos de riego para garantizar su buen funcionamiento.
  - ✓ Distribuir adecuadamente el sistema de riego para garantizar que el agua sea distribuida uniformemente por todas las áreas.
  - ✓ Adecuar un sistema de almacenamiento de agua lluvia para regar las plantas interiores.
  - ✓ Se pueden instalar aspersores de alta presión y bajo volumen en grifos e inspeccionarlos frecuentemente para evitar taponamientos.
  - ✓ En lo posible efectuar la limpieza de las zonas exteriores utilizando baldes, escobas, cepillos, traperos u otros elementos y no emplear grandes cantidades de agua para retirar la mugre.
- 8.** Efectuar un seguimiento para evaluar los logros y alcances de las acciones tomadas para el aprovechamiento del PAYUEDA en la ECSAN, mediante la fijación de indicadores que muestren la evolución del programa así como también el comportamiento y la aceptación de las personas. Los indicadores permitirán establecer la efectividad de las estrategias propuestas, para que en el caso de no ser satisfactorias, se puedan generar ajustes o replanteamientos dirigidos al alcance de los objetivos propuestos inicialmente para el programa. Si por el contrario los indicadores arrojan resultados satisfactorios, mantener las estrategias propuestas.

9. El compromiso en el desarrollo del PAYUEDA debe ser de todas las partes involucradas, ya que con esto se demuestra la importancia de su participación y la responsabilidad en cuanto a la gestión integral del agua ya sea en la Escuela o en cualquier otro entorno que se encuentren.

## 5.2 BIBLIOGRAFÍA

1. ALZATE V, Isabel Cristina. Línea de Uso Eficiente y Calidad del Agua. Universidad Pontificia Bolivariana. Colombia 2009.
2. ARREGUÍN CORTÉZ, Felipe. Uso eficiente del agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. CEPIS Publicaciones. México 2000.
3. BALLÉN SUÁREZ, José Alejandro; GALARZA GARCÍA, Miguel Ángel y ORTIZ MOSQUERA, Rafael Orlando. Sistemas de Aprovechamiento de Agua lluvia para vivienda urbana. VI SEREA Seminario Iberoamericano. Brasil 2006 12p
4. CARDIQUE, Glosario de Términos Ambientales. Colombia 2002 550p
5. CORPOGUAVIO. Guía para la formulación del programa para el uso eficiente y ahorro del agua PUEAA. Subdirección de gestión ambiental. Colombia 2009.
6. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitarias y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guía de diseño para captación del agua de lluvia. Lima 2001. 18 p.
7. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitarias y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS). Especificaciones Técnicas Captación de agua lluvia para consumo humano. Lima 2003. 9 p.
8. Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI); Colegio de Posgrados (COLPOS). Diseño de captación del agua de lluvia. México 2007. 52 p.
9. CRITES, Ronald. Sistema de Manejo de Aguas Residuales para núcleos pequeños y descentralizados. McGraw-Hill. España 2000. 1108 p.
10. DOUROJEONNI, Axel y JOURAVLEV, Andrei. Recursos Naturales e Infraestructura. Crisis de gobernabilidad en la Gestión del Agua. Serie 35 Santiago de Chile 2001. 83 p.
11. Diccionario Real Academia de la Lengua. Edición 22. 2001.

12. FRANQUET BERNIS, Josep María. Calculo hidráulico de las conducciones libres y forzadas. Una aproximación de los métodos estadísticos. 1ª Ed. España 2005. 589 p.
13. FRANCÉS, Antonio. Estrategias y Planes para la Empresa con el cuadro de Mando Integral. 1ª Ed. México 2006 507 p.
14. FORTEZA Luis M. Tesis de Master. El agua, un bien en vías de escasez una nueva cuestión en la Seguridad y Defensa Hemisférica. Universidad del Salvador, Colegio Interamericano de Defensa. Washington DC, 2005. 122 p.
15. GARDUÑO VELASCO, Hector. Uso Eficiente del agua. Uruguay 1994.
16. GRANADOS. Hidráulica En Las Edificaciones. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Colombia 1989.
17. HERNÁNDEZ MATIZ, Andrea Lucía. Tesis de grado ahorro y uso eficiente del recurso agua en una empresa del sector de aceites y grasas vegetales. Universidad de la Salle. Colombia 2007. 166 p.
18. HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, Floriana. Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso, manejo integrado de la subcuenca alta del rio grande en la sierra norte, Oaxaca. México 2000. 24 p.
19. IDEAM. Estudio Nacional del Agua. Colombia 2004. 39 p.
20. JIMENÉZ MARÍN. Alejandra; MARÍN ARIAS. Marcela. Tesis de grado Diseño de un programa de uso eficiente y ahorro del agua para el acueducto "Asamun" de la vereda mundo nuevo de la ciudad de Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia 2007. 103 p
21. KESTLER ROJA. Patricia Jamilette. Tesis de grado, Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda. Universidad Rafael Landívar. Guatemala 2004. 64 p.
22. LOPEZ CUELLAR, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Escuela Colombiana de Ingeniería 2a. edición 2003.
23. MARTINEZ Bencardino Ciro. Estadísticas y Muestreo, 2º Ed. 2005

24. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía del ahorro y uso eficiente del agua. Dirección general Ambiental. Colombia 2002. 36 p.
25. OJEDA B, Eduardo Orlando y ARIAS URIBE, Raúl. Informe Nacional Sobre La Gestión Del Agua En Colombia. Recursos Hídricos, Agua Potable y Saneamiento. Colombia 2000. 120 p.
26. PALACIO CASTAÑEDA, Natalia. Trabajo de Monografía para optar al título de Especialista en Manejo y Gestión del Agua, Universidad de Antioquia, Escuela Ambiental Especialización en manejo y gestión del agua. Medellín. 2010. 60 p.
27. PERÉZ CARMONA. Rafael. Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. 2ª Ed. Colombia 1997. 537 p.
28. PINEDA ZUÁRES, Carlos Julio y GIRALDO SAMPER, Marcela. Agua y vida en Colombia: apuntes y conclusiones foro Paipa 2007. Editorial Politécnico Grancolombiano 2008. 278 p.
29. SÁNCHEZ, Luis Dario y SÁNCHEZ TORRES, Arlex. Uso Eficiente Del Agua. Ponencias sobre una perspectiva general temática. IRC; CINARA. Colombia 2004. 76 p.
30. RIGIOLA LAPEÑA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales. agua de procesos y residuales. Alfa omega Colombia 1999. 160 p.
31. ROBERTO R. M. Z. La problemática global del agua 2005.
32. TOBÓN Olga Lucia. Presentación: Ahorro y Uso Eficiente del Agua En La Industria Colombiana. 2002. 40 p.
33. TOLEDO GUTIERRÉZ, Marco A. Presentación: Estado del arte en las tecnologías de accesorios ahorradores de agua, la normatividad en México y métodos de prueba. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), 3er Seminario Nacional de uso eficiente de la energía y agua Tlaxcala, Mexico 2005. 30p
34. TORO, Bibiana. 2008. Ecología Cotidiana, uso racional de agua

35. TORSTEN Lingner, Trabajo Técnico. Reciclaje de aguas grises – Una solución eficaz en ecología y economía. 2003. 4p
36. TORRES SOTELO J. E. Apuntes de hidráulica general y agrícola. Primera y segunda parte. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Valencia, 1970.
37. VIDAL ARIZABALETA, Elizabeth. Diagnóstico Organizacional, Evaluación Sistémica del desempeño empresarial en la era digital. 1ª Ed. Eco Ediciones. 2004. 310 p.

#### Páginas web consultadas

1. <http://www.fnca.eu/congresoiberico/documentos/c0311> 2008.
2. <http://www.portal.aragon.es/portal/page/portal/medioambiente/eduamb/se ncibilizacion/catalogo/indice/8> 2008.
3. <http://www.waterymex.org/3sem.htm> 2008
4. <http://www.ecotenda.net>. 2008
5. <http://www.sabesp.com.br>. 2008
6. <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/repind48/uso/uso.html> . 2008.
7. <http://www.cnpml.org/html/archivos/GuiasDocumentos> 2008
8. [http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img\\_upload](http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload) 2008
9. <http://www.ideam.gov.co/publica/ena> 2008
10. [http://www.vitalis.net/III seminario Ahorro y uso eficiente de agua](http://www.vitalis.net/III%20seminario%20Ahorro%20y%20uso%20eficiente%20de%20agua) 2008
11. [http://www.unesco.org/uy/phi/libros/uso\\_eficiente/cap3.html](http://www.unesco.org/uy/phi/libros/uso_eficiente/cap3.html) 2008.
12. [http://www.eraecologica.org/revista\\_04/era\\_ecologica\\_4.htm?ahorrar\\_agua.htm~mainFrame](http://www.eraecologica.org/revista_04/era_ecologica_4.htm?ahorrar_agua.htm~mainFrame). Revista La Era Ecológica # 4. 2009
13. [http://www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book\\_waterontap\\_enespanol\\_full.pdf](http://www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book_waterontap_enespanol_full.pdf) f. 2009
14. [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=187](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=187)  
Revista internacional de Ciencias de la Tierra. 2009
15. <http://www.irc.nl/content/download> 2009
16. [http://www.economiaygestion.net/analisis\\_dafo.html](http://www.economiaygestion.net/analisis_dafo.html). 2009

17. <http://www.aguasanitarias.com/capitulo2-paradiseno-contruccion.html> 2010.

## **5.3 ANEXOS**

### **5.3.1 ANEXO No. 1 Formatos Encuestas**

Las encuestas se aplicaron a al grupo de Cadetes, al personal administrativo y manipuladores de alimentos. Se evaluaron aspectos como los hábitos de consumo, conocimiento respecto al ahorro y uso eficiente del agua. Los formatos para su desarrollo se muestran a continuación.

## ENCUESTA PARA DETERMINAR LOS HABITOS DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ECSAN



### Formato para Cadetes

Responda las siguientes preguntas teniendo en cuenta que los datos aportados permiten identificar todas las actividades en que se consume la mayor cantidad de agua y en qué actividades no se hace un uso racional del recurso; esto con el fin de proponer soluciones que garanticen la buena gestión del recurso hídrico mediante el desarrollo del proyecto de investigación de la Universidad Manuela Beltrán Bogotá D.C DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA ESCUELA DE CADETES DE POLICÍA GENERAL FRANCISCO DE PAULA SANTANDER -ECSAN.

**1. ¿Cuántas veces al día se ducha?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces

**2. ¿Cuánto tiempo aproximadamente demora tomando una ducha?**

- a) 10 minutos
- b) 15 minutos
- c) 20 minutos

**3. ¿Cierra la ducha mientras se enjabona?**

- a) SI
- b) A veces
- c) NO

**4. ¿Mantiene la llave abierta mientras se lava los dientes o se enjabona las manos?**

- a) SI

b) NO

**5. ¿Utiliza un vaso para recoger el agua que necesita para lavarse los dientes o toma el agua directamente de la llave?**

- a) Tomo el agua directamente de la llave
- b) Utilizo un vaso para recoger el agua

**6. ¿Cierra la llave mientras se afeita?**

- a) SI
- b) A veces
- c) NO

**7. ¿Cuántas veces al día se lava las manos?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces
- d) 4 veces

**8. ¿Cuántas veces al día toma agua?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces
- d) 4 veces

**9. ¿Cuántas veces al día descarga el sanitario?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces

**10. ¿Cuántas veces al día descarga el orinal?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces

**11. ¿Avisa a algún responsable cuando detecta una fuga de agua o un sistema hidráulico en mal estado?**

- a) SI
- b) A veces
- c) NO

**12. ¿Conoce alguna campaña hecha por la Escuela para realizar un ahorro y uso eficiente del agua?**

- a) SI
- b) NO

**¿Cuál?** \_\_\_\_\_

***Gracias por su tiempo y colaboración, recuerde que esta actividad se desarrolla en pro de soluciones que garanticen el uso racional del recurso agua en la ECSAN.***

**ENCUESTA PARA DETERMINAR LOS HABITOS DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN  
LA ECSAN**

**Formato para el Área Administrativa**

Responda las siguientes preguntas teniendo en cuenta que los datos aportados permiten identificar todas las actividades en que se consume la mayor cantidad de agua y en qué actividades no se hace un uso racional del recurso; esto con el fin de proponer soluciones que garanticen la buena gestión del recurso hídrico mediante el desarrollo del proyecto de investigación de la Universidad Manuela Beltrán Bogotá D.C DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA ESCUELA DE CADETES DE POLICÍA GENERAL FRANCISCO DE PAULA SANTANDER -ECSAN.

**1. ¿Cuándo se lava los dientes en la Escuela mantiene la llave cerrada mientras no la usa?**

- a) SI
- b) A veces
- c) NO

**2. ¿Utiliza un vaso para recoger el agua que necesita para lavarse los dientes o toma el agua directamente de la llave?**

- a) Tomo el agua directamente de la llave
- b) Utilizo un vaso para recoger el agua

**3. ¿Cuántas veces al día se lava las manos?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces
- d) 4 veces

**4. ¿Cuántas veces durante el día toma agua?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces
- d) 4 veces

**5. ¿Cuántas veces al día descarga el sanitario?**

- a) 1 vez

- b) 2 veces
- c) 3 veces

**¿Cuántas veces al día descarga el orinal?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces

**6. ¿Cuál es el uso principal que le da al agua cuando está en la ECSAN?**

- a) Lavado de manos
- b) Uso de sanitarios y orinales
- c) Uso de Duchas

***Gracias por su tiempo y colaboración, recuerde que esta actividad se desarrolla en pro de soluciones que garanticen el uso racional del recurso agua en la ECSAN.***

## ENCUESTA PARA DETERMINAR LOS HABITOS DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ECSAN

### Formato para Manipuladores de Alimentos

Responda las siguientes preguntas teniendo en cuenta que los datos aportados permiten identificar todas las actividades en que se consume la mayor cantidad de agua y en qué actividades no se hace un uso racional del recurso; esto con el fin de proponer soluciones que garanticen la buena gestión del recurso hídrico mediante el desarrollo del proyecto de investigación de la Universidad Manuela Beltrán Bogotá D.C DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA ESCUELA DE CADETES DE POLICÍA GENERAL FRANCISCO DE PAULA SANTANDER -ECSAN.

#### 1. ¿Cómo descongelan los alimentos?

- a) En un balde u otro recipiente con agua
- b) Con el chorro de la llave

#### 2. ¿Cómo lavan los alimentos?

- a) Utilizan directamente el chorro de la llave para lavar cada producto
- b) Almacenan el agua en un recipiente para lavar todos los alimentos

#### 3. ¿Cómo es el lavado de la loza?

- a) Utilizan directamente el chorro de la llave
- b) Almacenan el agua en un recipiente para lavar toda la loza

#### 4. ¿Durante el aseo del restaurante y cocina que herramientas utilizan para el agua?

- a) Mangueras
- b) Baldes

#### 5. ¿Cuántas veces al día se lavas las manos?

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces
- d) 4 veces

#### 6. ¿Cuántas veces durante el día toma agua?

- a) 1 vez

- b) 2 veces
- c) 3 veces
- d) 4 veces

**7. ¿Cuántas veces al día descarga el sanitario?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces

**8. ¿Cuántas veces al día descarga el orinal?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces

***Gracias por su tiempo y colaboración, recuerde que esta actividad se desarrolla en pro de soluciones que garanticen el uso racional del recurso agua en la ECSAN.***

**ANEXO NO. 2. Inventario de los equipos hidrosanitarios, Sistemas para el calentamiento del agua, Hidratantes, tanques de almacenamiento con que cuenta la Escuela.**

Sistemas disponibles en la Escuela.

**Tabla 25.** Otros sistemas disponibles en la Escuela.

<b>Sistemas para el calentamiento del agua</b>		
<b>Lugar</b>	<b>Caldera Gas para calentar agua</b>	
Piscina	1	
Casino Oficiales	1	
Alojamientos	1	
<b>Hidratantes</b>		
<b>Lugar</b>	<b>No. Total</b>	
Entrada principal	1	
<b>Registros entradas y salidas</b>		
<b>Lugar</b>	<b>Registros Entrada</b>	<b>Registros salida</b>
Entrada Capilla	1	No hay

Fuente. Autoras, 2009.

**Tabla 26.** Tanques de almacenamiento.

<b>Ubicación</b>	<b>Nº de tanques</b>	<b>Volumen (L)</b>	<b>Subtotal Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Subterráneos</b>			
<b>Alojamientos</b>	2	38400	76,8
<b>Casino de Oficiales</b>	1	92000	92
<b>Dirección ECSAN</b>	2	12200	24,4
<b>Aéreos</b>			
<b>Comedor de Cadetes</b>	8	500	4
	1	600	0,6
<b>TOTAL VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>			<b>197,8</b>

Fuente. Salamanca. Técnico de mantenimiento ECSAN 2009.

Tabla 27. Inventario de duchas

<b>DUCHAS</b>				
<b>UBICACIÓN</b>	<b>DE PUSH</b>	<b>MARCA</b>	<b>DE MANIJA</b>	<b>MARCA</b>
<b>Bloque Alojamientos y Dormitorios</b>				
<b>Bloque 1</b>				
Alojamientos A			15	Grival
Alojamiento B			15	Grival
Alojamiento A			15	Grival
Alojamiento B			15	Grival
<b>Bloque 2</b>				
Alojamientos A			13	Grival
Alojamiento B			13	Grival
Alojamientos A			13	Grival
Alojamiento B			13	Grival
<b>Bloque Compañía Gabriel González</b>				
Baños			6	Grival
<b>Bloque Alojamiento Compañía deportistas</b>				
Baños			12	Grival
<b>Casino Suboficiales</b>				
Cuartos			2	Grival
<b>Remonta</b>				
Baños			1	Grival
Sección caniles			1	Grival
<b>Casino Oficiales</b>				
Baños empleados			1	Grival
Cuartos			60	Grival
<b>Sede social</b>				
Zona húmeda			4	Grival
<b>Banda sinfónica</b>				
Baños			2	Grival
<b>Sanidad</b>				
Baños			3	Grival
<b>Estadero de cadetes</b>				
Piscinas			2	Grival
Baños	9	Docol		
<b>Armerillo</b>				
Cuarto			1	Grival
<b>Guardia</b>				
Baños			1	Grival
<b>Total Unidades</b>	<b>9</b>		<b>208</b>	<b>217</b>

Fuente. Autoras, 2010

**Tabla 28.** Inventario de lavamanos

<b>LAVAMANOS</b>				
<b>UBICACIÓN</b>	<b>DE PUSH</b>	<b>MARCA</b>	<b>DE MANIJA</b>	<b>MARCA</b>
<b>Administrativa.</b>				
Baños	6	Docol	1	Grival
<b>Bloque Académico (Aulas de clase)</b>				
Baños	2	Grival	1	Grival
Baños			3	Intermatex
<b>Bloque Roberto Pineda</b>				
Baños	4	Grival		
<b>Bloque Gillibert</b>				
Baños	4	Grival		
<b>Bloque Holguín</b>				
Baños	4	Grival		
<b>Bloque Alojamiento y Dormitorios</b>				
<b>Bloque 1</b>				
Alojamientos A	32	Ecco		
Alojamiento B	32	Ecco		
<b>Bloque 2</b>				
Alojamientos A	20	Franz Viegener		
Alojamiento B	20	Franz Viegener		
<b>Bloque Compañía Gabriel González</b>				
Baños	3	Ecco		
<b>Bloque Alojamiento Compañía deportistas</b>				
Baños	10	Docol		
<b>Baterías (Baños públicos)</b>				
	20	TIG		
<b>Sanidad</b>				
Baños	13	Grival		
<b>Estadero de cadetes</b>				
Baños	11	Docol		
Baños	5	Docol		
<b>Casino Suboficiales</b>				
Cuartos			2	Grival
Baños			3	Grival
<b>Aulas Ingles</b>				
Baños			5	Grival
<b>Economato</b>				
Baños			2	Grival
<b>Remonta</b>				
Baños			1	Grival
Veterinaria			2	Grival
Sección caniles			1	Grival
<b>Casino Oficiales</b>				
Baños publico			6	Grival
Baños empleados			1	Grival
Cuartos			60	Grival
Baños	4	Grival		
Zona húmeda	4	Grival		
<b>Banda sinfónica</b>				
Baños			2	Grival

<b>Armerillo</b>				
Cuarto			1	Grival
Baño			5	Tramontina
<b>Guardia</b>				
Baño	4	Franz Viegener		
<b>Telemática</b>				
Baños			2	Grival
<b>Incorporaciones</b>				
Baños			2	Grival
<b>Biblioteca</b>				
Baños			2	Grival
Peluquería			4	Grival
<b>Total Unidades</b>	<b>198</b>		<b>106</b>	<b>304</b>

Fuente. Autoras, 2010.

Tabla 29. Inventario de sanitarios

SANITARIO				
UBICACIÓN	DE PUSH	MARCA	DE MANIJA	MARCA
<b>Administrativa.</b>				
Baños	4	Eurobaño	3	Grival
<b>Bloque Académico (Aulas de clase)</b>				
Baños	4	Eurobaño	5	
<b>Bloque Gilibert</b>				
Baños	4	Eurobaño		
<b>Bloque Holguín</b>				
Baños	4	Eurobaño		
<b>Bloque Roberto Pineda</b>				
Baños			3	Mancesa
<b>Bloque Alojamientos y Dormitorios</b>				
<b>Bloque 1</b>				
Alojamientos A			9	Sloan
Alojamiento B			9	Sloan
Alojamientos A			9	Mancesa
Alojamiento B			9	Mancesa
<b>Bloque 2</b>				
Alojamientos A			16	Sloan
Alojamiento B			16	Sloan
<b>Bloque Compañía Gabriel González</b>				

Baños			4	Sloan
<b>Bloque Alojamiento Compañía deportistas</b>				
Baños			12	Sloan
<b>Casino Suboficiales</b>				
Cuartos			2	Grival
Baños			2	Grival
<b>Aulas Ingles</b>				
Baños			2	Grival
<b>Baterías (Baños públicos)</b>	38	Tulipan		
<b>Economato</b>				
Baños			2	Grival
<b>Casino Oficiales</b>				
Baños publico			5	Grival
Cuartos			60	Grival
Baños empleados	1	Eurobaño		
<b>Sede social</b>				
Baños			4	Grival
Zona humeda			2	Grival
<b>Estadero de cadetes</b>				
Baños	16	Mancesa		
<b>Banda sinfónica</b>				
Baños			2	Grival
<b>Sanidad</b>				
Baños			8	Grival
<b>Armerillo</b>				
Cuarto			1	Grival
Baños	6	Mancesa		
<b>Guardia</b>				
Baños			3	Grival
<b>Biblioteca</b>				
Baños			3	Grival
<b>Telemática</b>				
Baños			2	Grival
<b>Peluquería</b>			2	Grival

<b>Incorporaciones</b>				
Baños	4	Eurobaño		
<b>Total Unidades</b>	<b>81</b>		<b>195</b>	<b>276</b>

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 30.** Inventario de Orinales

<b>ORINALES</b>				
<b>UBICACIÓN</b>	<b>DE PUSH</b>	<b>MARCA</b>	<b>DE MANIJA</b>	<b>MARCA</b>
<b>Administrativa.</b>				
Baños	3	Docol		
<b>Bloque Roberto Pineda</b>				
Baños	2	Grival		
<b>Bloque Académico (Aulas de clase)</b>				
Baños			2	Grival
<b>Bloque Alojamiento y Dormitorios</b>				
<b>Bloque 1</b>				
Alojamientos A	7	Mancesa		
Alojamiento B	7	Mancesa		
Alojamientos A	7	Ecco		
Alojamiento B	7	Ecco		
<b>Bloque 2</b>				
Alojamientos A			10	Sloan
Alojamiento B			10	Sloan
<b>Bloque Compañía Gabriel González</b>				
Baños	4	Mancesa		
<b>Bloque Alojamiento Compañía deportistas</b>				
Baños	2	Ecco		
Baños	3	Val-ge IGI		
<b>Casino Suboficiales</b>				
Baños			1	FV
<b>Aulas Ingles</b>				
Baños	1	FV		
<b>Baterías (Baños públicos)</b>	12	Grival		
<b>Casino Oficiales</b>				

Baños publico			1	Grival
<b>Sede social</b>				
Baños			2	Grival
Zona húmeda	1	Ecco		
<b>Banda sinfónica</b>				
Baños			1	Grival
<b>Armerillo</b>				
Baños			2	Grival
<b>Telemática</b>				
Baños			2	Grival
<b>Biblioteca</b>				
Baños			1	Grival
<b>Estadero de cadetes</b>				
Baños	8	Mancesa		
<b>Total Unidades</b>	<b>64</b>		<b>32</b>	<b>96</b>

Fuente. Autoras, 2010.

Tabla 31. Inventario llaves externas

<b>LIAVES EXTERNAS</b>				
<b>UBICACIÓN</b>	<b>DE MANIJA</b>	<b>MARCA</b>	<b>DE PASO</b>	<b>MARCA</b>
<b>Baterías (Baños públicos)</b>	2	Grival		
<b>Economato</b>				
Lavado de ollas	3	Grival		
Lavado de loza	4	Grival	1	Grival
Procesos	3	Grival		
<b>Remonta</b>				
Pesebreras	65	Grival		
Jardín Salto	1	Grival		
Picadero Cubierto	8	Grival		
Veterinaria	2	Grival		
<b>Casino Oficiales</b>				
Cocina Comedor Oficiales	6	Grival		
<b>Armerillo</b>	1	Grival		

<b>Telemática</b>	3	Grival		
<b>Biblioteca</b>	1	Grival		
Peluquería	2	Grival		
Pasillos y exteriores	12	Grival		
<b>Bloque Alojamiento Compañía deportistas</b>				
Baños	1	Italy		
<b>Bloque Alojamientos y Dormitorios</b>				
<b>Bloque 1</b>				
Alojamientos A			1	Grival
<b>Casino Oficiales</b>				
Lavandería	1	Grival		
<b>Remonta</b>				
Sección caniles			1	Grival
<b>Total Unidades</b>	<b>115</b>		<b>3</b>	<b>118</b>

Fuente. Autoras, 2010

Tabla 32. No. Total de equipos hidrosanitarios con que cuenta la ECSAN

<b>TOTAL DE UNIDADES</b>	
Duchas	217,00
Lavamanos	304,00
Sanitarios	276,0
Orinales	96,00
Lavaplatos	12,00
Llaves externas	118
<b>TOTAL UNIDADES</b>	<b>1023</b>

Fuente. Autoras, 2010

### **5.3.2 ANEXO NO. 2 Tabla de Aforos**

En las siguientes tablas se encuentran los datos registrados durante los aforos en campo de los equipos hidrosanitarios lavamanos, duchas, y lavaplatos con operación a manija y de push.

Tabla 33. Resultados del aforo de las diferentes marcas de lavamanos con operación a manija.

AFORO EQUIPOS HIDROSANITARIOS –ECSAN											
Localización	Marca	Tipo de operación	Volumen (ml)	Tiempo (S)	Caudal del equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura (L/min)	Volumen (ml)	Tiempo (S)	Caudal del equipo llave al 50% de apertura (L/min)	Promedio		
		Manija							Llave al 100% de apertura	Llave al 50% de apertura	
Lavamanos	Académico	Grival	2	1080	21,7	3,0	1010	49,1	1,2	3,1	1,3
				1100	21,5	3,1	1100	49,3	1,3		
				1060	20,6	3,1	1020	49,6	1,2		
				980	46,6	1,3	1080	85,0	0,8		
				1060	46,4	1,4	1060	85,5	0,7		
		1050	44,6	1,4	1000	86,8	0,7				
		Intermatex	1	3787	25,2	9,0	3664	30,2	7,3	6,3	5,7
				2995	43,0	4,2	3856	47,3	4,9		
				3485	35,8	5,8	3745	45,8	4,9		
		Tramontina	1	3120	33,3	5,6	4836	52,3	5,6	7,7	5,8
	3678			28,6	7,7	4877	48,6	6,0			
	4865			29,9	9,8	4917	49,9	5,9			
	Casino Oficiales	Grival	4	1080	8,03	8,07	1100	10,91	6,05	8,6	5,79
				1090	7,04	9,29	1010	11,09	5,46		
				1090	7,86	8,32	1110	11,38	5,85		
				1100	7,63	8,65	1050	9,82	6,42	7,7	6,33
				1030	7,79	7,93	1050	8,38	7,52		
				980	9	6,53	1080	12,80	5,06		
				1010	7,76	7,81	1090	7,97	8,21	8,6	6,82
				1120	7,16	9,39	1030	9,48	6,52		
1070				7,46	8,61	1100	11,53	5,72			
1050				7,77	8,11	1010	9,77	6,20	8,1	6,32	
1060	7,68	8,28	1080	9,38	6,91						
1060	8,01	7,94	1020	10,44	5,86						

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 34.** Resultados del aforo de las diferentes marcas de lavamanos con operación push

<b>AFORO EQUIPOS HIDROSANITARIOS –ECSAN</b>							
Localización	Marca	Tipo de operación	Volumen (ml)	Tiempo (S)	Caudal del equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura (L/min)	Promedio	
		Push				Llave al 100% de apertura	
Lavamanos	Alojamiento Bloque 1 Compañía Nariño	Ecco	2	610	8,59	4,26	4,1
				560	8,88	3,78	
				580	8,05	4,32	
				250	4,96	3,02	3,1
				250	4,61	3,25	
				250	4,88	3,07	
	Alojamiento Bloque 2 Gillibert	FV	2	350	4,63	4,54	4,5
				360	5	4,32	
				370	4,64	4,78	
				900	8,66	6,24	6,8
				960	8,65	6,66	
	Baterías (Baños públicos)	TIG	4	1500	8,85	10,17	10,0
				1480	8,85	10,03	
				1430	8,69	9,87	
				1550	8,58	10,84	10,1
				1530	8,51	10,79	
				1320	9,29	8,53	
				1660	9,09	10,96	10,7
				1590	9,24	10,32	
				1660	9,13	10,91	
1200				6,84	10,53	10,3	
1150				6,96	9,91		
1220	6,95	10,53					
Estadero de cadetes	Docol	2	1250	9,7	7,73	8,2	
			1240	9,02	8,25		
			1260	8,91	8,48		
			1400	8,2	10,24		

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 35.** Conglomerado resultados del aforo de las diferentes marcas de lavamanos con operación a manija y push.

<b>Caudal aforado y teórico por marcas lavamanos con operación a manija (L/min)</b>			
<b>MARCA</b>	<b>AFORADO 100%</b>	<b>TEORICO</b>	<b>AFORADO 50%</b>
<b>Grival</b>	6,23	8	4,54
<b>Intermatex</b>	6,37	6	5,7
<b>Tramontina</b>	7,7	6	5,8
<b>Caudal aforado y teórico por marcas lavamanos con operación push (L/min)</b>			
<b>MARCA</b>	<b>AFORADO</b>	<b>TEORICO</b>	
<b>Ecco</b>	3,62	6	
<b>Franz Viegener</b>	5,65	6	
<b>TIG</b>	10,28	7,7	
<b>Docol</b>	8,43	6	
<b>Grival</b>	6,4	6	

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 36.** Resultados del aforo de duchas con operación a manija.

AFORO EQUIPOS HIDROSANITARIOS –ECSAN													
Localización	Marca	Tipo de operación	Volumen (L)	Tiempo (S)	Caudal del equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura (L/min)	Volumen (L)	Tiempo (S)	Caudal del equipo hidrosanitario llave al 50% de apertura (L/min)	Promedio		Caudal efectivo del equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura (L/min)	Caudal efectivo del equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura (L/min)	
		Manija							Llave al 100% de apertura	Llave al 50% de apertura			
Duchas	Alojamientos Bloque compañía Nariño	Grival	4	6,9	26,21	15,80	7,70	26,32	17,55	14,41	15,95	19,77	14,60
				6,7	30,66	13,11	6,30	25,10	15,06				
				7,7	32,24	14,33	6,70	26,40	15,23				
				7,4	24,56	18,08	7,00	38,15	11,01	17,06	13,99		
				7,3	26,61	16,46	7,00	37,20	11,29				
				7	25,26	16,63	7,10	21,67	19,66				
				7,8	28,72	16,30	6,90	36,79	11,25	16,27	10,97		
				7,7	28,1	16,44	6,80	38,38	10,63				
				7,4	27,64	16,06	7,00	38,12	11,02				
				7,7	23,84	19,38	7,70	27,64	16,71	17,44	16,25		
	7,9	25,81	18,36	7,80	28,79	16,26							
	7	28,82	14,57	7,3	27,74	15,79							
	Alojamiento Bloque 2 Gillibert	Grival	5	5,5	12,7	25,98	5,50	16,99	19,42	24,20	20,74		
				5,4	13,02	24,88	5,90	17,24	20,53				
				5	13,8	21,74	5,80	15,63	22,26				
				4,7	13,14	21,46	5,60	28,85	11,65	21,57	10,70		
				4,5	13,09	20,63	5,50	28,41	11,62				
				5	13,27	22,61	4,50	30,52	8,85				
				4,5	13,61	19,84	4,80	34,40	8,37	21,17	8,37		
				4,6	12,7	21,73	4,50	31,70	8,52				
4,8				13,13	21,93	4,80	35,00	8,23					
4,5				12,26	22,02	4,90	15,44	19,04	22,48	19,34			
4,8	12,39	23,24	4,50	15,46	17,46								
4,95	13,4	22,16	5,00	13,95	21,51								
5,5	15,02	21,97	5,80	20,76	16,76	23,37	15,05						
5,35	12,34	26,01	5,30	21,61	14,72								
4,5	12,2	22,13	5,00	21,94	13,67								

**Fuente.** Autoras, 2010.

Tabla 37. Resultados del aforo de duchas con operación push.

AFORO EQUIPOS HIDROSANITARIOS -ECSAN								
Localización	Marca	Tipo de operación	Volumen (L)	Tiempo (S)	Caudal del equipo hidrosanitario (L/min)	Promedio	Caudal efectivo del equipo hidrosanitario (L/min)	
		Push						
Duchas	Estadero de cadetes	Docol	10	5	56,09	5,35	5,41	6,94
				5	56,68	5,29		
				5	53,56	5,60		
				8,1	31,41	15,47	15,69	
				9	32,67	16,53		
				8,1	32,28	15,06		
				5,8	33,27	10,46	9,57	
				4,9	31,54	9,32		
				4,5	30,24	8,93		
				5	51,42	5,83	5,68	
				5	54	5,56		
				4,5	47,82	5,65		
				3,9	39,56	5,92	6,17	
				3,5	31,29	6,71		
				3,2	32,68	5,88		
				4,5	56,09	4,81	5,54	
				5	54,62	5,49		
				5,5	52,37	6,30		
				2,25	29,56	4,57	4,96	
				2,94	37,62	4,69		
				3,5	37,35	5,62		
				0,85	10,05	5,07	5,32	
				0,89	9,24	5,78		
				0,84	9,87	5,11		
				4	42,08	5,70	5,23	
				3,51	43,6	4,83		
3,9	45,3	5,17						
4	41,07	5,84	5,84					
4	40,4	5,94						
4	41,85	5,73						

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 38.** Resultados del aforo de lavaplatos con operación a manija.

AFORO EQUIPOS HIDROSANITARIOS –ECSAN																		
Localización	Marca	Tipo de operación		Volumen (L)	Tiempo (S)	Caudal del equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura (L/min)	Volumen (L)	Tiempo (S)	Caudal del equipo hidrosanitario llave al 50% de apertura (L/min)	Promedio		Caudal efectivo del equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura (L/min)	Caudal efectivo del equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura (L/min)					
		Manija								Llave al 100% de apertura	Llave al 50% de apertura							
Lavaplatos	Comedor de Cadetes	Grival	7	5,3	20,31	15,51	1,4	12,50	6,72	19,1	6,5	15,6	7,1					
				4,6	12,11	22,91	1,4	12,40	6,77									
				5,1	16,3	18,87	1,0	10,11	5,93									
				5,4	21,23	15,26	1,1	11,11	5,94	16,0	7,0							
				4,9	16,54	17,78	1,5	12,30	7,32									
				5,5	22,12	14,92	1,7	13,00	7,85									
				6,4	27,32	13,99	1,3	11,50	6,78	14,0	7,6							
				5,8	25,45	13,70	1,5	12,00	7,5									
				5,7	24,15	14,25	1,9	13,50	8,44									
				5,7	24,20	14,01	1,4	12,40	6,77	15,2	7,1							
	5,5			22,13	14,95	1,3	11,70	6,66										
	5,0			18,12	16,56	1,8	13,30	7,89										
	Casino de Oficiales						6,3	28,1	13,45	1,3	11,00			7,09	15,2	7,5		
							5,4	22,31	14,56	1,5	12,00			7,5				
							5,0	17,11	17,49	1,8	13,10			8,02				
							5,8	24,12	14,49	1,3	11,60			6,73	15,1	6,8		
							5,8	25,5	13,62	1,2	11,30			6,37				
							5,0	17,31	17,33	1,5	12,20			7,38				
							5,8	24,11	14,37	1,3	11,54			6,76	14,4	6,9		
							6,0	25,81	13,95	1,5	12,50			7,2				
5,5		22,12	14,92				1,4	12,70	6,62									

**Fuente.** Autoras, 2010.

### 5.3.3 ANEXO NO.3. Balance general de agua.

Modelo de cálculo para la Distribución del consumo en la ECSAN

Caudal diario por marca

✓ TEÓRICO

$$Q_{Tdm} = F_{ud} * T_e * Q_{te} * N_{eh}$$

Ecuación 16 cálculo del caudal teórico diario por marcas

Donde

$Q_{Tdm}$  = Caudal teórico diario por marca (L/día)

$F_{ud}$  = frecuencia de uso diario (Equipo hidrosanitario)

$T_e$  = Tiempo efectivo (min)

$Q_{te}$  = Caudal teórico del equipo hidrosanitario especificado por el fabricante (L/min)

$N_{eh}$  = Número total de equipos hidrosanitarios

✓ AFORADO

$$Q_{Adm} = F_{ud} * T_e * Q_A * N_{eh}$$

Ecuación 17. Cálculo del Caudal aforado diario por marcas

Donde

$Q_{Adm}$  = Caudal aforado diario por marca (L/día)

$F_{ud}$  = frecuencia de uso diario (Equipo hidrosanitario) (al día)

$T_e$  = Tiempo efectivo (min)

$Q_A$  = Caudal promedio aforado del equipo hidrosanitario (tomado en campo) (L/min)

$N_{eh}$  = Número total de equipos hidrosanitarios

Caudal diario por equipo hidrosanitario

✓ TEÓRICO

$$Q_{TD\_lavamanos} = Q_{TD\_LF} + Q_{TD\_A} + Q_{TD\_ED}$$

Ecuación 18. Cálculo del Caudal teórico diario por equipo hidrosanitario

Donde;

- $Q_{TD\_lavamanos}$  = Caudal teórico diario lavamanos (L/día)  
 $Q_{TdLM}$  = Caudal promedio teórico diario en lavado de manos (L/día)  
 $Q_{TdA}$  = Caudal promedio teórico diario en afeitarse (L/día)  
 $Q_{TdCD}$  = Caudal promedio teórico diario en cepillado de dientes (L/día)

$$Q_{TD\_Orinales} = Q_{TdO}$$

Ecuación 19. Cálculo del caudal teórico diario por el uso de orinales

Donde;

- $Q_{TD\_Orinales}$  = Caudal teórico diario por uso de orinales (L/día)  
 $Q_{TdO}$  = Caudal promedio teórico diario (L/día) en este caso para los orinales

$$Q_{TD\_Sanitario} = Q_{TdS}$$

Ecuación 20. Cálculo del caudal teórico diario por el uso de sanitarios

Donde;

- $Q_{TD\_Sanitario}$  = Caudal teórico diario por uso del sanitario (L/día)  
 $Q_{TdS}$  = Caudal promedio teórico diario por marca (L/día) en este caso para los sanitarios

$$Q_{TD\_Duchas} = Q_{TdMD}$$

Ecuación 21. Cálculo del caudal teórico diario por el uso de duchas

Donde;

- $Q_{TD\_Ducha}$  = Caudal teórico diario por uso de duchas (L/día)  
 $Q_{TdMD}$  = Caudal teórico diario por marca (L/día) en este caso para las duchas

AFORADO

$$Q_{AD\_lavamanos} = Q_{AdLM} + Q_{AdA} + Q_{AdCD}$$

Ecuación 22. Cálculo del Caudal aforado diario por equipo hidrosanitario

Donde;

- $Q_{AD\_lavamanos}$  = Caudal aforado diario lavamanos (L/día)  
 $Q_{AdLM}$  = Caudal promedio aforado diario en lavado de manos (L/día)  
 $Q_{AdA}$  = Caudal promedio aforado diario en afeitarse (L/día)  
 $Q_{AdCD}$  = Caudal promedio aforado diario en cepillado de dientes (L/día)

$$Q_{AD\_Orinales} = Q_{AdmO}$$

Ecuación 23 Cálculo del caudal aforado diario por el uso de orinales

Donde

- $Q_{AD\_Orinales}$  = Caudal aforado diario por uso de orinales (L/día)  
 $Q_{AdmO}$  = Caudal promedio aforado diario (L/día) en este caso para los orinales

$$Q_{TD\_Sanitario} = Q_{TdmS}$$

Ecuación 24. Cálculo del caudal diario por el uso de sanitarios

Donde

- $Q_{TD\_Sanitario}$  = Caudal aforado diario por uso del sanitario (L/día)  
 $Q_{TdmS}$  = Caudal promedio aforado diario por maraca (L/día) en este caso para los sanitarios

$$Q_{TD\_Duchas} = Q_{TdmD}$$

Ecuación 25. Cálculo del caudal diario por el uso de duchas

Donde

- $Q_{TD\_Ducha}$  = Caudal aforado diario por uso del sanitario (L/día)  
 $Q_{TdmD}$  = Caudal aforado diario por maraca (L/día) en este caso para los sanitarios

Las ecuaciones planteadas anteriormente aplican para los equipos hidrosanitarios con operación a push y a manija, por eso en la ecuación 26, el resultado se divide en dos, porque por ejemplo un habitante al día no utiliza para la actividad de lavado de dientes un grifo a manija y otro a push, si no que se hace uso de uno de los dos para dicha actividad. Cuando se proceda hacer los cálculos con los datos de

los equipos hidrosanitarios con operación a manija, se toma como caudal aforado el caudal de grifo con apertura de 50% para todos los casos

$$Q_{TD} = ([Q_{LP} + Q_{LM}]/2) + ([Q_{OP} + Q_{OM}]/2) + ([Q_{SP} + Q_{SM}]/2) + ([Q_{DP} + Q_{DM}]/2) + ([Q_{DP} + Q_{DM}]/2)$$

Ecuación 26. Cálculo del caudal total diario consumido por el grupo de cadetes

Donde;

$Q_{TD}$  = Caudal Total diario (L/día) (aplica para hallar el caudal teórico y aforado de cada uno de los grupos a los cuales se hizo el seguimiento a los hábitos).

$Q_{LP}$  = Caudal de lavamanos a push (L/día)

$Q_{LM}$  = Caudal de lavamanos a manija (L/día)

$Q_{OP}$  = Caudal de orinales a push (L/día)

$Q_{OM}$  = Caudal de orinales a manija (L/día)

$Q_{SP}$  = Caudal de sanitario a push (L/día)

$Q_{SM}$  = Caudal de sanitario a manija (L/día)

$Q_{DP}$  = Caudal de duchas a push (L/día)

$Q_{DM}$  = Caudal de duchas a manija (L/día)

*Calculo de los consumo en el casino de Oficiales y comedor de Cadetes (Ver Tabla 45, 46 Y 47).*

Consumo en lavaplatos

$$V_{LL} = F_{ud} * N_{ca} * N_U * V_U$$

Ecuación 27. Cálculo del volumen para el lavado de la loza

Donde;

$V_{LL}$  = Volumen total para el lavado de loza (L/día)

$F_{ud}$  = Frecuencia de uso diario

$N_{ca}$  = Número de veces que cambian el agua

$N_U$  = Número de unidades en uso

$V_U$  = Volumen de la unidad (L/1\_uso)

Con esta misma ecuación se halla el volumen para el lavado de ollas, lavado de utensilios, lavado de alimentos, para así obtener finalmente el volumen total consumido a diario por el uso de los lavaplatos

$$V_{TLP} = V_{LL} + V_{LO} + V_{LU} + V_{LA}$$

Ecuación 28. Cálculo del Volumen total consumido en lavaplatos

Donde

$V_{TLP}$  = Volumen total consumido en lavaplatos. (L/día)

$V_{LL}$  = Volumen total para el lavado de loza (L/día)

$V_{LO}$  = Volumen total para el lavado de olla (L/día)

$V_{LU}$  = Volumen total para el lavado de utensilios (L/día)

$V_{LA}$  = Volumen total para el lavado de alimentos (L/día)

Consumo para la preparación de alimento.

$$V_{TPAC} = N_{PP} * V_{PP}$$

Ecuación 29. Cálculo del volumen total de agua para la preparación de alimentos, en el comedor de Cadetes.

Donde

$V_{TPAC}$  = Volumen total de agua para la preparación de alimentos en el comedor de Cadetes (L/día).

$N_{pp}$  = Numero de platos preparados

$V_{pp}$  = Volumen consumido para la preparación de un plato de comida (L/día).

$$V_{TPAO} = N_{PP} * V_{PP}$$

Ecuación 30. Cálculo del volumen total de agua para la preparación de alimentos casino de Oficiales

Donde

$V_{TPAO}$  = Volumen total de agua para la preparación de alimentos en el casino de Oficiales (L/día).

$N_{pp}$  = Numero de platos preparados

$V_{pp}$  = Volumen consumido para la preparación de un plato de comida (L/día).

$$V_{TPA} = V_{TPAC} + V_{TPAO}$$

Ecuación 31 Cálculo del volumen total de agua en la preparación de alimento en la ECSAN  
Donde

$V_{TPA}$  = volumen total de agua en la preparación de alimento en la ECSAN

$V_{TPAC}$  = Volumen total de agua para la preparación de alimentos en el comedor de Cadetes (L/día).

$V_{TPAO}$  = Volumen total de agua para la preparación de alimentos en el casino de Oficiales (L/día).

***Cálculo de los consumos de agua para limpieza de interiores y exteriores mantenimiento de riego de zonas verdes. (Ver tabla 48 Y 49).***

Consumo para la limpieza de interiores y exteriores

$$V_{LIE} = F_{ud} * N_{uh} * N_{ca} * V_b$$

**Ecuación 32.** Cálculo del volumen de agua necesario para la limpieza de interiores y exteriores.

Donde

$V_{LIE}$  = Volumen de agua necesario para la limpieza de interiores y exteriores (L/día).

$F_{ud}$  = Frecuencia de uso diario

$N_{uh}$  = Numero de unidades hidráulicas

$N_{ca}$  = Numero de veces que cambian el agua

$V_b$  = Volumen del balde (L)

Consumo para el mantenimiento de zonas verdes

$$V_{ZZV} = F_s * T_e * Q_{sh}$$

Ecuación 33. Volumen necesario para el riego de zonas verdes

Donde

- $V_{RZV}$  = Volumen necesario para el riego de zonas verdes (L/día)  
 $F_s$  = Frecuencia semanal  
 $T_e$  = tiempo efectivo de uso (min)  
 $Q_{eh}$  = Caudal del equipo hidrosanitario (L/min)

Consumo total

$$V_{TLR} = V_{LIE} + V_{RZV}$$

**Ecuación 34.** Volumen total consumido para la limpieza de interiores, exteriores y riego de zonas verdes.

Donde

$V_{TLR}$  = Volumen total consumido para la limpieza de interiores, exteriores y riego de zonas verdes (L/día)

$V_{RZV}$  = Volumen necesario para el riego de zonas verdes (L/día)

$V_{LIE}$  = Volumen de agua necesario para la limpieza de interiores y exteriores (L/día).  
*Cálculo de los consumo en las áreas de pesebreras y perreras (Ver Tabla 52).*

Pesebreras.

$$V_{TD} = N_A * V_{DA}$$

**Ecuación 35.** Cálculo del consumo total diario de agua en las pesebreras

Donde

$V_{TD}$  = Consumo total diario de agua en las pesebreras (L/día)

$N_A$  = Número total de animales

$V_{DA}$  = Volumen diario consumido por cada animal

Perreras

$$V_{TD} = N_c * V_c$$

**Ecuación 36.** Cálculo del consumo total diario de agua en las perreras

Donde;

$V_{TD}$  = Consumo total diario de agua en las perreras (L/día)

$N_c$  = Número total de canecas con agua utilizadas durante el día

$V_c$  = Volumen de cada caneca (L)

**Tabla 39.** Distribución del consumo de agua potable según los hábitos. Grupo de Cadetes -Marcas con operación a push-

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS MARCAS CON OPERACIÓN A PUSH-																	
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Push)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo del equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto $T_e$		Caudal		Caudal diario por marcas		Caudal diario por equipo hiro sanitario		Caudal diario -Grupo de Cadetes- $Q_{TD}$			
						Minutos		Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico (L/día)	Aforado (L/día)
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario (L/min) $Q_A$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Tdm}$	Caudal equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Adm}$	Caudal especificado del equipo hidrosanitario (L/día)	Caudal equipo hidrosanitario (L/día)				
Lavamanos	Lavado de Manos	Ecco	3	7	67	0,1	0,2	6,0	3,6	3754	2253	10638,6	10638,6	65613,9	77698,4		
		Franz Viegener			44				5,6		3504,4						
		Docol			26				8,4		5257						
		Grival			12				6,4		4005,1						
		<b>Promedio</b>							<b>3754</b>		<b>3753,8</b>						
	Afeitarse	Ecco	1		67	0,3	0,5	6,0	3,6	3129,0	1877,40						
		Franz Viegener			44				5,6		2920,40						
		Docol			26				8,4		4380,60						
		Grival			12				6,4		3337,60						
		<b>Promedio</b>							<b>3129,0</b>		<b>3128</b>						
	Cepillado de dientes	Ecco	3		67	0,1	0,2	6,0	3,6	3754	2253						
		Franz Viegener			44				5,6		3504,58						
		Docol			26				8,4		5257						
		Grival			12				6,4		4005,1						
		<b>Promedio</b>			<b>149,0</b>				<b>3754</b>		<b>3753,8</b>						
Orinales	Descargas	Mancesa	3	22	NA	NA	7,5	NA	23760,0	17424,0	NA						
		Ecco					16		19008,0								
		Val-ge-IGI					3		19008,0								
		Franz Viegener					1		19008,0								
		Grival					2		6336,0								
		<b>Promedio</b>					<b>48</b>		<b>17424,0</b>								
Sanitarios	Descargas	Mancesa	2	36	NA	6	NA	12960	12960,0	NA							
		Eurobaño						8									
		<b>Promedio</b>						<b>30</b>			<b>12960</b>						
Duchas	Bañarse	Docol	2	119	9	0,5	1	6	6,9	14779,8	12852,0	14779,80					

Fuente. Autoras, 2010

**Tabla 40.** Distribución del consumo de agua potable según los hábitos. Grupo de Cadetes -Marcas con operación a manija-

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS MARCAS CON OPERACIÓN A MANIJA																
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Manija)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas utilizadas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto		Caudal			Caudal diario por marcas			Caudal diario por equipo hiro sanitario		
						Minutos		Teórico	Aforado (L/min)		Teórico	Aforado (L/día)		Teórico	Aforado (L/día)	
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_A$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_A$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Tdm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día)	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura
Duchas	Bañarse	Grival	2	8,0	134,0	1	2	9,0	19,8	14,6	38592,0	84902,4	62604,8	38592,0	84902,4	62604,8
Sanitarios	Descargas	Mancesa	2	11,5	21			6,0			12834			12816,0		
		Sloan			66											
		Grival			6											
					93											
Orinales	Descargas	Sloan	3	53,4	20,0			6,0			19224			19224,0		
Lavamanos	Lavado de manos	Grival	3	152,6	6	0,1	0,3	8,00	6,2	4,5	7660,8	5965,8	4309,2	5607,0	6669,7	4931,6
		Tramontina			1			6,00	7,7	5,8	5745,6	7373,5	5554,1			
					7					<b>Promedio</b>	6703,2	6669,7	4931,6			

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 41.** Distribución del consumo de agua potable según los hábitos. Grupo de Oficiales -Marcas con operación de push-

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS MARCAS CON OPERACIÓN A PUSH															
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Push)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto		Caudal		Caudal diario por marcas		Caudal diario por equipo hirosanitario		Caudal total diario $Q_{TD}$	
						Minutos		Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico (L/día)	Aforado (L/día)
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario (L/min) $Q_A$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Tdm}$	Caudal equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día)	Caudal equipo hidrosanitario (L/día)		
Lavamanos	Lavado de Manos	Grival	3	6,9	8	0,08	0,2	6,0	6,4	201,6	215	201,6	215	<b>6079,5</b>	<b>7075,5</b>
Orinales	Descargas	Ecco	3	55	1			6		990		990			

Fuente. Autoras, 2010.



DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS MARCAS A MANIJA																
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Manija)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas utilizadas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto		Caudal			Caudal diario por marcas			Caudal diario por equipo hidrosanitario		
						Minutos		Teórico	Aforado (L/min)		Teórico	Aforado (L/día)		Teórico	Aforado (L/día)	
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_A$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_A$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Tdm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día)	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura
Lavamanos (Grifos)	Lavado de Manos	Grival	3	1	61	0,1	0,3	8,0	6,23	4,54	439,2	342	249,2	1122	874,7	636,9
	Cepillado de dientes					0,1	0,3				439,2	342	249,2			
	Afeitarse		1			0,2	0,5				244	190	138,5			
Sanitarios	Descargas	Grival	2	1	66			11			1210			1210,0		
Orinales	Descargas	Grival	3	14	3			36			5940,00			3465,0		
		Socoda			1			6			990,00					
					4			1			3465					
Duchas	Bañarse	Grival	3	1	64						1980,0	4356,0	3212,0	1980,0	4356,0	3212,0

**Tabla 42.** Distribución del consumo de agua potable según los hábitos. Grupo de Oficiales -Marcas con operación a manija-

**Fuente.** Autoras, 2010.

**Tabla 43.** Distribución del consumo de agua potable según los hábitos área administrativa, académica e incorporaciones -Marcas con operación a push-

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. PERSONAL AREA ADMINISTRATIVA, ACADÉMICA E INCORPORACIONES -MARCAS CON OPERACIÓN A PUSH-															
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Push)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo del equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto		Caudal		Caudal diario por marcas		Caudal diario por equipo hirosanitario		Caudal total diario $Q_{TD}$	
						Minutos		Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico (L/día)	Aforado (L/día)
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario (L/min) $Q_A$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Tdm}$	Caudal equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día)	Caudal equipo hidrosanitario (L/día)		
Lavamanos (Grifos)	Lavado de Manos	Grival	2	50	2	0,1	0,2	6,0	6,4	960	1024	960	1184	19581,2	19482,5
		Docol			6				8,4	960	1344				
					8				<b>Promedio</b>	960	1184				
Sanitarios	Descargas	Eurobaño	2	33	12			6,0		4752					
Orinales	Descargas	Docol	3	133	3			7,5		8677,5		8677,5			

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 44.** Distribución del consumo de agua potable según los hábitos área administrativa, académica e incorporaciones -Marcas con operación a manija-

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. PERSONAL AREA ADMINISTRATIVA, ACADÉMICA E INCORPORACIONES MARCAS (A MANIJA)																
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Manija)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo del equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas utilizadas $N_{eh}$	Tiempo efectivo (grifo abierto)		Caudal			Caudal diario por marcas			Caudal diario por equipo hirosanitario		
						Minutos		Teórico	Aforado (L/min)		Teórico	Aforado (L/día)		Teórico	Aforado (L/día)	
						t. min (min)	t. máx. (min)	Caudal especificado equipo hrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_A$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_A$	Caudal especificado equipo hrosanitario (L/min) $Q_{Tdm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hrosanitario (L/min)	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura
Lavamanos (Grifos)	Lavado de Manos	Grival	2	57	4	0,1	0,3	6,0	6,40	4,54	1436,4	1532,2	1086,9	2872,8	3136,14	2451,46
		Intermatex			3				6,7	5,70		1604	1364,6			
	Promedio				7				Promedio			1436,4	1568,1			
	Cepillado de dientes	Grival			4	0,1	0,3		6,40	4,54	1436,4	1532,2	1086,9			
		Intermatex			3				6,7	5,70	1604	1364,6				
	Promedio				7				Promedio		1436,4	1568,1	1225,7			
Sanitarios	Descargas	Grival	2	50	8			18			14400,0			14400,00		
Orinales			3	200	2			6			7200,0			7200,00		

Fuente. Autoras, 2010.

Tabla 45. Distribución del consumo de agua potable según el hábito personal de Casino Oficiales y Comedor de Cadetes -Marcas con operación a manija y push-

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. PERSONAL DE CASINO -MARCAS CON OPERACIÓN A PUSH-									
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Push)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo del equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas utilizadas	Caudal	Caudal diario por marcas	Caudal diario $Q_{TD}$	
						Teórico	Teórico	Teórico (L/día)	Aforado (L/día)
						Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal especificado del equipo hidrosanitario (L/día) $Q_{Tdm}$		
Sanitario	Descargas	Eurobaño	2	9	1	6	108	<b>590,4</b>	<b>1005,12</b>

Fuente. Autoras, 2010

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. PERSONAL DE CASINO -MARCAS CON OPERACIÓN A MANIJA-																
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Manija)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas utilizadas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto		Caudal			Caudal diario por marcas			Caudal diario por equipo hidrosanitario		
						Minutos		Teórico	Aforado (L/min)		Teórico	Aforado (L/día)		Teórico	Aforado (L/día)	
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_A$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_A$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{Tdm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min)	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura
Lavamanos (Grifos)	Lavarse las Manos	Grival	3	4	8	0,1	0,3	8	26,7	18,9	230,4	768,96	544,32	230,4	768,96	544,32
Duchas	Bañarse	Grival	1	3	3	1	2	9	19,8	14,6	162,00	356,40	262,80	162,00	356,40	263
Sanitarios	Descargas	Grival	2	4	6			6			288			288,00		

Tabla 46. Distribución del consumo de agua potable según los hábitos del personal de casinos.

Fuente. Autoras, 2010.

Tabla 47. Distribución del consumo de agua potable para la preparación y cocción de alimentos en el Comedor de Cadetes y Casino de Oficiales.

Aparato Hidrosanitario	Uso	Marca	Frecuencia de uso diario	No. de veces que cambian el agua	Número de unidades en uso	Volumen de la unidad (L/1vez uso)	Volumen total en cada actividad (L/día)	Volumen total diario (L/día) $V_{TPAC}$
Lavaplatos	Lavado de loza	Grival	3	5	6	27	2430	13046
	Lavado Olla		3	3	3	29	783	
	Lavado Utensilios		3	1	3	24	216	
	Lavado de alimentos		3	1	3	38	342	
Preparación de alimentos	<b>No. de platos preparados <math>N_{pp}</math></b>		<b>Volumen consumido para la preparación de un plato de comida <math>V_{pp}</math></b>		<b>L/día</b>		<b>Volumen total para la preparación de alimentos (L/día)</b>	13046
	Comedor de Cadetes	3600	2,5		9000		9275	
	Casino de Oficiales	110	2,5		275			

Fuente. Autoras, 2010.

Tabla 48. Distribución del consumo de agua potable por personal de limpieza.

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS PERSONAL DE LIMPIEZA -MARCAS CON OPERACIÓN A MANIJA-																		
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Manija)	Frecuencia Uso Diario $F_{ud}$	No. Uso efectivo equipo hidrosanitario	No. unidades hidráulicas utilizadas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto		Caudal			Caudal diario por marcas			Caudal diario por equipo hirosanitario			Caudal total diario	
						Minutos		Teórico	Aforado (L/min)		Teórico	Aforado (L/día)		Teórico	Aforado (L/día)		Teórico (L/día)	Aforado (L/día)
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal equipo hrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hrosanitario (L/min)	Caudal equipo hrosanitario Llave al 100% de apertura	Caudal equipo hrosanitario Llave al 50% de apaertura	Caudal especificado equipo hrosanitario (L/min)	Caudal equipo hrosanitario o Llave al 100% de apertura	Caudal equipo hrosanitario Llave al 50% de apaertura		
Ducha	Bañarse	Grival	1	2	2	0,5	2	9	19,8	14,6	72,0	158,4	116,8	72,0	158,4	116,8	<b>118,2</b>	<b>146,9</b>
Lavamanos	Lavado de manos	Grival	2	4	1	0,3	0,3	8	6,23	4,54	19,2	15	10,9	19,2	15	10,9		
Lavaplatos	Lavado de utensilios	Grival	3	3	1	0,1	0,3	10,0	15,8	7,1	27	42,5	19,2	27	42,5	19,2		

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 49.** Distribución del consumo de agua potable por personal de limpieza y mantenimiento para actividades de limpieza y riego de zonas verdes.

Equipo Hidrosanitario	Uso	Marca	Frecuencia de uso diario	No. de unidades hidráulicas utilizadas $N_{eh}$	Número de veces que cambian el agua	Volumen del balde (L)	Volumen total en cada actividad (L/día)	Caudal total (L/día)
Llaves externas (Llaves monomadas)	Limpieza de interiores y exteriores	Grival	0,3	28	4	12	417	9996
		Italy		1				
				29				
	Uso	Marca	Frecuencia semanal	Tiempo de uso efectivo equipo hidrosanitario (min)	Caudal del equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura (L/min)	Caudal diario (L/min)	No. de unidades hidráulicas utilizadas	
	Personal de mantenimiento							
Riego de zonas verdes	Grival	3	120	26,7	9612	21		

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 50.** Distribución del consumo de agua potable en las áreas comunes, marcas con operación a push.

Fuente. Autoras, 2010.

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS EN ÁREAS COMUNES -MARCAS CON OPERACIÓN A PUSH-															
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Push)	Frecuencia Uso Diario	No. Uso efectivo del equipo hidrosanitario	No. de unidades hidráulicas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto		Caudal		Caudal diario por marcas		Caudal diario por equipo hiro sanitario		Caudal total diario	
						Minutos		Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico	Aforado	Teórico (L/día)	Aforado (L/día)
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día)	Caudal equipo hidrosanitario (L/día)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/día)	Caudal equipo hidrosanitario (L/día)		
Lavamanos (Grifos)	Lavado de Manos	Grival	3	42	15	0,008	0,2	6,0	6,4	5443,2	5806,1	5896,8	5715,4	74536,5	79177,5
		TIG			21			7,0	6,2	6350,4	5624,6				
					36			Promedio		5896,8	5715,4				
Sanitarios	Descargas	Tulipán	2	40	38			18216,0		18240,0		15240,0			
Orinales	Descargas	Grival	2	127	12			15180,0		15240,0		15240,0			

Tabla 51. Distribución del consumo de agua potable en las áreas comunes, marcas con operación a manija.

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SEGÚN LOS HÁBITOS. ÁREAS COMUNES MARCAS (A MANIJA)																
Equipo Hidrosanitario	Uso	Marcas (Manija)	Frecuencia Uso Diario	No. Uso efectivo equipo hidrosanitario	No. unidades hidráulicas utilizadas $N_{eh}$	Tiempo efectivo grifo abierto		Caudal			Caudal diario por marcas			Caudal diario por equipo hirosanitario		
						Minutos		Teórico	Aforado (L/min)		Teórico	Aforado (L/día)		Teórico	Aforado (L/día)	
						t. min (min)	t. max (min)	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{te}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_A$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_A$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min) $Q_{Tdm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura $Q_{Adm}$	Caudal especificado equipo hidrosanitario (L/min)	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 100% de apertura	Caudal equipo hidrosanitario Llave al 50% de apertura
Lavamanos (Grifos)	Lavado de Manos	Grival	3	77	19	0,1	0,3	6,0	6,23	4,54	7900,2	8203	5977,8	7900,2	8203	5977,8
Sanitarios	Descargas	Grival	2	83	22			18			65736			53064,0		
Orinales	Descargas	Grival	2	244	6			6			17568,0			17568,0		
Duchas	Bañarse	Grival	1	102	5	1	2	9,0	19,8	14,6	9180	20196	14892	9180	20196	14892
Lavaplatos	Lavado de utensilios	Grival	2	1	11	0,1	0,3	10,0	15,8	7,1	66	103,95	47	66	103,95	47

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 52.** Distribución del consumo de agua potable en las pesebreras y perreras.

<b>Aparato Hidrosanitario</b>	<b>Uso</b>	<b>Marcas a manija</b>	<b>Numero animales</b>	<b>Volumen consumido (L/día/animal)</b>	<b>Caudal total diario (L/día )</b>	<b>No. unidades hidráulicas utilizadas</b>
<b>PESEBRERAS</b>						
Llaves externas	Consumo	Grival	46	5	<b>230</b>	65
<b>PERRERAS</b>						
<b>Aparato Hidrosanitario</b>	<b>Uso</b>	<b>Marcas a manija</b>	<b>Numero de canecas</b>	<b>Volumen Caneca (L)</b>		
Llaves externas	Consumo y aseo general perreras	Grival	4	200	<b>800</b>	3
<b>Aparato Hidrosanitario</b>	<b>Uso</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>/2_meses)</b>				
Tanques de Almacenamiento	Almacenamiento de agua potable	<b>198,7</b>				

Fuente. Autoras, 2010.

**Tabla 53.** Distribución del consumo de agua potable en las diferentes áreas de la ECSAN.

<b>Caudal tota ECSAN</b>		
<b>Área</b>	<b>L/día</b>	<b>m<sup>3</sup>/2_meses</b>
Cadetes	77698,4	4817,3
Oficiales	7075,5	438,7
Administrativo	19482,5	1191,5
Personal de casino	1005,1	62,3
Casino de Oficiales y Comedor de Cadetes	13046,0	808,9
Personal de Limpieza	10176,5	630,9
Áreas comunes	79177,5	4909,0
Pesebreras	230,0	14,3
Perreras	800,0	49,6
Tanques de almacenamiento	3204,0	198,7
<b>Total consumo aforado</b>		<b>13137,6</b>
<b>Total recibo de acueducto y alcantarillado</b>		<b>13192,0</b>

Fuente. Autoras, 2010.

### 5.3.4 ANEXO NO. 4. Lecturas Adicionales. El uso eficiente y reuso del agua

#### INDICE.

1. Usos del agua.
2. El uso eficiente y reuso de aguas por los diferentes sectores.
  - a. Uso doméstico eficiente.
  - b. Uso en Agricultura y Ganadería
  - c. El agua, fuente de energía
3. Aguas residuales, sistemas de tratamiento y soluciones de ingenieras para el reuso de efluentes.
4. Tipos de Tratamiento de aguas grises.
5. Resultados de la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales -PTAR.
6. Directos
7. Indirectos

Usos del Agua.

El uso eficiente no sólo aporta beneficios al sistema que lo efectúa, también significa mejoras para otros usuarios. Por ejemplo, el ahorro del líquido en zonas habitacionales implica una menor explotación de ríos y acuíferos, una mejor calidad del agua, una menor necesidad de obras nuevas (y menores cargas de impuestos); además, al reducirse los consumos, hay menos agua residual, menos necesidad de obras de drenaje, más facilidad de tratamiento y menos riegos de contaminación de los cuerpos receptores.

Tradicionalmente, las exigencias de la población, los procedimientos para la gestión de créditos, las maquinarias y equipos comercializados y hasta los planes de estudio de las universidades, se enfocan a la construcción de más obras para resolver problemas de abastecimiento, riego, generación hidroeléctrica o hasta de recreación, olvidándose de opciones quizás más sencillas y permanentes como mejorar la eficiencia en el uso del agua. Es el momento, ahora que cada vez es más evidente la escasez de este elemento y su creciente contaminación, de implantar

acciones intensas de promoción, difusión, investigación y apoyo en general al uso eficiente. Las otras opciones, como la construcción de nuevas obras, tienen su propia inercia y se defenderán solas, incluso a veces habrá que luchar contra ellas. (ARREGUÍN CORTÉS F. CEPIS 2000)

El uso eficiente y reuso de aguas por los diferentes sectores.

De acuerdo a la guía del -MAVDT, el concepto de **uso eficiente** hace referencia al ahorro y/o prevención de fugas o pérdidas dentro del sistema, implementando cualquier actividad que minimice la cantidad de agua que se utilice, pero no solo hace referencia al ahorro de agua sino también al manejo adecuado de los recursos; todo esto se ve reflejado en los aspectos sociales y económicos, además de reducir el consumo del preciado recurso el cual es fundamental para el desarrollo sostenible y para asegurar que haya suficientes recursos para generaciones futuras.

Uso doméstico eficiente.

El uso eficiente del agua se puede dar a cualquier nivel, empezando por los hogares. Comprende el consumo de agua para satisfacer todas las actividades y necesidades diarias tales como la alimentación, limpieza de viviendas, el lavado de ropa, la higiene y el aseo personal. Para ello en el RAS en el Título B indica cual es la dotación neta de una habitante al día; se entiende por dotación neta la cantidad mínima requerida de agua por un habitante al día para cubrir sus necesidades básicas, sin tener en cuenta las pérdidas que se presenten en el sistema. Esta dotación neta depende del nivel de complejidad (Tabla 54).

**Ilustración 29.** Usos domésticos

**Fuente.** Arreguin C. Felipe, I. 2000.



**Tabla 54.** Asignación del nivel de complejidad.

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana <sup>(1)</sup> (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios <sup>(2)</sup>
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

**Fuente.** RAS título A Capítulo A.3.1 Niveles de complejidad del sistema 2000.

Identificando el nivel de complejidad de la población estudiada se puede asignar un valor a la dotación neta que requiere cada habitante al día (*Tabla 24*).

**Tabla 55.** Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab día)	Dotación neta máxima (L/hab día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

**Fuente.** RAS título B Capítulo B.2.4.1 Dotación neta mínima y máxima 2000.

La dotación neta no solo depende del nivel de complejidad sino del clima y otros factores como la temperatura. Como se indica en el RAS Título B. (*Tabla 25*).

**Tabla 56.** Variación de la Dotación.

Nivel de complejidad del sistema	Clima cálido (Mas de 28°C)	Clima templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima frío (Menos de 20°C)
Bajo	+ 15 %	+ 10%	No se admite Corrección por clima
Medio	+ 15 %	+ 10 %	
Medio alto	+ 20 %	+ 15 %	
Alto	+ 20 %	+ 15 %	

**Fuente.** RAS título B Capítulo B.2.4.4.2 Efecto del clima en la dotación neta 2000.

En general, se estima que el gasto diario de agua por persona en la ECSAN es equivalente a **100 - 150 L/hab/día** aproximadamente, los cuales están destinados a la descarga de sanitarios, la higiene corporal y la preparación de alimentos.

**Uso en Agricultura y Ganadería:** en la agricultura quizás es uno de los sectores de producción donde se consume mayor cantidad de agua, entre sus usos más comunes esta el riego de los campos y en la ganadería, como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado.



Ilustración 30. **Usos del agua en la agricultura**  
Fuente. <http://riegoscincovillas.com> 2010.

**El agua, fuente de energía:** aprovechamos el agua para producir energía eléctrica (en centrales hidroeléctricas situadas en los embalses de agua). En algunos lugares se aprovecha la fuerza de la corriente de agua de los ríos para mover máquinas (molinos de agua, aserraderos).



**Ilustración 31.** Usos para la generación de energía  
Fuente. <http://mercadoenergia.com> 2010

### **Aguas residuales, sistemas de tratamiento y soluciones de ingenierías para el reuso de efluentes.**

Las aguas residuales, también llamadas aguas negras, son una mezcla compleja que contiene, por lo común, más de un 99% de este líquido junto con contaminantes de naturaleza orgánica e inorgánica, tanto en suspensión como disueltos, en proporciones tales que la densidad relativa de esta solución diluida es similar a la del agua pura.

Los principales componentes de las aguas residuales, o contaminantes, demandan oxígeno, favorecen el desarrollo de organismos animales y vegetales, pueden ser tóxicos, a menudo infecciosos o, simplemente, darle a ésta un aspecto y propiedad desagradable, pero siempre pueden provocar, por vertidos incontrolados o por

ausencia de medidas correctoras, impactos negativos en el medioambiente, en los seres vivos y en los cuerpos receptores.

Si se permite la acumulación y estancamiento de las aguas residuales, la descomposición de la materia orgánica que contienen puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases malolientes, a lo cual debe añadirse la frecuente presencia en éstas de microorganismos patógenos y causantes de enfermedades. Es por esto que la evacuación inmediata de las aguas residuales de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es no solo deseable, sino también necesaria (*Ing. Paulino Gonzalez 2002*)

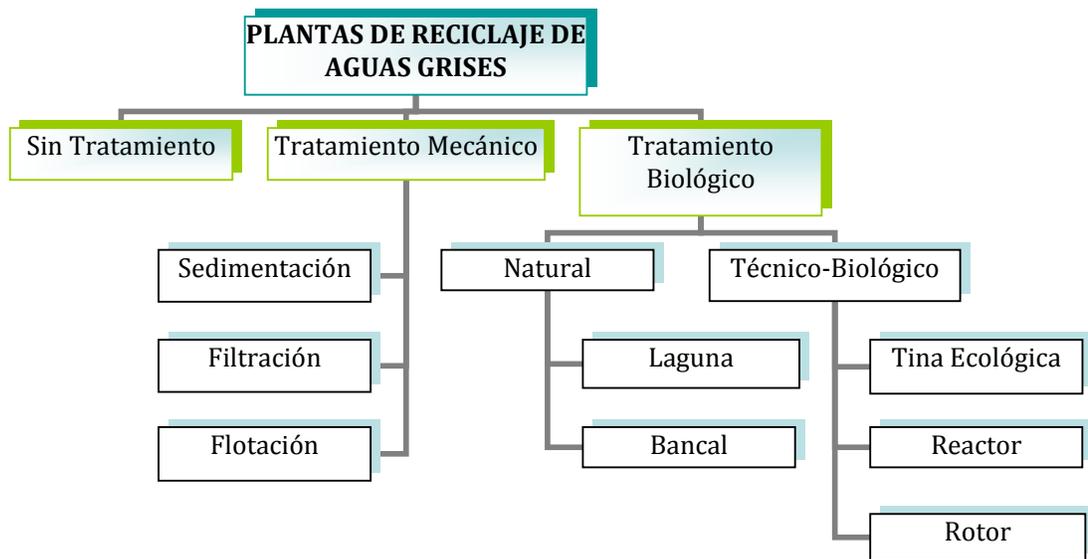
En Colombia aun hacen falta recursos y tecnologías avanzadas para dichos tratamientos, sin embargo, se busca la manera de mitigar el problema de los impactos ambientales generados a las fuentes hídricas las cuales son vertidas a cuerpos de agua al es el caso del río Bogotá.

Dentro del proceso de tratamiento de las aguas residuales, se encuentran procesos físicos, químicos y biológicos, los cuales tratan y remueven contaminantes introducidos por las actividades antrópicas a través del uso cotidiano que se le da al agua. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia o efluente tratado reutilizable en el ambiente y/o en los mismos procesos de producción de las industrias, las condiciones de calidad del agua no deben generar impactos negativos al ambiente, la salud humana y animal.

Tipos de Tratamientos de aguas grises.

La elección por un tipo de tratamiento de aguas grises depende de varios factores como: El sitio de instalación, el espacio disponible, las necesidades de los usuarios, los recursos financieros disponibles, el uso del agua tratada, entre otros.

El siguiente cuadro muestra las alternativas para reciclaje de las aguas grises. (*TORSTEN 2003*).



**Figura 6.** Alternativas para el reciclaje de aguas grises.

**Fuente.** Torsten Lingner. Trabajo técnico. Reciclaje de aguas grises, una solución eficaz en ecología y economía. 2003

### **Resultados de la implementación de una planta de tratamiento de agua residuales -PTAR.**

- + **Directos:** Se disminuirían los riesgos y peligros para la salud pública en el área de servicio, mejoraría la calidad de las aguas receptoras aumentando su uso y beneficio. Adicionalmente, la instalación de un sistema de recolección y tratamiento de las aguas servidas, posibilita un control más efectivo de las aguas servidas industriales mediante su tratamiento previo y conexión con el alcantarillado público, ofreciendo un mayor potencial para la reutilización beneficiosa del efluente tratado y de los fangos.
- + **Indirectos:** Dentro del tratamiento de las aguas residuales se incluye la provisión de sitios de servicio para el desarrollo, mayor productividad y rentas de las pesquerías, mayores actividades, y rentas turísticas y recreativas, mayor productividad agrícola y forestal o menores requerimientos para los fertilizantes químicos, en caso de ser reutilizado el efluente y los fangos, y menores demandas sobre otras fuentes de agua como resultado de la reutilización del efluente.

## 5.4 GLOSARIO

<b>5.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS</b>	
<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	Sistema o servicio de captación, tratamiento y distribución de agua para consumo humano.
<b>AGUA</b>	Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales.
<b>AGUA LLUVIA</b>	Es el agua proveniente de la atmosfera, la cual se forma por la condensación de vapor acuoso
<b>AGUA POTABLE</b>	Agua sana, agradable e inocua al ser humano y que cumple con estándares de calidad establecidos por los países.
<b>AHORRO</b>	Aquellos recursos que no se consumen y que en cambio se guardan para prevenir necesidades futuras.
<b>ALMACENAMIENTO</b>	Depósito destinado a la acumulación, conservación y abastecimiento del agua lluvia con fines domésticos.
<b>ANTIVANDÁLICA</b>	
<b>BENEFICIO/COSTO</b>	Parte del principio de obtener mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido
<b>CAPTACIÓN</b>	Superficie destinada a la recolección del agua lluvia para un fin beneficioso.
<b>CONSUMO</b>	Uso que hace una persona de un bien o servicio
<b>CONTAMINACION</b>	Cualquier sustancia u objeto que pueda causar daño a un ecosistema

<b>DEFICIT</b>	Es la falta o escasez de un recurso que se considera necesario
<b>DEMANDA</b>	Cantidad de productos o servicios que el consumidor requiere para satisfacer sus necesidades en un momento dado
<b>EFICIENCIA</b>	Uso racional de un recurso con el que se cuenta
<b>EFICIENTE</b>	Establece si en igualdad de metas de cantidad y calidad, el gasto ambiental se realiza al mínimo costo.
<b>FACTIBILIDAD</b>	Disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados. Generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto.
<b>EQUIPOS AHORRADORES</b>	Equipo utilizado para disminuir el consumo de agua potable.
<b>EQUIPOS HIDROSANITARIOS</b>	Son todos aquellos elementos tales como sanitarios, lavamanos, Orinales, lavaplatos, etc.
<b>ESCASEZ</b>	Disponibilidad de un recurso
<b>HABITO</b>	Conducta que se repite en el tiempo
<b>INTERCEPTOR</b>	Dispositivo dirigido a captar las primeras agua de lluvia, correspondiente al lavado del área de captación y que pueden contener impurezas de diversos orígenes.
<b>OFERTA</b>	Cantidad de bienes o servicios que el productor es capaz de ofrecer al consumidor para cubrir una necesidad en un momento dado.
<b>PROGRAMA</b>	Conjunto de instrucciones que después de ser ejecutadas logran un objetivo.
<b>PUSH</b>	Sistema de un equipo hidrosanitario que trabaja en un tiempo determinado.
<b>RECICLAJE</b>	Neologismo que se refiere a la rotación de

	<p>materiales por métodos que permiten la recuperación de componentes para volver a usarlos en nuevos proceso de fabricación. Esta labor tiene gran importancia en el cuidado del medio ambiente y conservación de los recursos naturales ya que representa una posibilidad interesante de reutilización de materiales, con la siguiente repercusión en los procesos económicos.</p>
<b>RECOLECCIÓN</b>	<p>Conjunto de canales situadas en las partes más bajas del área de captación con el objeto de recolectar el agua lluvia y de conducirla hacia el interceptor.</p>
<b>RECONVERSION</b>	<p>Conjunto de decisiones y acciones para reemplazar algo que se encuentra obsoleto o en malas condiciones</p>
<b>REUSO</b>	<p>Uso de la misma agua más de una vez.</p>
<b>USO</b>	<p>Empleo continuado y habitual de alguien o algo.</p>
<b>VIABILIDA</b>	

## SIGLAS

CAR	= Corporación Autónoma Regional.
CEPIS	= Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
DRAE	= Diccionario de la Real Academia de la Lengua.
EAAB	= Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá D.C.
ECSAN	= Escuela de Cadetes de Policía General Santander.
EPA	= Agencia De Protección Ambiental
hab	= habitante
Ha	= Hectárea
h	= hora
IDEAM	= Instituto de Estudios Ambientales y Meteorología.
MAVDT	= Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.
OMS	= Organización mundial de la salud.
OPS	= Organización Panamericana de la Salud
PAYUEDA	= Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.
POA	= Política Organizacional del Agua.
UNESCO	= Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
gal	= galones
min	= minuto
Psi	= Presión
L	= litro
Pt	= población total
V	= Volumen
S	= segundos
No.	= Numero
m <sup>3</sup>	= metro cúbico
m	= metro
Pers	= Persona