

FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA  
PARA EL CLUB CAMPESTRE CAFAM

Modalidad Pasantía

ALVARO CAMILO BECERRA GAONA

Trabajo De Grado  
Para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Director:  
JUAN CARLOS TORRES FERNÁNDEZ  
Ingeniero Químico Post Doctorado

Co Director  
Mariluz Peña Poveda  
Adm. Ambiental Esp. Gerencia en Salud Ocupacional

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2014

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
ANTECEDENTES .....	10
JUSTIFICACIÓN .....	16
INTRODUCCIÓN .....	17
OBJETIVOS .....	18
OBJETIVO GENERAL.....	18
ESPECÍFICOS .....	18
META .....	18
FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA PARA EL CLUB CAMPESTRE CAFAM .....	19
1 GENERALIDADES DEL CLUB CAMPESTRE CAFAM .....	19
1.1 UBICACIÓN ESPACIAL .....	20
1.2 LOCALIZACIÓN GEOREFERENCIADA .....	20
1.3 COORDENADAS PLANAS DE LOS POZOS CONCESIONADOS.....	20
2 ASPECTOS ESPECÍFICOS DEL CLUB CAMPESTRE CAFAM .....	20
2.1 DATOS DEL PREDIO .....	21
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS PRESTADOS.....	21
2.3 EXTENSIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SUELO .....	22
2.3.1 Clasificación de las Áreas en el Club Campestre Cafam:.....	22
2.3.2 Caracterización Cuantitativa de la Distribución de Áreas .....	25
2.4 POBLACIÓN.....	26
2.4.1 Funcionarios del Club Campestre Cafam .....	26
2.4.2 Antecedentes de los Funcionarios del Club Campestre .....	27
2.4.3 Entradas de Usuarios por Servicio del Club Campestre Cafam .....	27
2.4.4 Población diaria al Club Campestre Cafam .....	27
2.5 AMBIENTE FÍSICO .....	28
2.5.1 Geología .....	28
2.5.2 Precipitación.....	28
2.5.3 Temperatura.....	28
2.5.4 Humedad Relativa .....	29
2.5.5 Hidrología .....	29
2.5.6 Cuerpos de agua dentro de la zona de influencia de vertimiento del agua residual tratada en la PTAR.....	30
3 ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CLUB .....	32

3.1	FLUJO DEL AGUA DENTRO DEL CLUB CAMPESTRE CAFAM.....	32
3.2	PROCESO DEL AGUA DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL CLUB .....	34
3.3	OFERTA Y DEMANDA DEL AGUA EN EL CLUB CAMPESTRE CAFAM .....	34
3.3.1	Histórico de Captación de Agua Subterránea .....	35
3.3.2	Uso del agua por las concesiones del Club.....	36
3.3.3	Histórico de la Demanda Per Cápita.....	37
3.3.4	Porcentaje de Consumo en Relación a lo Adjudicado.....	37
3.4	CALIDAD DEL AGUA .....	38
3.4.1	Calidad Agua Cruda .....	38
3.4.2	Calidad Agua Potable .....	39
3.4.3	Calidad del Vertimiento.....	40
3.4.4	Calidad del Agua según el Área de Utilización .....	42
4	DIAGNOSTICO NORMATIVO .....	43
4.1	MARCO NORMATIVO .....	43
4.2	CONCESIÓN AGUAS SUBTERRÁNEA .....	44
4.2.1	Determinación Actual (Resolución 1371 De 2009) .....	44
4.2.2	Disposiciones Actuales .....	45
4.2.3	Cumplimiento Normativo.....	45
5	DIAGNÓSTICO TÉCNICO.....	46
5.1	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS SANITARIOS .....	46
5.2	SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA CAPTADA .....	49
5.3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) .....	51
5.4	RECIRCULACIÓN AGUA DE PISCINAS.....	51
5.4.1	Proyección para Recircular el Agua de Retro Lavado.....	52
6	PROGRAMA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL CUMPLIMIENTO .....	54
6.1	CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LOS FUNCIONARIOS .....	54
6.2	CAMPAÑA INFORMATIVA DE SENSIBILIZACIÓN.....	57
7	PROGRAMA REDUCCIÓN Y PREVENCIÓN DE PERDIDAS .....	59
7.1	JUSTIFICACIÓN.....	59
7.2	OBJETIVOS .....	59
7.3	ALCANCE.....	59
7.4	OPERACIONES PREVENTIVAS .....	59
7.4.1	Inspección del Sistema Hidro Sanitario.....	59
7.4.2	Reducción de pérdidas durante el mantenimiento preventivo de tanques de almacenamiento de agua potable .....	60
7.5	OPERACIÓN CORRECTIVA.....	61
7.6	RECURSOS DEL PROGRAMA .....	61
7.7	CONTROL DEL PROGRAMA.....	62
7.8	INDICADORES .....	62

7.9	CRONOGRAMA.....	62
8	PLANTEAMIENTO DE METAS.....	62
8.1	TRAZADO DE LA REDUCCIÓN DE CONSUMO .....	62
8.2	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE AGUA NO TRATADA .....	64
8.2.1	Cálculo del Caudal de Salida.....	64
8.2.2	Cálculo Caudal de Entrada.....	64
8.2.3	Cálculo de Pérdidas .....	64
8.3	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA.....	65
9	HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	70
9.1	CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA: .....	70
9.1.1	Consumo de Agua PZ 11-0047 (hoja 1) PZ 11-0080 (hoja 2).....	70
9.1.2	Consolidado del Año (hoja 3) .....	71
9.1.3	Seguimiento a la fijación de metas (hoja 4) .....	71
10	SISTEMA PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS.....	71
10.1	JUSTIFICACIÓN.....	71
10.2	OBJETIVO .....	72
10.2.1	General .....	72
10.2.2	Específicos .....	72
10.3	ALCANCE.....	72
10.4	COMPONENTES TÉCNICOS .....	72
10.4.1	Superficie de Captación.....	73
10.4.2	Recolección .....	74
10.4.3	Interceptor de primeras aguas.....	75
10.4.4	Caja de Almacenamiento Temporal .....	76
10.5	SISTEMA DE BOMBEO .....	77
10.6	MODELO DE CÁLCULOS.....	80
10.6.1	Precipitación.....	81
10.6.2	Oferta de Agua Lluvia .....	81
10.6.3	Demanda del Agua .....	82
10.6.4	Volumen de almacenamiento (Vi).....	82
10.6.5	Volumen del Interceptor de Primeras Aguas .....	83
10.6.6	Potencial de ahorro de agua (PAA) .....	83
11	CONCLUSIONES .....	84
12	BIBLIOGRAFÍA .....	86
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Históricos de porcentajes de pozos de agua subterránea con sellamiento definitivo en Bogotá .....	11
Tabla 2: Seguimiento de las resoluciones de concesión de aguas subterráneas.....	12
Tabla 3: Coordenadas de los pozos de agua subterránea.....	20
Tabla 4: Datos de informativos Club Campestre Cafam .....	21
Tabla 5: Clasificación de las Áreas del Club Campestre Cafam .....	23
Tabla 6: Caracterización Cuantitativa de la Distribución de Áreas y su Uso del Agua .....	25
Tabla 7: Funcionarios del Club .....	26
Tabla 8: Antecedentes de los funcionarios de la institución.....	27
Tabla 9: Antecedentes de usuarios asistentes al Club .....	27
Tabla 10: Antecedentes de la Población diaria en el Club .....	28
Tabla 11: Usos del agua por área .....	32
Tabla 12: Diagrama de flujo de los procesos realizados en el Club .....	34
Tabla 13: Datos de los pozos concesionados .....	34
Tabla 14: Registros de consumo de agua desde 2011 hasta el 2013.....	35
Tabla 15: Costos fijos mensuales por el uso del agua en el Club Campestre Cafam .....	36
Tabla 16: Cálculo de la demanda per cápita .....	37
Tabla 17: Resultados de informe de laboratorio para el agua subterránea .....	39
Tabla 18: Parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de agua potable .....	40
Tabla 19: Informe resultados de laboratorio .....	41
Tabla 20: Calidad del Agua Según Área de Utilización .....	42
Tabla 21: Marco normativo aplicable .....	43
Tabla 22: Cronología de la concesión de aguas subterráneas. ....	44
Tabla 23: Caudal concesionado bajo la Resolución 1371 de 2009.....	44
Tabla 24: Caracterización de los sistemas sanitarios en el Club .....	46
Tabla 25: Proceso de potabilización del agua subterránea .....	49
Tabla 26: Características de las piscinas del Club Cafam .....	51
Tabla 27: Ficha Proyecto Capacitación y Sensibilización de los Funcionarios.....	54
Tabla 28: Ficha de la Campaña Informativa de Sensibilización.....	57
Tabla 29: Procedimientos para la inspección del sistema hidro sanitario .....	60
Tabla 30: Planteamiento de la meta quinquenal de reducción en consumos.....	63
Tabla 31: Volumen extraído el 21 de noviembre del 2013 .....	64
Tabla 32: Información preliminar utilizada para proyectar la demanda hídrica necesaria .....	65
Tabla 33: Pérdidas aceptables.....	66
Tabla 34: Dotación bruta.....	66
Tabla 35: Variables para proyección poblacional .....	67
Tabla 36: Proyección poblacional.....	68

Tabla 37: Resultados de las proyecciones de la demanda, con los diferentes métodos poblacionales proyectados.....	69
Tabla 38: Lugares óptimos para la captación del agua lluvia en el Club.....	73
Tabla 39: Especificaciones del interceptor de primeras aguas en el Club .....	75
Tabla 40: Oferta de agua lluvia .....	81
Tabla 41: Resultados de precipitación promedio mensual, demanda y oferta mensual, demanda y oferta acumulada, volúmenes de almacenamiento y potencial de ahorro de agua. ....	83

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización geográfica del Club Campestre Cafam.....	19
Ilustración 2: Ubicación geográfica del humedal Torca y Guaymaral.....	31
Ilustración 3: Flujo del agua en el Club .....	33
Ilustración 4: Planta de tratamiento de agua potable del Club .....	49
Ilustración 5: Sistema de tratamiento del agua de piscinas.....	52
Ilustración 6: Planeación del flujo del agua utilizada en las piscinas .....	53
Ilustración 7: Componentes de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia .....	73
Ilustración 8: Áreas de captación de agua lluvia .....	74
Ilustración 9: Tipos de leaf screen.....	75
Ilustración 10: Tipos de tanques interceptores de primeras aguas lluvia .....	76
Ilustración 11: Esquema para el sistema de bombeo .....	77

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Indicador de cumplimiento para el Programa de Reducción de Pérdidas .....	62
Ecuación 2: Cálculo pérdidas de agua en el Club .....	65
Ecuación 3. Dotación Bruta .....	66
Ecuación 4: Método aritmético proyección poblacional .....	67
Ecuación 5: Método geométrico proyección poblacional .....	67
Ecuación 6: Tasa de crecimiento poblacional por el método geométrico.....	68
Ecuación 7: Tasa de crecimiento de la población por el método exponencial .....	68
Ecuación 8: Método exponencial de proyección poblacional.....	68
Ecuación 9: Determinación del caudal medio diario.....	69
Ecuación 10: Determinación del caudal máximo diario.....	69
Ecuación 11: Determinación del caudal máximo horario .....	69
Ecuación 12: Potencia de la bomba .....	77
Ecuación 13: Ecuación de continuidad para hallar el caudal .....	78
Ecuación 14: Altura dinámica del agua .....	78

Ecuación 15: Ecuación de continuidad para hallar la velocidad .....	79
Ecuación 16: Pérdidas en la tubería por accesorios.....	79
Ecuación 17: Pérdidas en la tubería por fricción.....	79
Ecuación 18: Ecuación de iteración para hallar f .....	80
Ecuación 19: Número de Reynolds .....	80
Ecuación 20: Oferta de agua lluvia.....	81
Ecuación 21: Oferta acumulada .....	82
Ecuación 22: Demanda acumulada .....	82
Ecuación 23: Volumen de almacenamiento.....	82
Ecuación 24: Volumen de almacenamiento para el interceptor de aguas lluvias .....	83
Ecuación 25: Potencial de ahorro del agua .....	83

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Valores mensuales multianuales de Temperatura y Precipitación .....	29
Gráfico 2: Porcentaje de cumplimiento mensual multianual .....	38

## **RESUMEN**

El Club Campestre Cafam se abastece de dos pozos de agua subterránea, y con el tiempo se ha evidenciado que es un recurso limitado, sobre todo por las fuertes exigencias del ente de control. Cafam desea formular el programa de uso eficiente y ahorro del agua, que tiene como finalidad el cumplimiento de la normatividad y de requerimientos exigidos por la Secretaria Distrital de Ambiente para la concesión de aguas subterráneas, proroga que tendrá que solicitarse antes del mes de noviembre del presente año. La estructura del PUEAA estará basada en el levantamiento y la recopilación de información de tal forma que se organice estructuralmente para entregar un diagnóstico completo del Club. Además incluirá la formulación de diferentes mecanismos de acción que consistirán y tendrán como propósito final ayudar con la disminución del consumo de agua subterránea, los cuales estarán regidos bajo la normatividad ambiental aplicable y los recursos de la organización. Se tendrá que formular el programa de educación a la población que integra el Club, el programa de reducción de pérdidas basado en los lineamientos de mantenimiento correctivo y preventivo. También se establecerán los indicadores de control y seguimiento como herramienta para evaluar el programa, la fijación de metas para el cumplimiento de la Ley 373 de 1997 y la Resolución 1371 del 2009 dada por la Secretaría Distrital de Ambiente. Por último se diseñará el modelo del sistema para el aprovechamiento de aguas lluvia aplicable a la institución.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Club Campestre Cafam, se encuentra inmerso dentro de la región de la Sabana de Bogotá, su ubicación dentro de la ciudad capital es en la localidad 11 de Suba, Calle 215 con Autopista Norte en el Costado Occidental [1]. Este centro recreativo tiene un área de 163.614, 27 m<sup>2</sup>, a una altura de 2.580 metros sobre el nivel del mar [2]. Ubicado en una región que se dedica a actividades económicas sobresaliendo la educación con varios colegios, una sola hacienda y varios cementerios; El Club no cuenta con fuentes hídricas superficiales de las cuales pueda abastecerse, aunque se encuentre cerca el humedal Guaymaral y el Torca no son cuerpos de agua que proporcionen una oferta sustanciosa y de calidad que pueda demandar la institución [3]. En cuanto a su terreno es una zona donde predominan los pastizales, es mayor el porcentaje de zonas verdes que de zonas construidas; no se observan accidentes topográficos ni fallas geológicas de gran magnitud.

Actualmente el Club Campestre Cafam se abastece de dos pozos de agua subterránea concesionados los cuales se encuentran identificados con código pz 11-0047 y pz 11-0080, estos pozos abastecen al total de la población, un promedio de 733 personas al día [2], y que por ende también requieren del suministro de agua en las diferentes actividades y servicios ofrecidos. Estos pozos concesionados han pasado por una trayectoria de actos administrativos comenzando por la Resolución 1279 de 1997 que otorga vigencia de diez años. Una vez el acto administrativo se venció se pide prórroga de concesión, la cual fue otorgada bajo Resolución 4135 de 2007 para una vigencia de cinco años notificando a la organización en el año 2009. Sin embargo en el mismo año la Secretaria Distrital de Ambiente notifica bajo Resolución 1371 la disminución del caudal otorgado para el pozo con código pz 11-0080 e impone otros requerimientos que deberán ser presentados ante el ente de control antes del presente año. Entre los requerimientos exigidos está la obligación de presentar el PUEAA, niveles estáticos y dinámicos de los pozos, las caracterizaciones del agua cruda, y los respectivos formularios de solicitud.

## ANTECEDENTES

La Caja de Compensación Familiar Cafam ha implementado la política ambiental en su preocupación por poder acercarse a la sostenibilidad y a su vez de mantener el cumplimiento de la legislación ambiental, por lo tanto es importante que se cumpla la Ley 373 de 1997 la cual establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua; no obstante es fundamental lo que la ley entiende:

“Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico” [4]

La vigilancia y seguimiento del programa será realizada por las autoridades ambientales competentes de la respectiva jurisdicción, siendo éstas las que aprobarán la implementación y ejecución de dichos programas en coordinación con otros entes que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos [4]. Para el presente caso se tiene en cuenta que el Club Campestre es usuario del recurso hídrico, y que por requerimientos de la Secretaria Distrital de Ambiente requiere de la formulación e implementación de un Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PUEAA).

En cuanto al recurso hídrico se sabe que es un elemento imprescindible para la vida, pero al mismo tiempo se ha convertido en un recurso limitado, como se demostró en el estudio “Descenso de Niveles de Agua Subterránea en la Sabana de Bogotá” donde afirma que el descenso regional del agua subterránea es la principal causa de los fenómenos de compactación y hundimiento que se observa en las capas superficiales de la formación sabana, la sobre explotación del recurso hídrico indirectamente también causa estragos en construcciones e infraestructura vial y sobre presiones en pozos profundos, el estudio recomienda una mejor administración del recurso hídrico ya que actualmente hay una extracción agregada mayor que la recarga natural [5]. Además de estos fenómenos que podría ocasionar no hacer uso eficiente de las aguas subterráneas, la Universidad Nacional identificó un alto riesgo de desabastecimiento para más de diez millones de habitantes que utilizan las aguas subterráneas para satisfacer las diferentes necesidades ya que anualmente la columna de agua disminuye en cinco metros aproximadamente para la Sabana de Bogotá, por lo cual se hace necesario la correcta administración del recurso [6].

Al mismo tiempo los entes de control son cada vez más rigurosos y estrictos en el manejo de este recurso en la concesión de aguas subterráneas, por lo que se ha presentado pozos con sellamiento definitivo para la ciudad de Bogotá [7], observable en la tabla 1, donde se evidencia el aumento de los mismos durante

los últimos años. Este representa los controles más estrictos para hacer uso de las aguas subterráneas.

**Tabla 1: Históricos de porcentajes de pozos de agua subterránea con sellamiento definitivo en Bogotá**

Año	Puntos de Extracción de Aguas Subterráneas – PEAS	Pozos con Sellamiento Definitivo – PSD	Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Definitivo - %PSD
2007	447	66	14,77
2008	458	123	26,86
2009	470	150	31,91
2010	497	151	30,38
2011	487	181	37,17
2012	494	190	38,46
2013	499	210	42,08

Fuente: Observatorio Ambiental de Bogotá, 2014

Como se evidencia en la tabla 1, los sellamientos definitivos para pozos en la Ciudad de Bogotá han aumentado en el transcurso de los años, con históricos desde el 2007 hasta el 2013. Apreciándose que las autoridades ambientales han tomado como herramienta de gestión y administración la prohibición de hacer uso del recurso hídrico subterráneo. Aunque no puede ser el único medio de gestión, ya que con el tiempo, también se evidencia que los puntos de extracción de aguas subterráneas han aumentado, probablemente hay más usuarios que requieren de la extracción de aguas subterráneas creándose nuevos puntos para ser concesionados; aunque los controles son cada vez más estrictos ya que el aumento del porcentaje de pozos con sellamiento definitivo sigue en aumento.

El Club Campestre Cafam posee acto administrativo que lo adjudica como concesionario para la explotación de dos pozos subterráneos dentro de su predio, además de estar obligado para realizar seguimiento de los consumos de los pozos concesionados a través de registros físicos diarios. Esta información es recopilada de manera trimestral y es remitida a la autoridad ambiental competente quien realiza seguimiento de los consumos y utiliza los valores para liquidar la tasa por uso de agua subterránea. A pesar de que cuenta con los respectivos actos administrativos se mantiene el incumplimiento de remisión de informe anual de avance del PUEAA, el cual se considera un requerimiento desde 1997.

En la tabla 2 se presenta el histórico de Resoluciones, por medio de las cuales se ha concesionado el uso de agua subterránea para la explotación de dos pozos en el Club Campestre Cafam. Mencionando el acto administrativo que concesiona cada uno de los pozos identificados con código pz 11-0047 y pz 11-0080 respectivamente, el caudal máximo permitido en metros cúbicos día para cada uno, la vigencia de la concesión y el tipo de uso del recurso que la organización se ve permitida.

Tabla 2: Seguimiento de las resoluciones de concesión de aguas subterráneas

RESOLUCIÓN	FUENTE HÍDRICA	CAUDAL OTORGADO m <sup>3</sup> /día	VIGENCIA (años)	USO
1279 de noviembre 24 1997	Pz-11-0047	576,00	10	Domésticos riego y recreativos
	Pz-11-0080	230,40	10	
4135 de diciembre 21 de 2007 – Notificado 02-12-2009	Pz-11-0047	270,87	5	Domésticos riego y recreativos
	Pz-11-0080	162,43	5	
1371 de 11 de marzo de 2009	Pz-11-0047	270,87	5	Domésticos riego y recreativos
	Pz-11-0080	70,10	5	

Fuente: Adaptación del Autor

Como se evidencia en la tabla 2 del resumen de los actos administrativos otorgados para hacer uso de los pozos con código pz 11-0047 y pz 11-0080 dentro de las instalaciones del Club Campestre, se evidencia que el caudal otorgado ha ido disminuyendo comenzando con 576 m<sup>3</sup>/día y 230,4 m<sup>3</sup>/día para cada uno de los pozos, teniendo a la fecha actual un caudal de 270,9 m<sup>3</sup>/día y 70,1 m<sup>3</sup>/día respectivamente; disminuyendo el caudal total otorgado en 465,43 m<sup>3</sup>/día desde el año 1997 hasta la última concesión otorgada en el 2009, la actual que rige.

Actualmente las demandas hídricas son abastecidas por sistemas de acueducto o por la extracción directa de aguas subterráneas y superficiales. Se ve la necesidad de implementar mecanismos para el ahorro y uso eficiente del agua, ya que según el Estudio Nacional del Agua el índice de escasez tiende a aumentar a través de la población colombiana, presentando el cálculo de la relación demanda oferta de agua para el año 2000 y proyecciones para los años 2015 y 2025, las cuales indican que el 50% de la población de las áreas urbanas municipales estarían en alto riesgo de desabastecimiento, en condiciones hidrológicas medias, aumentando la proporción para las condiciones de año seco [8]. Algunos claros ejemplos de los mecanismos más usados y eficientes son:

1. **Aprovechamiento de Aguas Lluvias:** A pesar de la existencia de los mecanismos para aprovechar el agua lluvia, y de su eficacia en el transcurso del tiempo, se ha visto reducida la práctica debido a la imposición de métodos y obras para la utilización del agua superficial y subterránea (presas, acueductos, pozos de extracción, sistemas de irrigación, etc.), además de la imposición de nuevas costumbres por nuevas culturas (colonizaciones, guerras, políticas, etc.). El aprovechamiento de aguas lluvias se evidencia desde hace más de diez siglos, se citan algunos ejemplos referenciados de aprovechamiento del recurso hídrico proveniente de la precipitación: en el desierto Negevn en Israel y Jordania hace ocho mil años se realizaba el desmonte de lomerías para aumentar la escorrentía superficial, para dirigirlos a predios agrícolas aguas abajo [9]. Para el año mil

antes del periodo actual, hay evidencia que en las zonas altas de Yemen donde las lluvias son escasas se encuentran edificaciones (templos y sitios de trabajo) para captar y almacenar agua [9]. Para los siglos III y IV antes de la época actual algunas viviendas unifamiliares contaban con un espacio principal a cielo abierto y en él se instalaba un estanque por el cual los techos hacían escurrir el agua, para ser almacenada en este, las viviendas que no poseían de este espacio contaban con jarras como por ejemplo en China que existen pozos y jarras para la recolección de aguas lluvias desde hace más de 2000 años [9]. En el imperio Maya, en el siglo X a.c., el actual México en la península de Yucatan contaban con un área de 100 a 200 m<sup>2</sup>, y almacenaban el agua lluvia en cisternas con diámetro aproximado de 5 metros, excavadas en el subsuelo e impermeabilizadas con yeso para evitar filtraciones [9].

En la época actual se han observado practicas convencionales para aprovechamiento de aguas lluvias, las cuales en su gran mayoría son de carácter informal, de bajo costo, baja eficiencia y baja calidad del recurso hídrico [9]. También existen casos como el de Bangladesh, que utiliza este método gracias a la ONG Forum for Drinking Water Supply & Sanitation implementando programas regionales, para el suministro de agua segura en áreas afectadas (aguas subterráneas y superficiales contaminadas con arsénico), donde logran aprovechar el agua lluvia en diferentes tipos de uso [10], usualmente implementan para el almacenamiento de agua lluvia tanques de concreto reforzado, mampostería, cisternas y tanques subterráneos; con costos entre los US\$ 50 y US\$ 150, para la instalación [10]. En China el gobierno local ha implementado el proyecto llamado “121”, apoyando económicamente a familias para la construcción de instalaciones para recolección de aguas lluvias donde se suministra agua lluvia a cinco millones de personas y a más de un millón de cabezas de ganado [11]. En Nicaragua tan solo el 36 % de la población rural tiene acceso al agua, por lo que se han establecido cisternas rectangulares con un volumen total de 36 m<sup>3</sup>, techadas con teja de barro ya que conducen el agua de tejado por tubería al tanque de almacenamiento [11]. En Japón se están implementando a nivel comunitario los llamados “ronjinson” ubicados en vía pública del distrito de Mukojim, la instalación recibe el agua lluvia del techo de la casa vecina, la cual es almacenada en un pozo subterráneo y para extraer el agua se utiliza una bomba manual, agua que puede ser utilizada para el riego de jardines, aseo de fachadas y pisos, combatir incendios y como agua de consumo en situaciones de emergencia [9]. En EEUU, Texas es el estado donde más se utilizan los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia una casa típica en Texas tiene un área de 200 m<sup>2</sup> de cubierta y puede producir más de 150.000 litros de agua al año con una precipitación anual media de 850 mm. El costo de los sistemas depende básicamente del tamaño de la cisterna de almacenamiento, el sistema para una casa puede costar entre US \$5.000 y US \$8.000 (para el año 2000), el costo incluye los canales y tuberías para conducir el agua a la cisterna, el costo de la cisterna, la bomba y el sistema de tratamiento [9].

En Colombia también se han implementado tecnologías para el aprovechamiento de agua lluvia. Actualmente existen algunas edificaciones de tipo institucional o comercial, donde se realizaron diseños de instalaciones hidráulicas para el aprovechamiento del agua lluvia, algunos ejemplos específicos son: el almacén Alkosto Venecia en la ciudad de Bogotá, donde se aprovechan 6.000 m<sup>2</sup> de cubierta para captar alrededor de 4.820 m<sup>3</sup> de agua lluvia al año, con lo cual se satisface el 75% de la demanda actual de agua potable de la edificación. La misma cadena de almacenes en Villavicencio, tiene una cubierta de 1.061 m<sup>2</sup> con la cual se capta el agua lluvia para ser almacenada en un tanque de 150 m<sup>3</sup>, posteriormente el agua es tratada por medio de los procesos de floculación, filtrado y cloración realizados en una planta de tratamiento, el sistema proporciona agua potable para todas las necesidades del almacén durante todo el año. Otro claro ejemplo de Colombia es el edificio de Postgrados de Ciencias Humanas de la sede Bogotá de la Universidad Nacional, cuenta con un sistema en el cual su cubierta protegida con grava se capta agua lluvia que es llevada a un tanque subterráneo, desde el que se bombea agua para la descarga de los inodoros, y alimentar las fuentes y los espejos de agua [9].

**2. Tecnologías de Bajo Consumo:** En el mercado actual se encuentra infinidad de instrumentos, tecnologías y métodos para poder satisfacer las demandas hídricas utilizando menor cantidad de agua para las mismas actividades o servicios, evidenciado en las múltiples cartillas de portafolios de productos [12] [13]. Estos se enfocan en la implementación, construcción, instalación y mejoramiento de tecnologías para aprovechar de forma más eficiente el agua, los cuales pueden incluir aspectos de conservación y calidad [14].

Las tecnologías más comunes para implementar y reducir el volumen de agua utilizado para actividades específicas, son los reductores de caudal o el cambio de tecnología libre de agua o de control de flujo. Estos métodos se utilizan usualmente de acuerdo a los recursos existentes, cambio total o parcial tecnologías convencionales; estas tecnologías se utilizan usualmente en retretes, regaderas, grifos, lavadoras y lavaplatos; las nuevas tecnologías también hacen más eficientes el consumo de agua ya sea en la detección de fugas, riego, lavado de instalaciones y equipos, albercas, reducción de presión, y cierre de las mismas, así como la recirculación y reúso del agua [15]. En la implementación de dispositivos ahorradores para interiores se tiene un promedio de reducción del consumo de hasta 10% en consumos de tipo residencial [14], las cuales pueden variar con el tipo de tecnología a implementar, cultura de utilización y necesidades del sector.

**3. Detección y reparación de fugas:** Las pérdidas en los sistemas de distribución del agua se deben a la filtración ya sea en su almacenamiento o distribución, las fugas en las redes por eventualidades de rupturas ya sea de causa antrópica, fenómenos naturales y/o falta de mantenimiento; usualmente también van relacionadas con la falta de seguimiento y control de los flujos que se

evidencia en la ausencia o imprecisión de la medición. Algunos factores que influyen en las pérdidas de las redes son la edad, material de las tuberías y del tanque de almacenamiento, las cargas actuantes (tráfico, sismos, condiciones naturales extremas, etc.), calidad y presión del agua, el tipo de suelo, y el mantenimiento [15].

Existe un gran número de técnicas y equipos para detectar fugas, según lo visto en portafolios de servicio, dentro de los controles más utilizados son los métodos electro acústicos, análisis cuantitativos utilizando correlaciones, métodos técnicos de la empresa, tecnologías móviles dentro de los vehículos de medición, vehículos de medición portátiles y estáticos, sensorial de luz y presión, entre otros [16] [17]. Los métodos existentes pueden llegar a minimizar las pérdidas de agua hasta un 9% [14], dependiendo las características de la instalación sanitaria y la colaboración del personal para una rápida respuesta y poder empezar con las acciones correctivas

**4. Programas Preventivos de Educación Ambiental:** Los medios para sensibilizar y concientizar a las personas en temas ambientales son mediante la implementación y programación de capacitaciones, campañas informativas o publicitarias publicidad visual y auditiva. Se estima que este tipo de programas puede llegar a producir ahorros de entre un 4 y 5% de la producción total de agua [18]. Las técnicas de educación pueden presentar como ventajas los cambios de malos hábitos, los resultados usualmente prevalecen en el tiempo, promueve la participación voluntaria y se expande voz a voz como uno de los mejores medios de comunicación [19]; aunque requiere de un esfuerzo bien planeado y coordinado con reducciones promedio de 5% del consumo total de agua en diferentes actividades y servicios que demanden del recurso [14].

**5. Recirculación y Reúso del Agua:** La recirculación y reúso del agua se ve afectada debido a la susceptibilidad a la contaminación dependiendo de la actividad o proceso la cual se es sometido el recurso [20]. Las situaciones donde el agua de afluente requiere tratamiento para reincorporarla a algún proceso, depende básicamente de las características físicas, químicas y microbiológicas del recurso para saber el tipo de tratamiento a implementar [21]. Algunas de las ventajas que se tienen en la reutilización del agua son: los bajos costos operativos, disminución de costos energéticos, menor volumen de vertimientos, reduce la inversión de nuevas fuentes de agua, menor impacto ambiental; pero en algunos casos presenta una fuerte inversión para la implementación [22].

## JUSTIFICACIÓN

A través de los años se evidencia un descenso de los niveles hidráulicos del agua subterránea en la Sabana de Bogotá evidentemente por sobre explotación del recurso hídrico donde no solo se tendrían impactos de escasez del recurso sino repercusiones en infraestructura y resequedad del suelo del sector [5]; así como un desabastecimiento para la población que hace uso del agua subterránea [6]. Además en materia legal la Secretaria Distrital de Ambiente ha gestionado para aumentar el número de pozos con sellamiento definitivo; herramienta que tiene como esencia preservar el recurso, aunque no es la única ya que cada vez más se solicitan concesiones para exploración y explotación de agua subterránea, incentivando la necesidad de implementar una administración eficiente del recurso desde las organizaciones [7]. Los datos indican que para el 2007 se tenían 66 pozos con sellamiento definitivo a nivel Bogotá y para el 2010 se contaba con un total de 210 pozos con sellamiento definitivo; al mismo tiempo que los puntos de extracción pasan de ser 447 para el año 2007 a 499 para el 2013. La autoridad ambiental para administrar el recurso hídrico también impone requerimientos para controlar la calidad y estado de los acuíferos al pedirles a los usuarios reportes de caracterizaciones físicas, químicas y microbiológicas, los niveles estáticos y dinámicos, las calibraciones de los medidores y diferentes estudios que solo pueden ser realizados por empresas certificadas; actividades que requieren un costo mayor por hacer uso de este recurso. Viéndose la necesidad de cumplir con todos los requerimientos exigidos por el ente de control, para minimizar el riesgo de ser multados o sancionados por la autoridad ambiental competente.

Es importante el diseño e implementación de un PUEAA no solo porque la Resolución 1371 del 2009 dada por la Secretaría Distrital de Ambiente obliga a la entidad Cafam, sino porque cualquier tipo de acción tendiente a contribuir con el cuidado, uso, conservación y sostenibilidad del recurso hídrico garantizaría un recurso más viable y perdurable, que satisfaga las necesidades hídricas del Club Campestre Cafam a futuro y que al mismo tiempo cuide y se apropie de los cuidados y la conservación del medio ambiente. El PUEAA más que un documento será la herramienta de gestión para poder implementar estrategias de manejo, seguimiento y control del recurso hídrico del Club Campestre Cafam, así como la oportunidad de ampliar campos tecnológicos para ahorro y uso eficiente del agua, pudiendo aprovechar el recurso ofrecido de otras fuentes que no se estaban teniendo en cuenta como lo es el agua lluvia. Para lo cual se esperaría traiga consigo beneficios tanto económicos como ambientales, al disminuir los riesgos de ser sancionados o multados por las distintas autoridades del recurso hídrico, así como de ahorros tarifarios por el consumo de agua que se verán disminuidos, durante la implementación del PUEAA.

## INTRODUCCIÓN

Para la Caja de Compensación Familiar Cafam es fundamental la protección de los Recursos Naturales. En concordancia, el Club Campestre Cafam, es una evidencia manifiesta y de respuesta a la integración de la dimensión ambiental en el desarrollo de proyectos recreativos, deportivos y turísticos para la sociedad, entre las construcciones hay abundantes espacios verdes, ubicado dentro del perímetro urbano de una ciudad en permanente crecimiento. A pesar de esto la institución no cuenta con prestación de acueducto y alcantarillado de alguna entidad pública, por lo que la institución asume las responsabilidades de este servicio, siempre en cumplimiento de la normatividad vigente.

El Club Campestre Cafam inicia actividad desde el año de 1985 y desde entonces se han dispuesto tres Resoluciones que concesionan agua subterránea de dos pozos, los cuales suministran agua satisfaciendo las demandas de todas las actividades y servicios que se realizan dentro de la institución. Con el tiempo este recurso se ha visto limitado por las imposiciones del ente de control, a pesar de su importancia para la operación normal del Club.

El programa que presenta el Club Campestre Cafam de ahorro y uso eficiente del agua, muestra el diagnóstico completo del recurso hídrico, la estructuración de programas para la reducción del consumo de agua, el control y seguimiento de indicadores por consumos, de esta manera gestionar adecuadamente el recurso hídrico, también se presenta una propuesta de un sistema para el aprovechamiento del agua lluvia.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Formular el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) para el Club Campestre Cafam

### **ESPECÍFICOS**

1. Construir el diagnóstico actual del Club Campestre Cafam en cuanto a medio circundante, tecnologías utilizadas y normatividad aplicable para la formulación del PUEAA.
2. Estructurar programas para el ahorro y uso eficiente del agua formulando y dando los lineamientos de los proyectos de educación ambiental para el cumplimiento y el de reducción de pérdidas aplicados al Club Cafam.
3. Establecer una herramienta software (archivo Excel) que permita el control y seguimiento del PUEAA junto con sus respectivos indicadores.
4. Diseñar el modelo conceptual para el aprovechamiento del agua lluvia dentro de la institución.

### **META**

1. Cumplir con el 100% de los requerimientos normativos exigidos a la institución para obtención de la prórroga de concesión de aguas subterráneas.
2. Reducir el consumo de agua subterránea en el Club Campestre Cafam hasta en un 5% con la implementación del PUEAA quinquenal.

# FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA PARA EL CLUB CAMPESTRE CAFAM

## 1 GENERALIDADES DEL CLUB CAMPESTRE CAFAM

El Club Campestre Cafam se encuentra inmerso dentro de la región de la Sabana de Bogotá, en el centro geográfico de Colombia. El Club Cafam está ubicado en la ciudad Capital en la localidad 11 Suba, dentro del predio Barajas, con dirección Calle 215 N° 45 – 45 al costado occidental de la Autopista Norte [23].

El Club Campestre Cafam tiene un área de 163.614, 27 metros cuadrados. En la ilustración 1 se limita el terreno que pertenece al Club Campestre Cafam, en el sur el colegio San Viator, al este la autopista norte, al occidente el colegio Gimnasio Montaña, al norte se identifican unas propiedades entre las carreras 54, 52 y 51, y más hacia el norte se identifica la hacienda La Margarita y la calle 221. Como se evidencia es una zona que se dedica a las actividades económicas sobresaliendo la educación con varios colegios, y una sola hacienda.



Ilustración 1: Localización geográfica del Club Campestre Cafam  
Fuente: Google Maps, 2014

El Club Campestre Cafam no presenta fuentes hídricas superficiales en sus cercanías, en cuanto a su terreno es una zona donde predominan los pastizales, es mayor el porcentaje de zonas verdes que de zonas construidas; no se observan accidentes topográficos ni fallas geológicas de gran magnitud.

## 1.1 UBICACIÓN ESPACIAL

El Club Campestre Cafam se encuentra en la localidad de Suba la cual tiene una extensión aproximada de 10.054 hectáreas y un número de 1.069.114 habitantes aproximadamente; limita al norte con el municipio de Chía (Cundinamarca), al sur con las localidades de Engativá, al este la localidad de Usaquén y al occidente con el municipio de Cota [24]. A su vez se encuentra en la UPZ 2 La Academia, ubicada al norte de su localidad, con una extensión de 672,1 hectáreas; limita al norte con la UPZ Guaymaral y suelo rural de Suba, al oriente con la Avenida Paseo de los Libertadores (Autopista Norte), al occidente con suelo rural de Suba y al sur con la UPZ San José de Babaria [25].

## 1.2 LOCALIZACIÓN GEOREFERENCIADA

Las coordenadas geo referenciadas del Club Campestre Cafam son [2]: 4°47'31,6" Norte y 74° 02' 31,5" Este con 2580 metros sobre el nivel del mar

## 1.3 COORDENADAS PLANAS DE LOS POZOS CONCESIONADOS

Los pozos concesionados del Club Campestre Cafam para poder demandar del agua subterránea, según la última Resolución otorgada 4135 del 2007, especifica las coordenadas planas en la tabla 3 [26].

Tabla 3: Coordenadas de los pozos de agua subterránea

Código Pozo	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
11 – 0047	121445.921	103361,7116
11 – 0080	121758,290	104045,548

Fuente: Resolución 4135 de 2007

## 2 ASPECTOS ESPECÍFICOS DEL CLUB CAMPESTRE CAFAM

En el Club Campestre Cafam se pueden llevar prácticas al aire libre en deportes, cursos en formación deportiva, adicionalmente cuenta con espacios cómodos y seguros para la realización de encuentros sociales. El horario de operación normal del Club es martes a viernes servicio al público de 6:00 a.m. a 9:30 p.m., los sábados, domingos y festivos servicio al público de 6:00 a.m. a 8:30 p.m. y el lunes se encuentra cerrado al público, permitiendo solo el ingreso al personal administrativo y operativo.

## 2.1 DATOS DEL PREDIO

Los datos del predio comúnmente solicitados para trámites y documentación solicitada por los diferentes entes de control pueden ser vistos en la tabla 4.

Tabla 4: Datos de informativos Club Campestre Cafam

<b>Razón Social</b>	Caja de Compensación Familiar Cafam
<b>Ciudad</b>	Bogotá
<b>Permiso y Uso del Suelo</b>	Curador Urbano 1. Arq. Ernesto Jorge Clavijo
<b>Concesión de Agua</b>	Posee Actualmente para los pozos con código: 1) 11 – 0047 2) 11 – 0080
<b>Localidad</b>	Suba
<b>Predio</b>	Barajas
<b>Lote Catastral</b>	00913604
<b>Manzana Catastral</b>	0091360403
<b>Cédula Catastral</b>	AAA0141C5LW
<b>Dirección</b>	Calle 215 N° 45 -45
<b>Posición Geográfica</b>	4° 47' 31,6" Norte 74° 02' 31,5" Este Elevación 2580 metros sobre el nivel del mar
<b>Área de Terreno</b>	163.614, 27 m <sup>2</sup>

Fuente: Adaptación del Autor

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS PRESTADOS

En el Club Campestre Cafam se prestan servicios recreativos y de deporte; ya que permite a las personas realizar prácticas libres de diferentes deportes, cursos vacacionales, además de contar con espacios adecuados para encuentros sociales. Dentro de portafolio de servicios se encuentran:

- Piscinas
- Jacuzzis
- Sauna
- Gimnasio
- Salón de Juegos, billares, tenis, atracciones mecánicas internas
- Salones de clases grupales
- Bolera
- Parque de diversiones con atracciones como: rueda de Chicago, carros chocones, carrusel, barcos piratas, piscina de pelotas, túnel de aventura, toboganes, carros chocones,
- Golf
- Salón de Recepciones
- Canchas deportivas como: tenis, fútbol, voleibol y baloncesto.
- Canchas de Squash

- Restaurante
- Zonas verdes
- Área de Parqueo
- Área de convenciones, que son los salones adecuados para reuniones y eventos que usualmente se alquilan
- Cafeterías alrededor de la institución
- Planta de producción de panadería y pastelería
- Oficinas administrativas
- Recepción
- Shut de Basuras
- Área de almacenamiento de equipamientos recreativos y deportivos

## **2.3 EXTENSIÓN Y ORDENAMIENTO DEL SUELO**

La extensión de la localidad de Suba es de 10.056 hectáreas [25] de las cuales 5.800,7 hectáreas son suelo urbano. Suba es la localidad con mayor área urbana del Distrito con el 15,7% del total [25]. La UPZ La Academia tiene un área total de 672,1 hectáreas [25], clasificándose como “en desarrollo” debido a que actualmente son sectores poco desarrollados con grandes sectores desocupados que cada vez más son urbanizados. Hay que tener en cuenta que el Club Campestre Cafam conserva aspectos que permitan a los usuarios la interacción con la naturaleza, siendo uno de los dos equipamientos deportivos y recreativos que posee la UPZ 2 La Academia y está dentro de las cinco que posee la localidad de Suba, pertenecientes a cajas de compensación familiar [25]

Dentro de la normatividad jurídica de Bogotá existe el llamado Perímetro Urbano, este corresponde a una línea que separa en teoría a la ciudad de Bogotá de las zonas rurales del Distrito Capital. Esta línea de perímetro urbano define a la ciudad completamente contenida dentro de los límites del Distrito. El perímetro urbano define los límites bajo los cuales las empresas de servicios públicos pueden facturar el servicio como urbano y por fuera de la misma se facturaría como servicio rural. Este perímetro urbano no define con precisión los límites del desarrollo económico, vial, o de infraestructura de la ciudad de Bogotá. El Club Campestre Cafam se encuentra dentro del perímetro urbano, por lo que la documentación presentada a los diferentes entes de control se define como tal.

### **2.3.1 Clasificación de las Áreas en el Club Campestre Cafam:**

Las zonas dentro del Club Campestre Cafam se clasifican para el presente estudio según se evidencia en la tabla 5.

Tabla 5: Clasificación de las Áreas del Club Campestre Cafam

<b>Áreas Húmedas</b>	
<p>Están constituidas por el gimnasio, saunas, jacuzzis y turcos, además de otros servicios como los de las duchas, baños, vestieres, cafetería de los servicios, así como las concesiones de peluquería y spa.</p>	
<b>Área de Piscinas</b>	
<p>Hace referencia a las cinco piscinas que posee actualmente el Club, sus vestieres y baños correspondientes.</p>	
<b>Áreas Administrativas y de Convenciones</b>	
<p>Son las oficinas, recepción, los salones que usualmente se alquilan para realizar eventos, juntas y reuniones. Dentro de esta área se encuentra la oficina de primeros auxilios.</p>	
<b>Áreas de Recreación Interna</b>	
<p>Conformada por todas las áreas de entretenimiento ubicadas dentro de la edificación tales como la bolera, billares, salones de clases grupales, tiendas, coliseo y las canchas de squash.</p>	

<b>Áreas de Deporte al Aire Libre</b>	
<p>Son los lugares donde se practican deportes y que no están cubiertos por techos. Áreas que se adecua el terreno para poder practicar los diferentes deportes, específicamente hace referencia a canchas de tenis, minigolf, fútbol, mini fútbol y parques infantiles.</p>	
<b>Área de Alimentos y Bebidas</b>	
<p>Son todas las áreas que pertenecen a la cocina, la planta de producción de alimentos y las oficinas que administran dicha producción.</p>	
<b>Comedores</b>	
<p>Se refiere a los lugares donde se ubican los comedores. Actualmente se encuentran dos: uno abierto al público constantemente y el otro se organiza para eventos especiales</p>	
<b>Áreas de Jardinería</b>	
<p>Son todas las porciones de tierra que fueron intervenidas para mejorar la estética y paisaje del Club haciendo uso de vegetación de jardín.</p>	

Fuente: El Autor

### 2.3.2 Caracterización Cuantitativa de la Distribución de Áreas

El porcentaje de área de acuerdo al tipo de uso del suelo que se tiene dentro de las instalaciones del Club Cafam, se recoge en visita a campo, pudiendo calcular los valores con una imagen de Google Earth y la pagina Maps Tools al trazar los polígonos quien arroja los resultados y se resume en la tabla 6.

Tabla 6: Caracterización Cuantitativa de la Distribución de Áreas y su Uso del Agua

Área de Uso	Área (m <sup>2</sup> )	Área Porcentual	Tipo de Uso de Agua
Área de alimentos y bebidas. Comedor	4.646,6	2,84%	Producción, lavado y mantenimiento
Área Administrativa y de Convenciones	1.107,7	0,68%	Lavado y mantenimiento
Áreas Secas de Deporte y Recreación Interna	2.699,6	1,65%	Lavado y mantenimiento
Áreas húmedas y piscinas	8.043,5	4,96%	Para el servicio y mantenimiento
Área de Parqueo	19.306,5	11,80%	No requiere
Área de Practica Libre y Exteriores	127.733,7	78,07%	Riego de jardines Mantenimiento de canchas
<b>TOTAL:</b>	<b>163.614,27</b>	<b>100%</b>	

Fuente: El Autor

Como se observa en la tabla 6 la caracterización cuantitativa del suelo dentro del Club Campestre Cafam en su mayor parte de área del Club pertenece y aplica a la posibilidad de realizar deporte, recreación y esparcimiento al aire libre con un 78,07%, está área requiere poca cantidad de agua para riego debido a las constantes lluvias, aunque en temporadas secas se realiza riego para mantener las condiciones ideales ya sea del suelo de las canchas, pastizales o jardines. En segunda instancia se encuentra el área de parqueo con el 11,8%, está área no requiere de agua para su mantenimiento, ya que actualmente solo se realiza barrido del material que se deposita en el lugar, en tercer lugar con un 3,5% se encuentra el área de piscinas, este requiere de agua para la prestación del servicio, limpieza y mantenimiento de las instalaciones, al igual que el área de las zonas húmedas. El área denominada como planta de producción de alimentos involucra las oficinas del mismo denominadas AyB (en referencia a alimentos y bebidas), ocupa un área significativa, necesitando al mismo tiempo el consumo de agua para limpieza, desinfección, saneamiento y baños. Las otras áreas demandan del agua en los baños y lavado de las instalaciones, aunque no representan gran porcentaje de suelo ocupado alcanzan hacer más de dos mil metros cuadrados que hay que lavar constantemente.

## 2.4 POBLACIÓN

La población de Bogotá para 2011 es de aproximadamente 7.467.804 de habitantes, la población de Suba representa el 14,3% de los habitantes del Distrito Capital [25]. La densidad poblacional de la UPZ 2 la Academia es de 4 habitantes por hectárea la más baja después de la UPZ Guaymaral [25], ya que en esta zona no predominan las zonas habitacionales. Estadísticas que se tienen en cuenta para determinación de la demanda, factor determinante para la prestación de servicios.

### 2.4.1 Funcionarios del Club Campestre Cafam

El Club Cafam otorga un número considerable de empleos, en la tabla 7 se evidencia el último reporte de funcionarios habituales en la institución [2].

Tabla 7: Funcionarios del Club

Personal de Contratación directa	
Cargo	No. De Personas
Jefe de Operaciones	1
Supervisores	3
Oficinista	1
Secretaria	1
Revisoras	2
Conductor	1
Auxiliar Enfermería	2
Recepcionista	2
Instructor Gimnasio	2
Aprendiz SENA	1
Cajeros	13
Auxiliares	17
Auxiliar Almacén	2
Operario Bolos	2
Salvavidas	3
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>
Personal Contratista	
Cargo	No. De Personas
Mantenimiento	7
Aseo	21

Continuación...

.....Continuación

Jardinería	13
Vigilancia	18
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>
Personal área escuelas	
Cargo	No. De Personas
Instructores	44
Coordinadores	4
Oficinista	1
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>
Personal área perecederos	
Cargo	No. De Personas
Alimentos y Bebidas	18
Panadería	16
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>
Personal de Contratación Indirecta	
Cargo	No. De Personas
Profesores gimnasio	12
Concesiones	30
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>
TOTAL DE FUNCIONARIOS	
<b>AÑO 2014</b>	<b>238</b>

Fuente: Cafam, 2014

El personal descrito en la tabla 7 representa el número de funcionarios para el año 2014. El total de funcionarios que labora en el Club Campestre Cafam es de 238, no teniéndose en cuenta el personal que se contrata para actividades específicas e irregulares (ejemplo: levantamientos topográficos, mantenimiento arbóreo, análisis y toma de muestras físico químicas y microbiológicas).

#### 2.4.2 Antecedentes de los Funcionarios del Club Campestre

Según los datos proporcionados por la administración del Club Campestre Cafam, en la tabla 8 se presentan las estadísticas de los funcionarios contratados desde el 2011 a la fecha [27].

Tabla 8: Antecedentes de los funcionarios de la institución

Año	2011	2012	2013	2014
Número de empleados	210	230	230	238

Fuente: Club Campestre Cafam, 2014

#### 2.4.3 Entradas de Usuarios por Servicio del Club Campestre Cafam

Para determinar el número de entradas de usuarios se tienen en cuenta los registros de las personas que ingresan por práctica libre, más las personas inscritas a otros servicios en la tabla 9 se resumen los datos proporcionados [27]

Tabla 9: Antecedentes de usuarios asistentes al Club

Año	2011	2012	2013
Practica Libre	293.548	268.786	254.725
Planes Convenciones Club	88.884	97.336	92.158
Gimnasios	75.312	73.444	69.940
Escuelas Deportivas	250.005	237.947	234.900
Torneos Deportivos	229	348	225
Escuela De Futbol Cafam			156
<b>TOTAL POBLACIONAL</b>	<b>707.978</b>	<b>677.861</b>	<b>652.104</b>

Fuente: Club Campestre Cafam, 2014

#### 2.4.4 Población diaria al Club Campestre Cafam

La población diaria que hace uso de los servicios de la institución se tiene en cuenta para estimar el consumo per cápita de agua. Las estadísticas deben sumar la cantidad total de población del Club tanto de funcionarios como de usuarios y se resumen en la tabla 10, en esta se tienen en cuenta los funcionarios y las entradas del Club diaria, valor obtenido a partir de los datos anuales, para el caso del año 2014 se tienen 181.184 para mediados de abril [27], siendo este una tercera parte del año se lleva a la unidad completa para obtener un resultado semejante a los otros años.

Tabla 10: Antecedentes de la Población diaria en el Club

Población diaria	2011	2012	2013	2014
Funcionarios	210	230	230	238
Usuarios	1.939	1.857	1.787	1.970
Total Población	2.149	2.087	2.017	2.208

Fuente: Club Campestre Cafam, 2014

## 2.5 AMBIENTE FÍSICO

El Club Campestre Cafam se encuentra dentro de la cuenca media del Rio Bogotá en la zona norte de la localidad de Suba [28], información que será útil para describir su ambiente circundante.

### 2.5.1 Geología

La localidad de Suba donde se ubica la instalación, dentro de su orografía local presenta una zona plana y algunos sectores suavemente inclinados, al igual que una zona montañosa aislada que se extiende de sur a norte en la zona central. En cuanto a la sabana de Bogotá presenta un grado de inclinación en toda la extensión de entre 0% y 3% [29]. En el área predominan las zonas de pastizales, es mayor el porcentaje de zonas verdes que de zonas construidas; no se observan accidentes topográficos ni fallas geológicas de gran magnitud.

### 2.5.2 Precipitación

La precipitación define el régimen bimodal de la zona, los valores más altos del primer periodo se presentan para los meses de marzo, abril y mayo con un máximo de 92,67 para el segundo periodo un máximo de 105 para el mes de octubre. Los valores de la precipitación mensual multianual se detallan en la gráfica 1, con un promedio de 65,4 mm [30].

### 2.5.3 Temperatura

Los valores mensuales multianuales de temperatura reportados por la estación Guaymaral reporta una temperatura promedio de 13 °C [30], los valores se evidencian en la gráfica 1. La temperatura media oscila entre los 12 °C y los 14 °C, los meses de mayor temperatura son marzo, abril y mayo para el primer periodo y septiembre, octubre y noviembre para el segundo periodo; las variaciones de la temperatura no son significativas aunque concuerdan con el régimen bimodal.

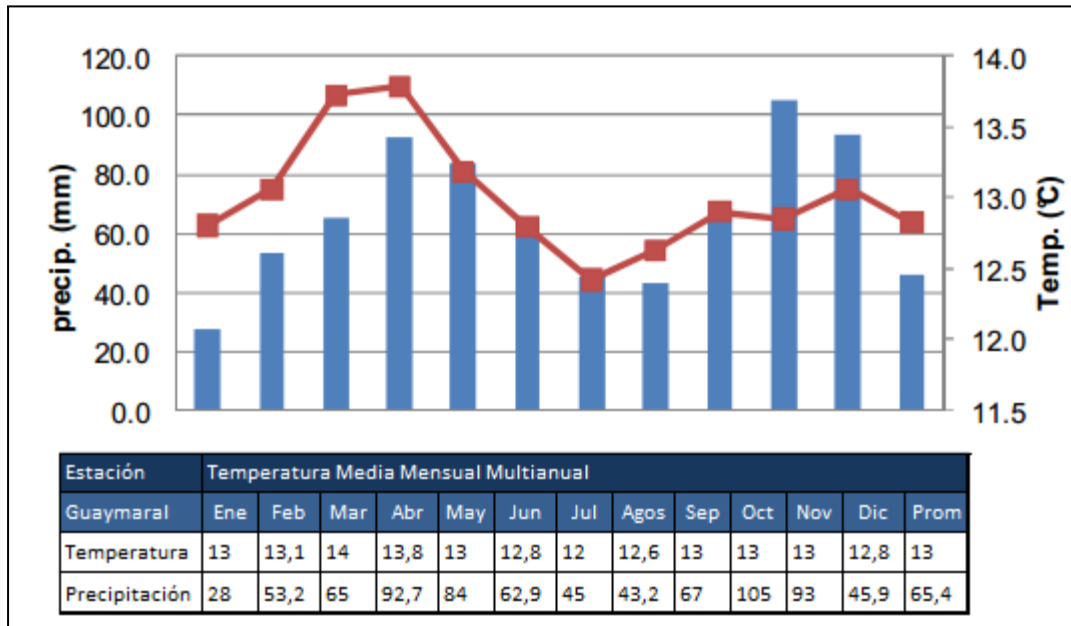


Gráfico 1: Valores mensuales multianuales de Temperatura y Precipitación  
Fuente: SDA, 2014

## 2.5.4 Humedad Relativa

La periodicidad mensual en todas las estaciones presenta valores de humedad relativa constantes entre 70 y 80% [30]. No se requiere especificar esta variable ya que no es una variable crítica del presente proyecto.

## 2.5.5 Hidrología

En la UPZ 2 La Academia el 8.68 % está en zona de amenaza de inundación, [31], la parte baja del Torca es la más propensa a inundación. Especialmente el Club no se encuentra dentro del margen de amenaza de inundación.

### 2.5.5.1 Agua Superficial

La localidad de Suba está ubicada en las cuencas de los ríos Bogotá, Juan Amarillo y Torca, el sistema hidrográfico lo componen además humedales, quebrada la salitrosa y un complejo de vallados en la zona rural y en las zonas aun no desarrolladas. En cuanto a las aguas superficiales se encuentran cuerpos de agua tales como el río Bogotá, que bordea la localidad en el costado occidental, este río antes de llegar al distrito recibe el vertimiento de las aguas residuales (industriales y domesticas) de algunos municipios de su cuenca alta y los vertimientos industriales de la provincia de Sabana Central de Cundinamarca; a su paso por la localidad recibe uno de sus principales afluentes que descarga las aguas contaminadas provenientes de algunas zonas del distrito.

En las cercanías al Club Campestre Cafam no se identifican cuerpos hídricos superficiales para poder satisfacer las demandas de agua.

#### 2.5.5.2 Humedales

En esta localidad se encuentran humedales de planicie de origen fluviolacustre caracterizados por poseer un espejo de agua múltiple y zonas de inundación no uniformes. En Suba existen cuatro humedales pertenecientes a la subcuenca de los ríos Torca y Salitre; dichos ecosistemas constituyen parques ecológicos distritales de carácter público: humedales de Guaymaral, La Conejera, Córdoba y Juan Amarillo [32].

El Club Campestre ubica los vertimientos al tramo 2 del Torca, quien conduce hasta el humedal del Torca quien hace parte del parque ecológico distrital de humedales Guaymaral.

La Micro cuenca del humedal Guaymaral se encuentra localizado al nororiente de la localidad Suba a la altura de la autopista norte con calle 220 en las UPZ La Academia y Guaymaral, en conjunto con el humedal Torca (Usaquén) forman parte del parque metropolitano de Guaymaral, la extensión aproximada del humedal es de 49 ha. Las quebradas que aportaban al sistema de inundación del humedal son El Guaco (Aguas Calientes, Patino y San Juan) y el canal Torca, actualmente drenan hacia el canal que corre paralelo a la autopista, llevando las aguas negras traídas desde Usaquén, sin brindarles la oportunidad de alimentar el humedal en tiempo seco. El humedal drena sus aguas al río Bogotá a través del canal Guaymaral [32].

#### 2.5.5.3 Agua Subterránea

Las aguas subterráneas son cuantitativamente mayores que las aguas superficiales en casi dos órdenes de magnitud [33]. Actualmente todas las actividades económicas que se desarrollan dentro de la UPZ 2 La Academia se satisfacen de aguas subterráneas y el Club Campestre Cafam explota dos pozos de agua subterránea cumpliendo los requerimientos normativos.

### **2.5.6 Cuerpos de agua dentro de la zona de influencia de vertimiento del agua residual tratada en la PTAR**

El agua residual generada dentro de las instalaciones del Club Campestre Cafam, es tratada en la PTAR; y luego son vertidas al vallado ubicado en el costado occidental al lado de la Autopista Norte; este vallado a su vez conduce las aguas a través del humedal Torca hacia el río Bogotá [34]. En la ilustración 2 se ubica geográficamente los humedales Torca y Guaymaral:



### 3 ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CLUB

Se realiza una división de las áreas que demandan del agua que es extraída de los pozos concesionados, para posteriormente ser tratada en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), la información se organiza en la tabla 11.

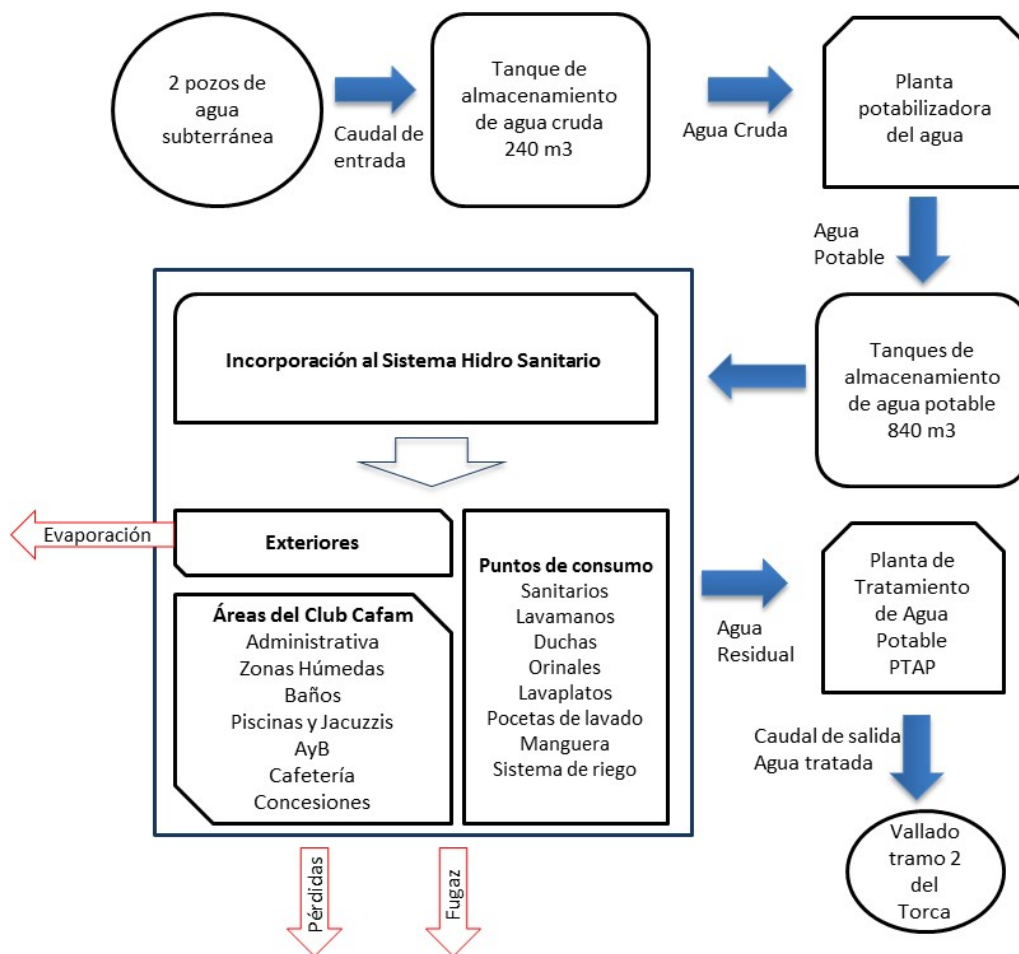
Tabla 11: Usos del agua por área

Área	Usos	Puntos de Consumo
Administrativa	Saneamiento básico. Limpieza y desinfección.	Sanitarios Lavamanos Pocetas de lavado
Zonas Húmedas	Alistamiento áreas de sauna, gimnasio turco. Saneamiento básico. Limpieza y desinfección.	Duchas Lavamanos Sanitarios Orinales Pocetas de lavado
Baños	Prestación del servicio de uso general para mantener condiciones de salubridad y saneamiento básico	Sanitarios Orinales Lavamanos
Piscinas y Jacuzzis	Llenado de las piscinas y jacuzzis. Limpieza y desinfección. Generación de vapor.	Extracción directa de la red de acueducto
AyB	Lavado y desinfección de utensilios, equipamientos e instalaciones. Saneamiento básico de los funcionarios	Lavaplatos Lavamanos Sanitarios Orinales Llave directa de la red de acueducto
Cafeterías y Concesiones	Prestan diferentes servicios ya sea de alimentación, estética o venta de productos	Lavaplatos Lavamanos
Exteriores	Riego y mantenimiento de zonas verdes.	Manguera. Sistema de Riego

Fuente: El Autor

#### 3.1 FLUJO DEL AGUA DENTRO DEL CLUB CAMPESTRE CAFAM

El la ilustración 3 se detalla el flujo que sufre el agua en el Club Campestre Cafam, identificando las áreas de consumo y los puntos de consumo; también se señala los medios en que el agua no es aprovechada eficientemente como lo son las pérdidas de agua ocasionadas por las personas que requieren y hacen uso del agua de forma ineficiente, las fugas del agua que hace referencia al agua que sale del sistema hidro sanitario y el agua evaporada, estos factores existen pero se consideran de difícil control para su seguimiento y control.



**Ilustración 3: Flujo del agua en el Club**  
Fuente: El Autor

La Ilustración 3 representa el flujo por el que tiene que pasar el agua en todos los procesos y actividades del Club, comenzando por la extracción del recurso de dos pozos de agua subterránea, con los cuales Cafam cuenta con la concesión de aguas subterráneas, almacena el agua antes de ser pasada por proceso de potabilización, posterior se almacena y se incorpora a todo el sistema hidrosanitario la cual es distribuida a todas las áreas y zonas específicas del Club que requieran del recurso. Las diferentes zonas tienen diferentes medios por los cuales el total del agua captada no puede utilizarse, para el caso se identifica el agua evaporada, las fugas y las pérdidas, en cada área se identifica los puntos de consumo de agua; una vez el agua es utilizada en los diferentes procesos, servicios y actividades que realiza el Club Campestre Cafam se conduce el agua residual a la Planta de Tratamiento de Agua Residual para disponer de los vertimientos en un vallado ubicado en el tramo 2 del Torca, quien vierte a su vez a los humedales Torca y Guaymaral.

### 3.2 PROCESO DEL AGUA DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL CLUB

El proceso por el que pasa el agua subterránea para convertirse en un vertimiento se describe en la tabla 12, la cual establece las entradas, procesos y salidas que se necesitan para todo el proceso de uso del agua.

Tabla 12: Diagrama de flujo de los procesos realizados en el Club

ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS
Energía Agua Subterránea	Captación	Agua Cruda
Agua Cruda Productos Químicos (coagulante, floculante y cloro) Filtros Energía Eléctrica	Potabilización del Agua	Agua potable Lodos Empaques de Insumos Químicos
Agua Potable Gas Natural Cloro Energía Filtros Productos tenso activos	Usos del Agua Potable: Zonas húmedas Aseo personal Baños Limpieza y mantenimiento Riego	Agua Residual Empaque de insumos Material de arrastre
Agua Residual Microorganismos Energía	Tratamiento de Agua Residual	Lodos Agua Vertida

Fuente: El Autor

### 3.3 OFERTA Y DEMANDA DEL AGUA EN EL CLUB CAMPESTRE CAFAM

El Club para abastecimiento de agua, cuenta con una concesión de explotación de agua subterránea otorgada por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). Hay dos pozos que alimentan la planta de tratamiento de agua potable, cada pozo con código pz-11-0080 y pz-11-0047. Estos pozos ubicados al lado de la planta potabilizadora de agua; los pozos están identificados con códigos establecidos por la secretaria Distrital de Ambiente a la cual se le asigna un caudal máximo permitido como se observa en la tabla 13.

Tabla 13: Datos de los pozos concesionados

CÓDIGO POZO	COORDENADAS NORTE	COORDENADAS ESTE	CAUDAL MÁXIMO PERMITIDO (m <sup>3</sup> /d)
11 – 0047	121519.173 m	103737.477 m	270,870
11 – 0080	121530.175 m	103703.207 m	70,100

Fuente: SDA, 2007

### 3.3.1 Histórico de Captación de Agua Subterránea

En la tabla 14 se muestran las cantidades en metros cúbicos, de agua captada para tratamiento y posterior uso dentro de las instalaciones, los datos corresponden a los registros reportados al ente de control para el cobro de la tasa por uso de agua subterránea. Al mismo tiempo las cacillas rellenas de la tabla 14 representan un sobreconsumo de agua.

**Tabla 14: Registros de consumo de agua desde 2011 hasta el 2013**

2011			
Mes	Metros Cúbicos registrados (m <sup>3</sup> )		Extracción Total (m <sup>3</sup> )
	pz-11-0047	pz-11-0080	
Enero	6.857	2.048	8.905
Febrero	5.787	1.562	7.349
Marzo	5.498	1.740	7.238
Abril	6.868	1.170	8.038
Mayo	6.512	2.125	8.637
Junio	7.891	2.163	10.054
Julio	6.829	2.013	8.842
Agosto	6.356	1.889	8.245
Septiembre	6.394	1.803	8.197
Octubre	6.861	2.065	8.926
Noviembre	7.528	1.964	9.492
Diciembre	7.821	1.415	9.236
Total Año 2011			103.159

2012			
Mes	Metros Cúbicos registrados (m <sup>3</sup> )		Extracción Total (m <sup>3</sup> )
	pz-11-0047	pz-11-0080	
Enero	9443	2129	11572
Febrero	6199	1618	7817
Marzo	6288	1781	8069
Abril	4885	1496	6381
Mayo	2538	3409	5947
Junio	6584	761	7345
Julio	7.009	368	7.377
Agosto	4.704	1553	6.257
Septiembre	4.356	1343	5.699
Octubre	6.684	169	6.853
Noviembre	5.845	301	6.146
Diciembre	4.969	0	4.969
Total Año 2012			84.432

2013			
Mes	Metros Cúbicos registrados (m <sup>3</sup> )		Extracción Total (m <sup>3</sup> )
	pz-11-0047	pz-11-0080	
Enero	5581	1485	7066
Febrero	4047	837	4884
Marzo	3934	1426	5360
Abril	5013	1348	6361

Mayo	4275	1475	5750
Junio	4818	1927	6745
Julio	4205	1767	5.972
Agosto	4606	920	5.526
Septiembre	4749	982	5.731
Octubre	4425	1103	5.528
Noviembre	4307	991	5.298
Diciembre	4086	944	5.030
Total Año 2013			69.251

Fuente: Adaptación del Autor

En la tabla 14 se muestra la recopilación de los registros de consumo de agua para los pozos con códigos pz 11-0047 y pz 11-0080 del periodo comprendido entre el primero de enero de 2011 hasta el 31 de diciembre de 2013, los datos fueron los mismos que se reportaron para la autoliquidación por consumo de agua subterránea, el cual fue presentado a la Secretaria Distrital de Ambiente. Según el análisis de la información en relación a los volúmenes concesionados las celdas que se presentan de color rojo muestran los meses en los cuales se presentó sobre consumos, producto que condujo a una investigación administrativa con Auto 00246 del 26 de febrero de 2013. Se puede evidenciar en los históricos de captación que el consumo de agua ha ido disminuyendo año a año, debido a la implementación de técnicas y tecnologías que aportan a una disminución del consumo del agua.

### 3.3.2 Uso del agua por las concesiones del Club

El Club Campestre tiene concesiones que también utilizan y requieren del agua, pero que actualmente no cuentan con contadores o registros independientes. La división de Sección Administrativa de Servicios Cafam y Concesiones Cafam en acuerdo con las respectivas administraciones de las concesiones, llegan al acuerdo de fijar una tasa fija mensual por el uso del agua, cobrándolo como tipo de servicio de acueducto, para lo cual se entrega la tabla 15 con las concesiones a las que se les cobra.

Tabla 15: Costos fijos mensuales por el uso del agua en el Club Campestre Cafam

NOMBRE COMERCIAL	COSTO DE ACUEDUCTO (\$/mes)
CRISPETAS Y ALGODÓN	37.819
CENTRO DE ESTÉTICA MARTHA LEÓN	22.256
POLLO FRITO LA TÍA Y ALGO MÁS	37.819
EMPANADA CALEÑA	37.819
PIZZA, LASAÑA Y ESPAGUETIS	37.819

Fuente: Cafam, 2014

Debido al acuerdo y al tipo de contrato se especifica la tasa fija para cada concesión del Club Campestre Cafam, lo cual se considera una negociación viable para ambos lados, además a esto se especifica que las concesiones quedan comprometidas con

el no desperdicio del agua y el uso racional del recurso. Además se recomienda la instalación de medidores para cada una de las concesiones, permitiendo llevar un seguimiento independiente así como de realizar los cobros respectivos de acuerdo al consumo de agua.

### 3.3.3 Histórico de la Demanda Per Cápita

La estimación del consumo per cápita se realiza teniendo en cuenta la población usuaria que ingresó al Club, el número de funcionarios y el consumo de agua respectivo a cada año. Se genera la cuantificación del consumo per cápita de agua en metros cúbicos consumidos por persona al día (Litro/per\*día); los resultados se evidencian en la tabla 16.

Tabla 16: Cálculo de la demanda per cápita

Variables de cálculo	2011	2012	2013
<b>Población (Per)</b>	2.149	2.087	2.017
<b>Consumo de agua (M<sup>3</sup>)</b>	103.159	84.432	69.251
<b>Consumo (M<sup>3</sup> / Per)</b>	48,00	40,46	34,33
<b>Litro / Per</b>	48.003	40.456	34.334
<b>Demanda Per Cápita (Litro / Per / Día)</b>	131,52	110,8	94,06

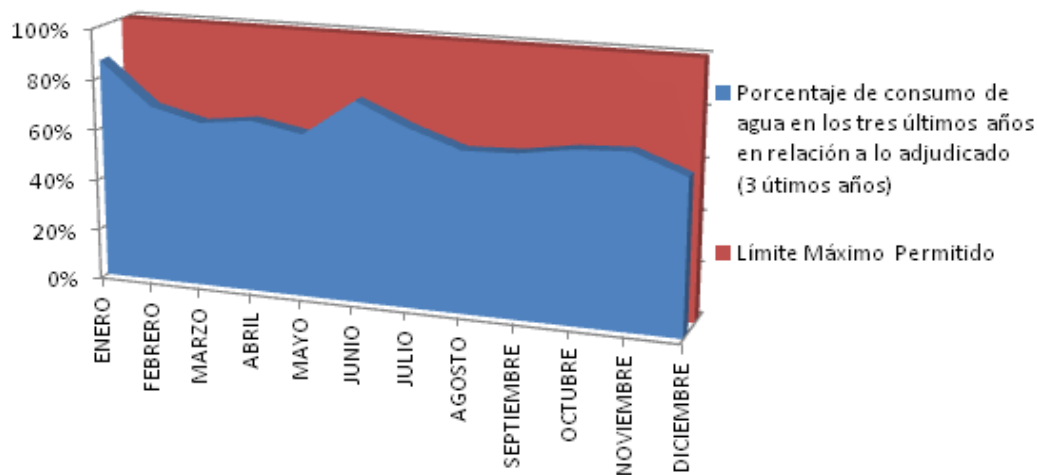
Fuente: El Autor

Las variables utilizadas para el cálculo de la demanda per cápita son detalladas en las tablas de antecedentes de la población diaria en el Club (ver tabla 10) y la de registro de consumo de agua subterránea para el periodo 2011 al 2013 (ver tabla 14), con esta información se pudo hallar el valor en litros consumidos de agua subterránea por persona que ingresa al Club diariamente.

Los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda per cápita indican un comportamiento positivo, ya que ha venido disminuyendo para los últimos años. Es importante aclarar que el consumo de agua en el Club Campestre se mantiene aunque no se presenten usuarios dentro de la institución; evento que sucede ya que para garantizar el funcionamiento se requiere de operaciones internas de mantenimiento, limpieza y desinfección que utilizan agua. Se tiene planeado aumentar los usuarios ya que se han realizado modificaciones estructurales para aumentar la capacidad de personas en algunos servicios.

### 3.3.4 Porcentaje de Consumo en Relación a lo Adjudicado

Se realizó un promedio mensual de los tres últimos años de los consumos de acuerdo a los históricos registrados y se comparó con el máximo permitido en metros cúbicos día obteniendo como resultado la siguiente ilustración:



**Gráfico 2: Porcentaje de cumplimiento mensual multianual**  
Fuente: El Autor

Para realizar la gráfica 2 se tomaron los históricos de consumo de agua en metros cúbicos diarios (ver tabla 14) y se realizó una comparación con lo máximo permitido por la Secretaria Distrital de Ambiente según lo adjudicado por la Resolución 1371 de 2009. La diferencia entre la columna azul y la roja indica el porcentaje de agua que pudo haberse consumido, sin entrar en procesos administrativos de auto sancionatorios, por parte del ente de control. Se observa que durante el transcurso de los meses durante los tres últimos años se mantiene un caudal por debajo de lo permitido. Los meses más críticos de consumo de agua son enero y junio donde el porcentaje que se reporta es menor ya que son los meses en que el volumen de agua extraído se acerca al máximo permitido. La gráfica 2 muestra un comportamiento constante con leve comportamiento de tipo bimodal donde el menor consumo de la institución para el primer semestre es entre los meses de marzo a mayo y para el segundo periodo es de agosto a octubre.

### 3.4 CALIDAD DEL AGUA

Para realizar el análisis respectivo de la calidad del agua, se identifican tres tipos diferentes de la calidad correspondiente del recurso hídrico que se encuentra dentro del Club Campestre Cafam: el agua cruda o agua de pozo, el agua potable que es la que se utiliza para todas las actividades y servicios que se prestan en la institución y el agua residual o vertimiento que se genera de dichas actividades y servicios.

#### 3.4.1 Calidad Agua Cruda

En cumplimiento de la Resolución 250 del 6 de septiembre de 1997, según Artículo 4, especifica los parámetros físico químico y microbiológico para el agua de pozo [35]. En la tabla 17 se enlistan los parámetros según normatividad y resultados obtenidos por el laboratorio certificado Ivonne Bernier LTDA., acreditado bajo Resolución 1950

del 6 de septiembre de 2013, resultado presentado con fecha de muestreo el 31 de enero de 2014 [36].

La caracterización del agua fue tomada en cumplimiento total de la normatividad, enviándose al ente de control ya que éste era una de los requerimientos exigidos por la Resolución 1371 de 2009 que modifica la Resolución de concesión de agua subterránea 4135 de 2009.

**Tabla 17: Resultados de informe de laboratorio para el agua subterránea**

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	
		PZ - 110080	PZ - 110047
NMP Coliformes Fecales	NMP / 100 mL	<1.0	<1.0
NMP Coliformes Totales	NMP / 100 mL	2300	750
Alcalinidad Total	mg/L	49,6	91
Conductividad	µs/cm	94	179
DBO <sub>5</sub>	mg/L	<6	18,25
Dureza Total	mg CaCo3/L	23,95	27
Fosfatos	mg/ PO4 2- / L	1,18	1,46
Grasas y Aceites	mg/L	<10	<10
Hierro	mg Fe/L	1,962	2,211
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,605	2,051
Oxígeno Disuelto	mg O2 / L	4,43	3,95
Temperatura	°C	6,7 a 20	6,92 a 20,1
Salinidad	g de NaCl/L	<0,15	<0,15
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<8	<8

Fuente: IBLAB LTDA, 2014

EL símbolo “<” representa que el valor obtenido en el laboratorio obtenido por la técnica analítica reportada es inferior al dato mínimo cuantificable con precisión aceptable.

La diferencia entre los parámetros para cada uno de los pozos no es tenida en cuenta ya que para realizar el tratamiento de potabilización las aguas son combinadas. Se toman todos los parámetros para el cumplimiento de la normatividad ambiental, debido a que la norma no tiene límites máximos para los parámetros de agua cruda o subterránea no se tiene como compararlas en cuanto a cumplimiento; los resultados son entregados en dos partes el informe de resultados microbiológicos y el de parámetros fisicoquímicos. Los resultados no se consideran significantes ya que el Club cuenta con la Planta de Tratamiento de Agua Potable quien realiza la potabilización del recurso para su posterior uso.

### 3.4.2 Calidad Agua Potable

Para los análisis que determinan la calidad del agua potable se tiene establecido realizar cada seis meses los análisis microbiológicos, y anualmente los análisis fisicoquímicos en cumplimiento de la Resolución 2115 del 2007 del Ministerio de la

Protección Social, quien define los parámetros y sus límites. En la tabla 18 se resumen los parámetros que se deben medir, las unidades de medición, el método implementado y el límite establecido para cada parámetro.

**Tabla 18: Parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de agua potable**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	LÍMITE
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	15
Turbidez	UNT	Nefelométrico	2
Conductividad	micro siemens / cm	Conductimétrico	1000
pH	Unidades	Electrométrico	6,5 - 9,0
Nitritos	mg / L	Colorimetría	0,1
Fluoruros	mg / L	Colorímetro	1
Alcalinidad Total	mg / L	Titulométrico	200
Cloruros	mg / L	Nitrato de mercurio	250
Aluminio	mg / L	Colorimetría	0,2
Dureza Total	mg / L	Titulométrico	300
Hierro Total	mg / L	Colorimetría	0,3
Fosfatos	mg / L	Colorimetría	0,5
Cloro Residual Libre	mg / L	Colorimetría	0,3 - 2,0
E. Coli	U.F.C. / 100 mL	FPM	0
Coliformes Totales	U.F.C. / 100 mL	FPM	0

Fuente: Calidad Microbiológica, 2014

La última entrega de resultados que se pose de análisis microbiológicos fue efectuado por el laboratorio Calidad Microbiológica LTDA., quien está certificado por el IDEAM para efectuar dicho estudio otorga la calidad aceptable al agua tomada de un grifo de la cocina. Además de medir los parámetros, la Secretaria Distrital de Salud realiza los análisis correspondientes para determinar la calidad de agua potable mediante el IRCA (índice de riesgo de la calidad del agua). Este se calcula mensualmente con muestras recolectadas en los puntos de muestreo concertados (cocina y planta de producción de alimentos) los cuales se consideran oficiales y representativos para realizar el control y la vigilancia de la calidad del agua que es suministrada para el consumo humano. Los resultados del cálculo del IRCA indican un riesgo mínimo por debajo del 5% lo que representa que el agua no tiene riesgo y que es apta para consumo humano.

### 3.4.3 Calidad del Vertimiento

La Caja de Compensación Familiar Cafam contrata los servicios de Analquim LTDA., con el fin de evaluar las características del agua residual que se genera en la organización mediante la toma de una muestra representativa en una jornada normal de actividades; para determinar los parámetros de interés sanitario y a partir de la información obtenida, se establece el estado de cumplimiento con las normas ambientales. Los puntos a analizar son las cajas de inspección interna y de salida de la PTAR junto con el cuerpo receptor. Para realizar el análisis de cumplimiento se

presenta la tabla 19 que describe los resultados de la caracterización del vertimiento y se compara con la normatividad ambiental vigente (Decreto 3956 de 2009) y el respectivo cumplimiento en materia normativa para cada parámetro.

Tabla 19: Informe resultados de laboratorio

PARÁMETRO	PUNTOS DE MUESTREO			REMOCIÓN POR CARGA	DECRETO 3956 DE 2009	CUMPLIMIENTO
	Entrada PTAR	Salida PTAR	Fuente Receptora			
Coliformes Fecales (UFC/100 mL)	40X10E6	22 X 10E5	31 X 10E6	N/A	N.E	N/A
DBO (mg/L O2)	112	48	106	77,62%	% R > 80	Cumple
DQO (mg/L O2)	359	80	17,5	85,78%	N.E	N/A
Fenoles (mg/L)	<0,07	<0,07	0,003	0,00%	0,2	Cumple
Grasas y Aceites (mg/L)	22	16	15	89,29%	100 mg/L	Cumple
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	41	20	153	80,27%	% R > 80	Cumple
Tensoactivos (mg/L SAAM)	3,27	3,66	2,10	31,07%	N.E	N/A
Caudal Promedio (L/s)	1,025	1,025		N/A	N.E	N/A
pH (Unidades)	5,50 - 6,70	6,10 - 7,24	6,72	N/A	5 a 9	Cumple
Sólidos Sedimentables (mg/L)	< 0,1	< 0,1		N/A	< 2	Cumple
Temperatura (°C)	18,0 - 21,0	18,0 - 21,0	16	N/A	30	Cumple

Fuente: Analquim LTDA., 2014

Para la tabla 19 se tiene en cuenta el mismo caudal tanto a la entrada como a la salida para efectos del cálculo de la carga contaminante y se tiene el significado de las siguientes siglas: “<”: representa que el valor obtenido en laboratorio por la técnica analítica reportada es inferior al dato mínimo cuantificable con precisión aceptable. **N.E**: Valor no establecido en Resolución 3956 de 2009.

**N/A**: No aplica, y los lugares donde no aparece nada son porque no se posee el dato, no eran necesarios y no se consideró prioritario invertir recursos en estos.

Según el informe presentado se observa que en materia de cumplimiento ambiental para el vertimiento generado se cumple con todos los parámetros. El informe de caracterización de agua residual realizado por Analquim LTDA. para el Club es enviada al ente de control en cumplimiento de los requerimientos, estos se remiten con los certificados de manejo de los lodos y mantenimiento de la PTAR realizada por la empresa Equibombas.

Actualmente el sector donde se encuentra el Club Campestre Cafam no cuenta con un sistema de alcantarillado, por lo que todos los usuarios del recurso hídrico vierten sus aguas residuales a un vallado; el Club realiza vertimiento sobre el tramo 2 del Torca, vertimiento que primero pasa por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), para minimizar las cargas contaminantes del cuerpo receptor. La conclusión dada por la Evaluación Ambiental del Vertimiento del Club Campestre Cafam, indica que “el vertimiento no afecta las características químicas del cuerpo receptor, ya que esta carga contaminante es inferior a la presente en el vallado al que se realiza el vertimiento” [2], la evaluación de vertimiento es también enviada a la Secretaria Distrital de Ambiente.

### 3.4.4 Calidad del Agua según el Área de Utilización

Se realiza una descripción de la calidad del agua necesaria para satisfacer cada una de las áreas e instalaciones del Club Campestre Cafam, según las áreas y los usos del recurso en estas, se identifica la necesidad del agua potable, como resultado se obtiene la tabla 20.

Tabla 20: Calidad del Agua Según Área de Utilización

ÁREA	USO DEL AGUA	REQUIERE AGUA POTABLE	
		SI	NO
Áreas Administrativas	Baños		X
	Lavado de Instalaciones		X
Zonas Húmedas	Baños	X	
	Piscina	X	
	Jacuzzis	X	
	Turcos	X	
Cocina	Preparación de Alimentos	X	
	Lavado de Instalaciones	X	
	Lavado y Aseo Personal	X	
Planta de Producción Panadería y Pastelería Perecederos	Preparación de Alimentos	X	
	Lavado de Instalaciones	X	
	Lavado y Aseo Personal	X	
Áreas al Aire Libre	Riego en Jardinería		X
	Aseo de Zonas Exteriores		X
	Canchas Deportivas		X

Fuente: El Autor

La anterior tabla se realiza con el respectivo análisis de la calidad del agua potable y subterránea con la que cuenta el Club, la Caja de Compensación Familiar Cafam en su afán por asegurar la calidad dentro de sus servicios y en cumplimiento de la normatividad establece que los únicos lugares que podrían operar sin el uso obligatorio de agua potable son las actividades de lavados y mantenimientos de las instalaciones externas e internas, el agua utilizada en los sanitarios y orinales, el riego de jardines y plantas de ornamentación. Se hace necesario el uso de agua potable, en todas las actividades que tienen contacto directamente con las personas y sus tejidos ya que minimiza el riesgo de contaminación biológica, así como las actividades para producción de alimentos; por esta razón se considera importante realizar un tratamiento al agua antes de utilizarla en usos como lavado de manos, preparación de alimentos, lavado de instrumentos de cocina y los usos en las piscinas, saunas, turcos y jacuzzis.

## 4 DIAGNOSTICO NORMATIVO

La normatividad ambiental en materia de uso y aprovechamiento de agua subterránea se tiene definida en dos partes para el Club Campestre Cafam, el marco normativo general de las leyes aplicables al tema específico y a los actos administrativos por parte del ente regulador.

### 4.1 MARCO NORMATIVO

Se presenta a continuación el marco normativo aplicable al recurso hídrico dentro del Club Campestre Cafam.

Tabla 21: Marco normativo aplicable

NORMA	DECLARACIÓN
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa de uso eficiente y ahorro del agua.
Decreto 3930 de 2010	Deroga el decreto 1594 de 1984, menos los artículo 20 y 21. Dicta norma sobre el uso del agua y residuos líquidos, así como los procedimientos sancionatorios.
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Decreto 1729 de 2002	Definiciones de cuencas hidrográficas, incluye aguas superficiales y subterráneas y como delimitarlas. Da los principios y directrices para la ordenación.
Decreto 1594 de 1984	Define las sustancias y usuarios de interés sanitario.
Decreto 2858 de 1981	Por el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978. Define los lineamientos para solicitud de permisos y concesiones ambientales.
Decreto 1541 de 1978	Define las regulaciones para la explotación de las aguas subterráneas y obliga a la obtención de concesión para la explotación del RHS
Decreto 3102 de 1997	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.
Resolución 1391 de 2003	Adopta los formatos que se deben diligenciar para adelantar trámites ante la SDA para obtención o prorroga de una nueva concesión de agua.
Resolución 1219 de 1998	Por el cual se reglamenta el pago de las tasas de aprovechamiento de aguas subterráneas.
Resolución 250 de 1997	Se obliga a la determinación anual de los niveles estáticos y dinámicos y el monitoreo fisicoquímicos y biológicos de las aguas subterráneas y determina el método para hallar la tasa por utilización de aguas subterráneas
Resolución 815 de 1987	Por la cual se fija un término para la implementación de medidores en los pozos de extracción de aguas subterráneas

Fuente: El Autor

## 4.2 CONCESIÓN AGUAS SUBTERRÁNEA

Para que el Club pueda satisfacer sus demandas hídricas, la institución en cumplimiento de la normatividad ambiental realiza concesión de aguas subterráneas. En la tabla 22 se presenta la reseña de los históricos de los actos administrativos que otorgan concesión de aguas subterráneas, el caudal permitido, la vigencia y el tipo de uso, para cada uno de los pozos adjudicados con código pz 11-0047 y pz 11-0080 dados por la Secretaría Distrital de Ambiente.

Tabla 22: Cronología de la concesión de aguas subterráneas.

RESOLUCIÓN	FUENTE HÍDRICA	CAUDA OTORGADO m <sup>3</sup> /día	VIGENCIA (años)	USO
1279 de noviembre 24 de 1997	Pz-11-0047	576,00	10	Domésticos Riego Recreativos
	Pz-11-0080	230,40		
4135 de diciembre 21 de 2007 – Notificado 02-Dic-2009	Pz-11-0047	270,87	5	
	Pz-11-0080	162,43		
1371 de 11 de marzo de 2009	Pz-11-0047	270,87	5	
	Pz-11-0080	70,10		

Fuente: El Autor

### 4.2.1 Determinación Actual (Resolución 1371 De 2009)

La Resolución que rige actualmente es la 1371 del 11 de marzo de 2009, la cual modifica la Resolución 4135 de 2007 y se toman otras determinaciones. La tabla 23 muestra el caudal concesionado para el Club Campestre Cafam, regido bajo el último acto administrativo de la Secretaría Distrital de Ambiente [37].

Tabla 23: Caudal concesionado bajo la Resolución 1371 de 2009

FUENTE	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /mes	L/seg
Pz-11-0047	270,870	8,1261	3,13507
Pz-11-0080	70,100	2,103	0,81134
<b>TOTAL:</b>	<b>340.970</b>	<b>10.229,1</b>	<b>3,94641</b>

Fuente: Resolución 1371 de 2009

En la anterior tabla se muestra el volumen de agua permitido bajo la última prórroga de concesión de aguas subterráneas; se establecen los tres volúmenes ya que son los adecuados para hacerle seguimiento al consumo de agua diario, mensual y para la comparación con el caudal de salida.

#### **4.2.2 Disposiciones Actuales**

La Resolución 1371 del 2009 dicta las siguientes disposiciones:

- El caudal concesionado para el pozo con código pz 11-0080 deja de ser 230.4 m<sup>3</sup>/día para ser 70,1 m<sup>3</sup>/día.
- Obligación de presentar los niveles hidrodinámicos del pozo profundo identificado con el código pz 11-0080 de forma trimestral y durante mínimo un año.
- Presentación del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.

#### **4.2.3 Cumplimiento Normativo**

La organización realiza aportes significantes para el cumplimiento de la normativa ambiental por lo que actualmente para la prórroga de concesiones se ha presentado a la Secretaria Distrital de Ambiente, los siguientes documentos organizados por radicado para el año 2014:

- Informe de Calibración de los Medidores de los pozos subterráneos, con el respectivo certificado de calibración y el certificado de acreditación del laboratorio.
- Formatos de registro único para la medición de niveles estáticos y dinámicos de los pozos de agua subterránea, copia de la tarjeta profesional del ingeniero quien realiza dicho estudio.
- Informe de laboratorio de análisis fisicoquímico y microbiológico y el certificado de acreditación de dicho laboratorio.
- Notificación cambio de representante de Departamento de Gestión Ambiental Cafam.
- Cumplimiento de requerimientos para el permiso de vertimientos, anexando: formulario un único de permiso de vertimientos, certificado de existencia y representación legal, registro de instrumento público, recibo de pago de evaluación de permiso de vertimientos, original y copia, certificado de uso del suelo, caracterización de vertimientos por laboratorio certificado, planos hidrosanitarios de la instalación, tamaño convencional y carta, sistema de tratamiento de agua residual (PTAR), plano de la planta de tratamiento de agua residual, evaluación ambiental del vertimiento, certificado manejo de lodos, fichas de insumos de productos químicos y pago de agua subterránea.
- Informe monitoreo y caracterización de agua residual industrial y certificado de acreditación y representación legal.

## 5 DIAGNÓSTICO TÉCNICO

Se realizará la descripción de las tecnologías e instalaciones que posea la institución para gestionar y hacer uso del agua.

### 5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS SANITARIOS

En la tabla 24 se describen los sistemas sanitarios existentes en el Club Campestre Cafam, estos sistemas se consideran puntos críticos de consumo de agua los cuales son proporcionales al tipo de tecnología implementada para regular el flujo del agua. Los sistemas sanitarios hacen referencia a los artefactos que se encuentran en los baños, como lo son sanitarios, orinales, lavamanos y duchas; estos a su vez poseen un método específico que regula la cantidad de agua necesaria para su correcta y necesaria utilización.

Es importante mencionar que todos los sistemas poseen propiedades que ayudan a disminuir la cantidad de agua utilizada para su uso; además se tiene como compromiso para futuras remodelaciones de los baños la compra y/o modificaciones por tecnologías de bajo o nulo consumo de agua.

Tabla 24: Caracterización de los sistemas sanitarios en el Club

SANITARIOS	
	<p>Reguladores de Caudal</p> <p>Permiten el paso de un volumen determinado de agua, además aportan presión al agua para mejorar la eficiencia del agua.</p> <p>Volumen de agua por descarga: aprox 4 litros</p>
	<p>Sensores</p> <p>Permiten el paso de un volumen determinado de agua cada vez que detectan un cambio o alteración en el movimiento.</p> <p>Volumen de agua por descarga: aprox 3,5 litros</p>



Convencional (tanque)

Almacenan el agua en el tanque hasta que son utilizados para su descarga.

Volumen de agua por descarga: aprox 4,5 litros

### ORINALES



Reguladores de Caudal

Dispositivos que funcionan como el sistema push, poseen una manija que permite el paso de agua y al mismo tiempo la lanza a presión para dar más eficiencia a la descarga.

Volumen de agua por descarga: aprox 0,5 litros



Push

Para controlar el volumen de agua utilizada en cada descarga se utiliza el sistema de presión, permite el paso de agua de acuerdo a la presión ejercida y se cierra automáticamente.

Volumen de agua por descarga: aprox 0,5 litros



Convencional (perilla, abre y cierre de caudal)

Requiere que se abra la perilla cada vez que se necesite, para cerrarla debe ser mecánicamente.

Caudal de agua: aprox 1 litro por segundo



Secos

Los orinales secos funcionan sin la utilización de agua, utilizan filtros que permite el paso del líquido atrapando la urea, lo cual permite los olores no se dispersen.

Volumen de agua: 0 L

LAVAMANOS	
	<p><b>Reductores de Caudal</b></p> <p>Ubicados en la salida del agua, funcionan como filtros que disminuyen la cantidad de agua de salida.</p> <p>Caudal: 0.1 litro por segundo</p>
	<p><b>Pusch</b></p> <p>Para controlar el volumen de agua utilizada en cada descarga se utiliza el sistema de presión, permite el paso de agua de acuerdo a la presión ejercida y se cierra automáticamente.</p> <p>Caudal: 0.05 litros por segundo</p>
	<p><b>Convencional</b></p> <p>Requiere que se abra la perilla cada vez que se necesite, para cerrarla debe ser mecánicamente.</p> <p>Caudal: 0.1 litro por segundo</p>
DUCHAS	
	<p><b>Reductores de Caudal</b></p> <p>Disminuye la cantidad de agua de salida, permitiendo que la salida del agua sea a presión.</p> <p>Caudal: 0.20 litros por segundo</p>
	<p><b>Dispersores de agua</b></p> <p>Dispersa el agua con los filtros de dispersión ubicados en la parte externa.</p> <p>Caudal: 0.3 litros por segundo</p>

**Fuente: El Autor**

## 5.2 SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA CAPTADA



El agua que es extraída de los pozos de agua subterránea es tratada en la planta de tratamiento de agua potable, para posteriormente ser distribuida.








**Ilustración 4: Planta de tratamiento de agua potable del Club**  
Izquierda vista desde la puerta de entrada. Derecha vista sobre el cuarto de almacenamiento.  
Fuente: El Autor

En la tabla 26 se describe y resume el proceso de potabilización del agua subterránea. Para garantizar que el proceso sea efectivo se toman los análisis correspondientes a agua potable, para esto se contrata al laboratorio certificado Calidad Microbiológica LTDA, también se realiza mantenimiento, lavado y desinfección de los tanques por medio de un tercero (Equibombas LTDA).

**Tabla 25: Proceso de potabilización del agua subterránea**

PROCESO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
<p style="text-align: center;"><b>Abastecimiento</b></p> 	<p>El agua es extraída de dos pozos de agua subterránea mediante dos motobombas que poseen filtros para evitar la presencia de sólidos en el agua, almacenada en un tanque de 240.000 litros antes de empezar el proceso de potabilización.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Aireación</b></p> 	<p>Consiste en incrementar el oxígeno disuelto mediante la caída por gravedad del agua, esto también ayuda a eliminar otros gases que son frecuentes en el agua subterránea y a que se oxide el hierro y manganeso. Para oxigenar se utiliza caída por gravedad en la torre de aireación las bandejas están perforadas provistas de carbón coque.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Desinfección del Agua</b></p> 	<p>El agua aireada es clorada para iniciar el proceso de desinfección de microorganismos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Coagulación y Mezcla Rápida</b></p> 	<p>El agua se envía al cono de mezcla rápida en el tanque floculador ubicado de manera vertical, en donde se le adicionan productos químicos para su coagulación. Se utiliza soda caustica para elevar el pH del agua de 6 a 8 y coagulante (Hidroxiclورو de Aluminio) el cual funciona a su máxima expresión entre este intervalo de pH, necesario para neutralizar y desestabilizar las partículas coloidales responsables de la turbiedad del agua.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Floculación y Mezcla lenta</b></p> 	<p>El agua coagulada pasa por un módulo de mezcla lenta tipo cónico, provisto de dos cámaras en serie, una encima de la otra, con el fin de mantener el floc en suspensión para su adecuada formación, causando que las partículas insolubles aumenten de tamaño y densidad, conformando el floculo que va creciendo en peso y volumen.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Sedimentación y Filtración</b></p> 	<p>Los flocs son separados por gravedad, el agua clarificada es conducida a un tanque de igualación de caudales y posteriormente a una cámara de filtración sobre arena y antracita, que consta de dos filtros, donde serán retenidos los sólidos en suspensión que no le fueron retirados en el sedimentador.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Desinfección</b></p> 	<p>Se efectuará mediante la dosificación de hipoclorito de sodio en el tanque de agua cruda y en la tubería de salida del agua tratada antes de ser entregada al tanque de almacenamiento</p>

Almacenamiento	
	<p>El agua se envía a dos tanques de concreto cada uno con un volumen máximo de almacenamiento de 240.000 litros y 600.000 litros respectivamente.</p>

Fuente: El Autor

### 5.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

La información del sistema de tratamiento del agua residual se consolida y remite a la Secretaría de Ambiente por requerimiento de la misma **(ver Anexo A)**.

### 5.4 RECIRCULACIÓN AGUA DE PISCINAS

El Club Campestre Cafam presta los servicios recreativos, cursos y escuelas deportivas de natación, para lo cual cuenta con piscinas las cuales se identifican por colores de fachada, sus características principales se describen en la tabla 27.

Tabla 26: Características de las piscinas del Club Cafam

CARACTERÍSTICA	PISCINAS					
	NARANJA	ROJA	AZUL	AZUL NIÑOS	AZUL	VERDE
Área (m <sup>2</sup> )	322	325	312	48	311	324
Volumen (m <sup>3</sup> )	329	341	374	21	256	315
Nº Max de usuarios	119	120	116	17	115	120

Fuente: Cafam, 2014

El agua de las piscinas se cambia de forma anual o según se requiera por eventos de insalubridad. Para mantener las buenas condiciones del agua de las piscinas se realiza un tratamiento continuo, el cual consiste en hacer pasar el agua de cada una de las piscinas por una bomba que dirige el agua al sistema de tratamiento (ver ilustración 5), este sistema posee un filtro para atrapar cabellos y partículas de gran tamaño, luego realiza un filtrado con arena para retener partículas en suspensión. Posterior al tratamiento el agua pasa a un intercambiador de calor que mantiene la temperatura ideal de las piscinas climatizadas, finalizando con la dosificación del desinfectante (cloro) de forma directa.



**Ilustración 5: Sistema de tratamiento del agua de piscinas.**  
Observable el equipo de tratamiento para la piscina 1 y 2. Cuenta con 4 filtros respectivamente. En la mitad el intercambiador de calor  
Fuente: Propia

El tratamiento continuo satura los filtros de partículas retenidas, por tal razón se realiza un retro lavado que consiste en dejar pasar agua para que transporten las partículas atrapadas en los filtros al desagüe que conduce a la PTAR. Este proceso se realiza dos veces por semana produciendo pérdidas de agua. Actualmente la institución planea implementar las siguientes fases para el aprovechamiento de agua de retro lavado:

1. Desagüe y conducción del agua de retro lavado
2. Almacenamiento en caja de inspección independiente
3. Conducción a sistema de tratamiento y tratamiento con filtros de arena
4. Almacenamiento y dosificación del desinfectante
5. Conducción para utilización (riego, orinales y sanitarios)

#### **5.4.1 Proyección para Recircular el Agua de Retro Lavado**

El flujo del agua para prestar el servicio de piscinas en el Club Campestre Cafam consiste en un tratamiento continuo, donde se generan pérdidas de agua en el retro lavado y en los intercambiadores de calor de forma semanal, estas pérdidas son compensadas con la incorporación del agua proveniente de la PTAP. El agua del retro lavado se piensa almacenar en un tanque independiente, para pasar por una bomba que las dirige al sistema de tratamiento (similar al agua de las piscinas con filtros de arena), se almacena y se dosifica el desinfectante para posteriormente ser utilizadas en riego, orinales y sanitarios, el agua después de ser utilizada se envía a la PTAR,

en la ilustración 6 se detalla la proyección de cómo sería el flujo del agua implementando la recirculación del agua de las piscinas.

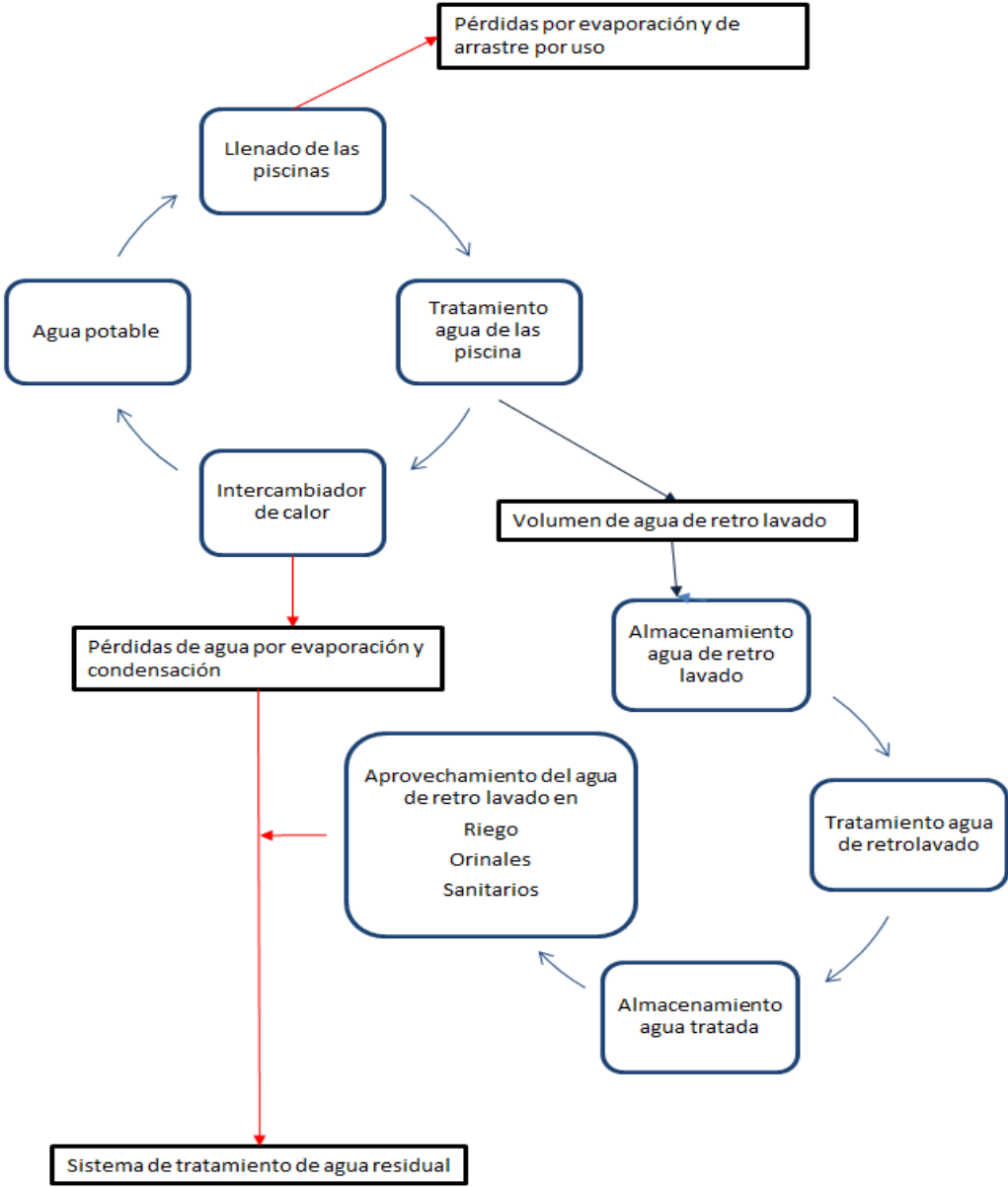


Ilustración 6: Planeación del flujo del agua utilizada en las piscinas  
Fuente: El Autor

El avance de las actividades necesarias para la realización del aprovechamiento del agua de retro lavado de las piscinas deberá ser presentado en el informe anual del PUEAA.

## 6 PROGRAMA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL CUMPLIMIENTO

Se hace necesario implementar el programa de educación ambiental para cumplir con los requerimientos de la Ley 373 de 1997 y requerimientos de la Secretaria Distrital de Ambiente, además de sensibilizar a todas las personas que hacen uso de los servicios del Club Campestre Cafam, al mismo tiempo que capacita a los funcionarios; todo con el fin de generar una cultura de apropiación para el cuidado de los recursos naturales, un ahorro y uso eficiente del agua. El programa presenta las medidas que se deben implementar en la institución para lograr una sensibilización, orientación y concientización del uso del recurso hídrico, por lo cual se hace necesario involucrar a todas las personas dentro del Club Campestre Cafam, ya que por medio de este se lograría una disminución de gastos innecesarios del recurso por el uso irracional y mal manejo del recurso hídrico.

El programa educación ambiental para el cumplimiento incluye los siguientes proyectos:

1. CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LOS FUNCIONARIOS PARA EL USO EFICIENTE Y RACIONAL DEL AGUA
2. CAMPAÑA INFORMATIVA DE SENSIBILIZACIÓN

### 6.1 CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LOS FUNCIONARIOS

Los procesos de capacitación y educación ambiental se hacen necesarios implementar, en primera instancia porque es uno de los requerimientos por parte del ente de control bajo la Ley 373 de 1997, además que son una herramienta indispensable en la obtención de resultados en el cambio de costumbres o métodos inapropiados adoptados en el desarrollo de actividades diarias de consumo de agua. La capacitación y educación para la gestión ambiental es una fuente de motivación y orientación para poder incidir en las costumbres de los funcionarios de la institución, además que es una opción de poder mejorar la eficiencia de procesos y actividades que requieren del recurso hídrico.

Tabla 27: Ficha Proyecto Capacitación y Sensibilización de los Funcionarios

OBJETIVOS	
General	Específicos
Capacitar y sensibilizar a los funcionarios para el cuidado integral de los recursos naturales	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Consolidar el grupo administrativo de gestión ambiental (GAGA) para el Club Campestre Cafam</li><li>2. Realizar capacitaciones a los funcionarios de la institución</li><li>3. Controlar los compromisos y reuniones GAGAS</li></ol>

ALCANCE	
Se conformará el grupo local GAGA para el Club, este en coordinación con Gestión Ambiental Cafam coordinarán las capacitaciones para los funcionarios de la institución. Las reuniones del grupo GAGA se realizarán para plantear temas específicos y decisiones en materia ambiental, el seguimiento lo realizará Mantenimiento Locativo a los compromisos generados en cada reunión.	
META	PROPÓSITO
Capacitar al 100% de los funcionarios programados a la capacitación en materia ambiental por lo menos una vez al año	Creación de una cultura de conciencia ambiental en los funcionarios del Club Campestre Cafam.
INDICADOR	
Porcentaje de Capacitación (%)	Fórmula
Proporción de funcionarios capacitados en relación a los que se programan para ser capacitados	$\frac{\text{Número de funcionarios capacitados}}{\text{Número total de funcionarios programados}} * 100\%$
PLAN DE TRABAJO	
<b>1. Integrantes del Grupo Administrativo de Gestión Ambiental</b>	
Cargos	Responsabilidades
Jefe de operaciones del Club	Administra y controla las funciones y responsabilidades acordadas en las reuniones GAGA Definirá a los representantes de oficinas, recepción, cajeros y recreación
Interventor de Mantenimiento	A partir de sus funciones específicas serán los primeros en enterarse de los requerimientos especiales de los entes de control. Divulgarán información necesaria a los demás funcionarios sobre los temas tratados en el GAGA. Darán los reportes de los sucesos evidenciados a diario relacionados en temas ambientales Participarán en la realización de las capacitaciones específicas
Supervisor de Calidad	
Inspector del Servicio de Aseo	
Jefe de operaciones AyB	
Representante de Recreación	
Representante de oficinas, recepción y cajeros	
Representante Primeros Auxilios	
Gestión Ambiental Cafam	Realizará las capacitaciones en temas ambientales de cumplimiento normativo Seguimiento de los compromisos de las reuniones GAGA local Gestión de los tramites ambientales
<b>2. Temática de Capacitación</b>	
Para capacitar y educar a los funcionarios del Club se propone manejar las temáticas en dos módulos, uno de importancia y conocimiento general de los funcionarios y otro aplicado a los directos responsables de requerimientos en temas ambientales. El modulo general involucra a todo el personal del Club, en una capacitación no mayor a cuatro horas. El modulo específico se realizará exclusivamente para los integrantes del	

GAGA quienes serán los responsables del desarrollo de la presentación y a su vez pasaran la voz a los demás funcionarios que posean responsabilidades directas. Los temas específicos de capacitación competarán al área que maneja los diferentes procedimientos.

Módulo General	Temas	Temas Específicos
Estado actual	Diagnóstico del Club	Cumplimientos ambientales Requerimientos ambientales
Buenas Prácticas Preventivas	Practicas adecuadas para el uso eficiente y ahorro del agua	PUEAA Campaña informativa de sensibilización
	Manejo integral de residuos sólidos	Segregación en la fuente Movimiento interno y externo de residuos Manejo de residuos peligrosos
	Buenas prácticas de las zonas húmedas	Deberes de los usuarios Responsabilidades de funcionarios
Módulo Especifico	Temas	Temas Específicos
Requerimientos	Permiso de Vertimientos Concesión de Aguas Subterráneas Plan de Saneamiento Básico Tecnologías y métodos nuevos a utilizar Seguimiento y avance del PUEAA	Normatividad Importancia Responsabilidades Auditorias Informes de Resultados Compromisos
Protocolos	Limpieza de Instalaciones Limpieza y Desinfección Mantenimiento Manejo de Productos Químicos Plan de Gestión Integral de Residuos	
Seguimientos Especiales	Capacitaciones para acompañamientos a auditorias y/o controles a entes externos	

#### RECURSOS

Recursos	Descripción	Cant	Tiempo
Estructurales	Salón de reuniones	1	Según cronograma y tiempo de la reunión
Material	Vídeo Beam	1	Tiempo de capacitación

#### CRONOGRAMA

Se presenta un cronograma general para todo el PUEAA, donde se especifica las acciones de cada proyecto proyectado a un término de 5 años según requerimientos de la SDA (**ver Anexo B**)

Fuente: El Autor

## 6.2 CAMPAÑA INFORMATIVA DE SENSIBILIZACIÓN

El proyecto consiste en utilizar medios publicitarios para sensibilizar a la población usuaria de la institución en temas ambientales sobre todo en el uso eficiente y ahorro del agua. Es un método que ayuda a crear conciencia no únicamente para los procesos que se llevan a cabo dentro de la institución sino para incentivar la apropiación de una cultura de respeto y responsabilidad social por el recurso hídrico, recordando las buenas prácticas para el manejo del agua.

Tabla 28: Ficha de la Campaña Informativa de Sensibilización

OBJETIVOS	
General	Específicos
Sensibilizar a la población que ingresa al Club Campestre en el uso eficiente y ahorro del agua	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer los lineamientos de publicidad</li> <li>2. Implementar publicidad visual en lugares estratégicos que incentiven el ahorro y uso eficiente del agua</li> </ol>
ALCANCE	
La participación de los usuarios del Club se va a ver estimulada con la implementación de publicidad visual, la cual tendrá que ser ubicada en sitios visibles y de fácil acceso a la lectura.	
META	PROPÓSITO
Implementar campaña informativa de sensibilización en la institución	Motivación para la apropiación de una cultura de respeto y responsabilidad social por el recurso hídrico.
INDICADOR	
Ejecución de la campaña informativa de sensibilización	Publicidad creada e instalada en el Club Cafam
PLAN DE TRABAJO	
<b>1. Responsabilidades y Funciones</b>	
Áreas	Responsabilidades y Funciones
Gestión Ambiental Cafam	Dará los lineamientos para la campaña de información y educación ambiental
Marca y Publicidad Cafam	Diseñara y aprobará la publicidad visual a instalar
Compras Internas	Cotizará y comprará los materiales necesarios para la campaña informativa de sensibilización
Funcionarios de la Institución	Es responsabilidad de todos los funcionarios dar información sobre las buenas prácticas para la gestión del recurso hídrico a los usuarios, así mismo de reportar el estado de deterioro de la publicidad instalada.
Mantenimiento Club Cafam	Implementación de la publicidad creada
<b>2. Lineamientos para creación de la publicidad visual a utilizar para el uso eficiente y ahorro del agua.</b>	

Frase probable a utilizar		Área posible de implementación
Si ves una fuga o gotera repórtala para que sea revisada cuanto antes		Baños
No utilices más de lo que necesitas		Baños y vistieres de zonas húmedas
No olvides cerrar el agua mientras te enjabonas, lavas los dientes o realizas otra actividad		
Una gota de agua es más valiosa para un hombre sediento que un saco de oro. Cuidala use lo necesario.		Planta de producción de alimentos
Cuando proteges el agua proteges la vida.		
Agua = Vida - Conservación = Futuro.		Oficinas y convenciones
Cuida el agua, No dañes la sangre del mundo.		Primeros Auxilios
No deje que el agua se desperdicie. ¡Nuestra vida está a punto de hacerlo!		Concesiones
Desperdicia hoy y vive en un desierto mañana.		
Nadie sabe el valor del agua hasta que el pozo está seco. ! ¡Cuida el agua!		PTAP
Necesitamos más de un planeta para satisfacer las demandas hídricas si se continúa con la cultura actual de consumo de agua. Cuidala no la desperdicies.		Puerta principal
Otra información de motivación		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre 6 y 8 millones de personas mueren anualmente alrededor del mundo debido a enfermedades y desastres naturales relacionados con el agua</li> <li>Un grifo que gotea pierde aproximadamente 30 L de agua al día en promedio</li> <li>El 2,8 % del agua de nuestro planeta es dulce y tan sólo el 0,001% se encuentra en lagos y ríos</li> <li>Eres 60% agua. Salva un 60% de ti mismo</li> <li>783 millones de personas no tiene acceso a agua potable y casi 2.5 millones carece del saneamiento básico</li> </ul>		
RECURSOS		
Recursos	Descripción	Tiempo
Publicidad Visual	Folletos y carteleras aprobadas, diseñadas y creadas	Continuo, necesario para la ejecución del proyecto
Tecnológicos	Computador con programas de diseño	Necesario para el diseño
	Radiofrecuencia interna en el Club	Permanente
En el anexo D se presenta el presupuesto adicional que la institución debe contemplar para la implementación del PUEAA		
CRONOGRAMA		
Se presenta un cronograma general para todo el PUEAA, donde se especifica las acciones de cada proyecto proyectado a un término de 5 años según requerimientos de la SDA ( <b>ver Anexo B</b> )		

Fuente: El Autor

## **7 PROGRAMA REDUCCIÓN Y PREVENCIÓN DE PERDIDAS**

### **7.1 JUSTIFICACIÓN**

El permanente monitoreo e inspección de las redes hidro sanitarias, permite determinar la frecuencia y necesidad de los mantenimientos preventivos y correctivos que minimicen las pérdidas de agua por fugas del sistema hidro sanitario. Es importante implementar este programa dando cumplimiento al Artículo 4 de la Ley 373 del 6 de junio de 1997, la Resolución 1371 de 2009 y requerimientos de la Secretaría Distrital de Ambiente que impone el cálculo y la fijación de metas de reducción de pérdidas anuales.

### **7.2 OBJETIVOS**

Establecer estrategias que permitan reducir eficazmente las pérdidas de agua dentro del Club Campestre Cafam mediante la realización de mantenimiento preventivo y correctivo a todo el sistema de redes hídricas que estén dentro de la institución.

Proponer y cumplir con los requerimientos de calcular las pérdidas de agua no tratada del Club Cafam y así fijar las metas de reducción anuales.

### **7.3 ALCANCE**

Se basará en la gestión de mantenimiento e inspección de la red hidráulica del Club, de forma preventiva y correctiva para minimizar el riesgo de generar pérdidas de agua. Adicionalmente en cumplimiento de los requerimientos del ente de control se calculará el porcentaje de agua que no se tiene en cuenta en el sistema de entrada y salida hidro sanitario del Club para fijar metas de reducción de pérdidas anuales.

### **7.4 OPERACIONES PREVENTIVAS**

Se tendrá en cuenta los procesos de prevención que se llevan a cabo dentro de la institución con el fin de controlar las actividades de mantenimiento e inspección que generalmente son las que producen pérdidas de agua por el no control de las acciones ejecutadas así como la mala gestión del recurso hídrico.

#### **7.4.1 Inspección del Sistema Hidro Sanitario**

Para la realización de la inspección periódica del sistema hidro sanitario se tendrá en cuenta los procedimientos formulados en la tabla 29.

Tabla 29: Procedimientos para la inspección del sistema hidro sanitario

ACCIÓN	ACTIVIDADES
verificación de puntos de consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>El personal de servicios generales al evidenciar fallas o daños en los puntos de consumo del sistema hidro sanitarios tales como: goteo, aumento excesivo del caudal de salida y/o deterioro en los elementos de control de flujo durante el ejercicio de sus actividades, deberá reportar ante el área de mantenimiento las fallas detectadas.</li> </ul>
verificación del sistema hidro sanitario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semestralmente se realizará una verificación visual del estado del sistema hidro sanitario con el fin de detectar fallas o fugas del mismo.</li> <li>Al detectar las fallas o fugas del sistema hidro sanitario, deberá informarse al interventor de mantenimiento quien formulará las acciones de mejora.</li> </ul>
Control de acciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>El interventor de mantenimiento llevará un registro de los reportes, el cual debe ser completado por acciones de mejoramiento.</li> <li>El seguimiento sobre el avance de las acciones y actividades de mejoramiento se realizará por mantenimiento.</li> </ul>

Fuente: El Autor

#### 7.4.2 Reducción de pérdidas durante el mantenimiento preventivo de tanques de almacenamiento de agua potable

Con este lineamiento se busca reducir las pérdidas de agua durante el mantenimiento preventivo de los tanques de almacenamiento de agua potable. El mantenimiento preventivo de los tanques de almacenamiento se realiza semestralmente y debido a que su capacidad máxima de almacenamiento es de 1`080.000 litros (1.080 m<sup>3</sup>) para los tres tanques de almacenamiento, se considera un volumen crítico ya que en caso que se maneje de forma ineficiente las pérdidas serían bastantes. Durante el proceso de mantenimiento de los tanques de almacenamiento de agua se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- 1 Al realizar el cierre de los registros. Se deberá informar a mantenimiento el estado de los mismos, en caso de que no se encuentren en óptimas condiciones, con el fin de minimizar la futuras fugaz posibles y controlar el caudal de acuerdo a los propósitos deseados.
- 2 Los residuos que se generen deberán ser recolectados, almacenados y manejados con el fin de disminuir derrames en otras áreas. Las bolsas no deberán sobre pasar el máximo de peso soportado. Esto con el fin de disminuir el uso del agua por lavado y desinfección del área donde se produzca el derrame.

- 3 El agua evacuada de los tanques debe utilizarse en procesos de lavado de instalaciones y riego de pastos, jardines y canchas. En caso de que ninguna de las actividades mencionadas se realicen se deberá almacenar en tanques para su pronto uso.
- 4 Durante el lavado, limpieza y desinfección así como el llenado de los tanques se verificará que no exista fugaz o grietas que ocasionen pérdidas de agua, en caso de evidenciarlas se informará a mantenimiento.
- 5 Mantenimiento elaborará acciones de mejora ante eventos extraordinarios evidenciados.
- 6 Se recomienda programar el mantenimiento días diferentes a cada uno de los tanques, con el fin de no recurrir al desalojo total del agua, pudiendo aprovechar el otro tanque para almacenamiento temporal.

## **7.5 OPERACIÓN CORRECTIVA**

Se busca atender de manera más rápida los eventos de fugas y daños al sistema hidro sanitario, para darle una viabilidad al programa se propone la ubicación de afiches informativos, este debe contener los números de contacto y el procedimiento ante cualquier eventualidad de fugas de agua (ligado a la Campaña informativa de sensibilización)

Conforme a los recursos con los que actualmente cuenta el Club Campestre Cafam existirán los siguientes medios para reportar una fuga de agua:

- Aviso mediante radiofrecuencia interna
- Número telefónico: 6258300

La respuesta de los diferentes eventos extraordinarios, deben ser directamente proporcionales en tiempo con la gravedad del mismo.

## **7.6 RECURSOS DEL PROGRAMA**

Para controlar y realizar el respectivo seguimiento al Programa de Reducción de Pérdidas, la institución posee y cuenta con:

- Interventor de Mantenimiento
- Operarios de Mantenimiento
- Comunicación directa (radios de corta frecuencia) entre operarios, interventor, y seguridad física
- Herramientas personales de uso común, la cual los operarios deben portar constantemente
- Cuarto de herramientas donde se almacena la instrumentaría pesada y de menor frecuencia de uso
- Apoyo técnico desde la Sede Administrativa relacionados con temas ambientales, seguridad industrial, ocupacional y de manufactura, entre otros

## 7.7 CONTROL DEL PROGRAMA

Todos los eventos extraordinarios evidenciados y reportados que ocasionan o puedan presentar pérdidas de agua deberán ser registrados por el área de mantenimiento. Esta área se encargará de la formulación de las acciones de mejora, las cuales en tiempo serán proporcionales a su gravedad.

## 7.8 INDICADORES

### 1. Indicador de Cumplimiento (%)

Relación de las acciones de mejora para resarcir las evidencias de fallas o daños en el sistema hidro sanitario

Ecuación 1: Indicador de cumplimiento para el Programa de Reducción de Pérdidas

$$\frac{\text{acción de mejora formulada}}{\text{acción de mejora ejecutada}} * 100\%$$

Fuente: El Autor

### 2. Porcentaje de Reducción de Pérdidas

Se realizará el cálculo y análisis comparativo del cálculo de pérdidas con la metodología utilizada (ver capítulo 8.2) o modificada con su previa justificación solo si es necesario.

## 7.9 CRONOGRAMA

Se presenta un cronograma general para todo el PUEAA, donde se especifica las acciones de cada proyecto proyectado a un término de 5 años según requerimientos de la SDA (**ver Anexo B**)

## 8 PLANTEAMIENTO DE METAS

En cumplimiento de la normatividad y compromiso ambiental de la institución se plantean metas de reducción de consumo, cálculo de las pérdidas de agua no tratada, así como el desarrollo de la metodología técnica que justifica la demanda del recurso hídrico en el Club Campestre Cafam.

### 8.1 TRAZADO DE LA REDUCCIÓN DE CONSUMO

En el Club Campestre Cafam la participación de las personas no es la única variable a considerar para determinar los consumos de agua, ya que existen procesos y

actividades que requieren del recurso tales como: el lavado, mantenimiento y desinfección de diferentes equipamientos e instalaciones dentro de la institución. Por lo anterior para asegurar una meta verídica y asegurar un cumplimiento se establece una meta del 3%, para la reducción del consumo de agua subterránea, se considera que la meta planteada es económica y técnicamente viable para la operación normal del Club Campestre Cafam. Se plantea la meta (3%), basándose en casos de estudio documentados [18] [14], donde se afirma que la implementación de métodos y medios para sensibilizar y concientizar a las personas en el ahorro y uso eficiente del agua en las instituciones, se considera una práctica útil y pueden incidir en un ahorro hasta del 5% del total de la producción de agua utilizada, variando este porcentaje de acuerdo al uso que se le hace al recurso en las diferentes entidades.

Se justifica la fijación del 3% de disminución del volumen consumido para los cinco años según estudios de caso y las condiciones de operación de la institución. La meta se plantea para la formulación del PUEAA, el cual para este caso y en cumplimiento de la normativa ambiental debe ser quinquenal, para poder llevarle seguimiento y reporte anual se define que anualmente el porcentaje de reducción en base a los históricos mensuales es del 0.6% anual. Se utilizaron los promedios de los últimos tres años para obtener el consumo de agua subterránea mensual y per cápita (l / per\*día) y basado en los porcentajes de reducción se obtiene la tabla 30, que resume y proyecta los consumos a los 5 años.

**Tabla 30: Planteamiento de la meta quinquenal de reducción en consumos**

Mes	Promedio consumo (m <sup>3</sup> )	Per Cápita Promedio (l/per*día)	% de Reducción	Proyección quinquenal consumo (m <sup>3</sup> )	Proyección quinquenal per cápita (l/per*día)
Enero	9.181	112,13	0,25%	9.158,05	111,85
Febrero	6.683	112,13	0,25%	6.666,63	111,85
Marzo	6.889	112,13	0,25%	6.871,78	111,85
Abril	6.927	112,13	0,25%	6.909,35	111,85
Mayo	6.778	112,13	0,25%	6.761,06	111,85
Junio	8.048	112,13	0,25%	8.027,88	111,85
Julio	7.397	112,13	0,25%	7.378,51	111,85
Agosto	6.676	112,13	0,25%	6.659,31	111,85
Septiembre	6.542	112,13	0,25%	6.525,98	111,85
Octubre	7.102	112,13	0,25%	7.084,58	111,85
Noviembre	6.979	112,13	0,25%	6.961,22	111,85
Diciembre	6.412	112,13	0,25%	6.395,64	111,85
TOTAL	85.614		3%	83.045,58	

Fuente: El Autor

En el Anexo C se podrá evidenciar la herramienta de seguimiento y control de la meta planteada de forma anual, la cual podrá modificarse de acuerdo a los nuevos requerimientos y especificaciones que se den con el tiempo. Todas las modificaciones y requerimientos deberán ser debidamente justificados e integrados al presente programa.

## 8.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE AGUA NO TRATADA

En cumplimiento de la Ley 373 de 1997 se estima el cálculo de pérdidas del recurso hídrico, para el Club Campestre Cafam se tiene como datos de entrada el volumen de agua extraído y el caudal promedio de salida tomado en la PTAR, se realiza un balance teniendo en cuenta que el agua extraída de los pozos es igual al agua de salida menos las pérdidas del sistema. Para este caso las pérdidas corresponden al volumen de agua que no es tratada en la PTAR.

### 8.2.1 Cálculo del Caudal de Salida

Se tiene en cuenta el caudal promedio tomado en ocho horas de muestreo durante la caracterización del vertimiento reporta un valor promedio de 1.025 litro por segundo, se realiza conversión de unidades para pasarlo a m<sup>3</sup>/día:

$$1.025 \frac{L}{seg} * 0.001 \frac{m^3}{L} * 3600 \frac{seg}{h} * 24 \frac{h}{día} = 88.56 \frac{m^3}{día}$$

La conversión da como resultado 88.56 m<sup>3</sup>/día siendo este el volumen total de agua que sale de la institución como vertimiento tratado. Se tiene en cuenta que la caracterización del vertimiento fue realizada el 21 de noviembre del 2013.

### 8.2.2 Cálculo Caudal de Entrada.

Corresponde al volumen total del agua extraída de los pozos durante el día de la caracterización de vertimientos. El agua según los medidores y registros físicos de consumo de agua subterránea se expresa en la tabla 31.

Tabla 31: Volumen extraído el 21 de noviembre del 2013

Volumen de agua extraído (m <sup>3</sup> / día)		
PZ 11-0047	PZ 11-0080	TOTAL
80	23	<b>103</b>

Fuente: Administración Club, 2013

El volumen total del agua que ingresa al Club Campestre Cafam para el día de estudio fue de 103 m<sup>3</sup>.

### 8.2.3 Cálculo de Pérdidas

Se tendrá en cuenta la ecuación 2 para estimar las pérdidas de agua o cantidad de agua que no puede ser tratada para ser vertida.

**Ecuación 2: Cálculo pérdidas de agua en el Club**

$$ENTRADA - SALIDA = PÉRDIDAS$$
$$103 \frac{m^3}{día} - 88.56 \frac{m^3}{día} = 14.44 \frac{m^3}{día}$$

Fuente: El Autor

El volumen aproximado de agua que no fue tratado en la PTAR para el 21 de noviembre de 2013 fue de 14.44 m<sup>3</sup>, este valor representa el 14.02% del total de agua que fue extraído de los pozos. Las pérdidas máximas aceptables según el RAS 2000 es del 30%, por ende el porcentaje hallado representa buenas condiciones en el sistema hidro sanitario, teniendo en cuenta que en todos los sistemas hidro sanitarios se tienen pérdidas por aducción, menores o de fricción según especifica el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en el título A [38].

Se fija como meta permanecer por debajo del 30% de pérdidas según lo reglamentado por el Ministerio de Desarrollo Económico.

### 8.3 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA

Para estimar la demanda de los próximos cinco años dentro de la institución, se utiliza el método dispuesto en el RAS 2000. El procedimiento para hallar la demanda a futuro del Club Campestre y poder demostrar un mínimo de agua requerido se explicará a continuación:

#### Paso 1: Identificación de la información preliminar

En la tabla 32 se resumen la información a tener en cuenta para la proyección de la demanda. La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de una persona sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema [38], la dotación neta mínima y máxima la establece el RAS 2000, teniendo en cuenta el nivel de complejidad el cual se halla con la cantidad poblacional o de personas que ingresan a la institución, la cual se valida con información de las estadísticas correspondientes a los tres últimos años.

**Tabla 32: Información preliminar utilizada para proyectar la demanda hídrica necesaria**

NIVEL DE COMPLEJIDAD	BAJO	
	DOTACIÓN NETA (litros/habitante/día)	MÍNIMA
	MÁXIMA	150
POBLACIÓN	2011	2.149
	2012	2.087
	2013	2.017
	2014	2.208

Fuente: El Autor

## Paso 2. Pérdidas Globales

El RAS 2000 define 30% como el porcentaje máximo de pérdidas de agua, para el caso de estudio se definen los estipulados en la tabla 35.

Tabla 33: Pérdidas aceptables

PÉRDIDAS	
Pérdidas en la aducción (agua cruda)	5%
Necesidades en la planta de tratamiento	5%
Pérdidas en la conducción (agua tratada)	5%
<b>PORCENTAJE GLOBAL DE PÉRDIDAS</b>	<b>15%</b>

Fuente: El Autor

Los porcentajes de pérdidas están reglamentados, el porcentaje global de pérdidas se halla sumando los porcentajes dados tanto para las pérdidas en la aducción, necesidades en la planta de tratamiento y las pérdidas generadas en la conducción, obteniendo un valor de 15%; el cual es aceptable ya que el porcentaje máximo admisible de pérdidas técnicas para hallar la dotación bruta es de 30% para este nivel de complejidad [38].

## Paso 3. Dotación Bruta

Con la ecuación 3 se halla la dotación bruta, se tiene como variables la dotación neta ( $d_{neta}$ ) y el porcentaje de pérdidas (%p) según las tablas 32 y 33. Los resultados obtenidos son los expresados en la tabla 34.

Ecuación 3. Dotación Bruta

$$d_{bruta} = \frac{d_{meta}}{1 - \%p}$$

Fuente: RAS 2000

Tabla 34: Dotación bruta

DOTACIÓN BRUTA (litros/habitante*día)	
MÍNIMA	117,65
MÁXIMA	176,47
MEDIA	147,06

Fuente. El Autor

#### Paso 4. Proyección Poblacional

Para hallar la demanda a futuro se tiene en cuenta la proyección poblacional al año que se desee proyectar la demanda. Para esto se tiene en cuenta los métodos establecidos por el RAS 2000, el cual para un nivel de complejidad bajo solo es aceptado aritmético, geométrico y exponencial, por ende se realizarán los tres métodos establecidos para un mayor acercamiento.

Para realizar la proyección poblacional de cada uno de los métodos establecidos se tiene en cuenta las siguientes variables, descritas en tabla 35.

Tabla 35: Variables para proyección poblacional

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
$P_f$	población correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población
$P_{uc}$	población correspondiente al último año censado con información
$P_{ci}$	población correspondiente al censo inicial con información
$T_{uc}$	año correspondiente al último año censado con información
$T_{ci}$	año correspondiente al censo inicial con información
$T_f$	año al cual se quiere proyectar la información

Fuente: RAS 2000

#### Paso 4.1. Método Aritmético

El método aritmético está establecido según la ecuación 4.

Ecuación 4: Método aritmético proyección poblacional

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} x (T_f - T_{uc})$$

Fuente: RAS 2000

#### Paso 4.2. Método Geométrico

El método geométrico lo establece la ecuación 5.

Ecuación 5: Método geométrico proyección poblacional

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Fuente: RAS 2000

Para la solución por este método se debe hallar el valor de "r" que corresponde a la tasa de crecimiento anual en forma decimal, según la ecuación 6. Las demás

variables se definen igual que el método aritmético, para el caso en particular se tiene que “r” es igual a 0,009.

Ecuación 6: Tasa de crecimiento poblacional por el método geométrico

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1 = 0,009$$

Fuente: RAS 2000

## Paso 4.2. Exponencial

En el método exponencial hay que hallar en primera instancia un valor “k” que corresponde a la tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas para cada par de censos, definida por la ecuación 7, que da como resultado 0.009 para el caso de estudio. Para proyectar la población por el método exponencial se halla con la ecuación 8

Ecuación 7: Tasa de crecimiento de la población por el método exponencial

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}} = 0,009$$

Fuente: RAS 2000

Ecuación 8: Método exponencial de proyección poblacional

$$P_f = P_{ci} X e^{k X (T_f - T_{ci})}$$

Fuente: RAS 2000

## Resultados de la Proyección Poblacional

La tabla 36 muestra los resultados poblacionales calculados por los métodos aritmético, geométrico y exponencial para proyectar la población de personas que ingresan al Club Campestre.

Tabla 36: Proyección poblacional

Método/Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aritmético	2.227,67	2.247,33	2.267,00	2.286,67	2.306,33	2.326,00
Geométrico	2.228,02	2.248,23	2.268,62	2.289,19	2.309,95	2.330,90
Exponencial	2.228,02	2.248,23	2.268,62	2.289,19	2.309,95	2.330,90

Fuente: El Autor

## Paso 5. Proyección de la Demanda Hídrica

Se proyecta el caudal medio diario, máximo diario y máximo por hora, esto en cumplimiento del RAS 2000. Para la determinación de cada uno de los caudales se

debe tener en cuenta el valor k1 y k2, que corresponden al coeficiente máximo diario (1,3) y horario (1,6) respectivamente [38], el valor “p” concierne a la población proyectada al año a proyectar.

### Caudal Medio Diario

Con la ecuación 9 se determina el caudal medio diario

Ecuación 9: Determinación del caudal medio diario

$$Q_{md} = \frac{p \times d_{bruta}}{86400}$$

Fuente: RAS 2000

### Caudal Máximo Diario

La determinación del caudal máximo horario se establece con la ecuación 10.

Ecuación 10: Determinación del caudal máximo diario

$$QMD = Q_{md} \times K_1$$

Fuente: RAS 2000

### Caudal Máximo Horario

El caudal máximo horario se determina con la ecuación 11:

Ecuación 11: Determinación del caudal máximo horario

$$QMH = QMD \times K_2$$

Fuente: RAS 2000

### Resultados de la Demanda

Los resultados de la proyección hídrica se detallan en la tabla 37.

Tabla 37: Resultados de las proyecciones de la demanda, con los diferentes métodos poblacionales proyectados

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (l/s)		2015	2016	2017	2018	2019	2020
CAUDAL MEDIO DIARIO $Q_{md}$	Aritmético	3,79	3,83	3,86	3,89	3,93	3,96
	Geométrico	3,79	3,83	3,86	3,90	3,93	3,97
	Exponencial	3,79	3,83	3,86	3,90	3,93	3,97
CAUDAL MÁXIMO DIARIO QMD	Aritmético	4,93	4,97	5,02	5,06	5,10	5,15
	Geométrico	4,93	4,97	5,02	5,07	5,11	5,16
	Exponencial	4,93	4,97	5,02	5,07	5,11	5,16
CAUDAL MÁXIMO HORARIO QMH	Aritmético	7,89	7,96	8,03	8,10	8,17	8,23
	Geométrico	7,89	7,96	8,03	8,10	8,18	8,25

Exponencial	7,89	7,96	8,03	8,10	8,18	8,25
-------------	------	------	------	------	------	------

Fuente: El Autor

El caudal adjudicado por la Secretaría Distrital de Ambiente actualmente es de 3,95 litros por segundo sumando lo adjudicado por ambos pozos. Según los resultados de la tabla 37 el caudal medio diario está al límite de lo concesionado, se aclara que aunque el RAS 2000 no es normativo es el reglamento utilizado a nivel nacional para determinar el volumen de agua necesario de diseño; el caudal máximo horario es el utilizado para diseño de redes hidro sanitarias y determinar la cantidad de agua a utilizar.

## 9 HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

Para realizar una buena gestión del recurso hídrico dentro del Club Campestre Cafam se establecen indicadores que contribuyan al seguimiento del PUEAA y a la toma de decisiones asociados con el recurso hídrico.

Se establece una herramienta digital en formato Excel, denominada Herramienta de Seguimiento y Control del PUEAA (**ver Anexo C**). A continuación se describe el funcionamiento de la herramienta

### 9.1 CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA:

Define el volumen de agua total que se extrae de cada uno de los pozos subterráneos concesionados.

#### 9.1.1 Consumo de Agua PZ 11-0047 (hoja 1) PZ 11-0080 (hoja 2)

Representado en metros cúbicos día la cantidad de agua que se extrae del pozo con el mismo código según lo planteado por la Secretaria Distrital de Ambiente. Los valores serán comparados con los permitidos por el ente de control. Al final del mes se hará la respectiva sumatoria para obtener unidades en metros cúbicos por mes. Cuando se supere el consumo máximo permitido diario la celda se resaltará con rojo, y cuando el mes supere el volumen otorgado también será resaltada.

Igualmente se encuentran dos graficas ligadas a los valores diligenciados:

- **Control Consumo mensual:** permitirá definir y comparar entre meses el volumen, además que está planteada con el límite máximo mensual, de forma que la barra indica la proximidad para cumplir con lo establecido.
- **Control Consumo Mensual:** determinará la proximidad de los volúmenes de agua durante cada uno de los días, esta grafica ayudará a plantear acciones de regulación de actividades que consuman agua. Se pretende encontrar el

comportamiento diario de los volúmenes consumidos, ya que se cree los días 15 y 30 son donde se consumen más agua.

Este indicador permitirá llevar seguimiento a los consumos de una mejor forma a la utilizada actualmente que consiste en un registro físico diario, sumarlos mensualmente y reportarlos trimestralmente al ente de control.

### **9.1.2 Consolidado del Año (hoja 3)**

La verificación del consumo de agua mensual se realizará pudiendo comparar los valores digitalizados con lo reportado por los medidores de cada uno de los pozos. Estos valores deberán ser los mismos y en caso que ocurra lo contrario prevalecerá lo estipulado por los medidores. Para realizar la respectiva validación y verificación de los datos en esta parte solo será necesario conocer la lectura anterior y actual del medidor de cada uno de los pozos por mes.

La columna “diferencia” permitirá identificar fácilmente donde se cometió error en la digitalización de los valores reportados, para lo cual se tendrá que verificar inmediatamente con los registros físicos y digitales. Además se encuentra una tabla con la información requerida por el ente de control. La hoja está diseñada para que el reporte trimestral a la Secretaria Distrital de Ambiente sea más eficiente al poder encontrar toda la información que esta solicita.

### **9.1.3 Seguimiento a la fijación de metas (hoja 4)**

En esta parte se realiza el análisis respectivo a las metas planteadas de consumo mensual en metros cúbicos y la proyección per cápita. Será necesario digitalizar el promedio de personas diarias que entraron al Club en el año de estudio, esto con el fin de obtener el valor per cápita de demanda del recurso hídrico el cual se pondrá en rojo en caso que no se cumpla con la meta propuesta. La grafica tiene como función el seguimiento mensual a la meta propuesta anual.

## **10 SISTEMA PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS**

### **10.1 JUSTIFICACIÓN**

El aprovechamiento de agua lluvia se ha convertido en una oportunidad para explotar el recurso hídrico disminuyendo los costos tarifarios de uso del agua al mismo tiempo que se disminuye el impacto a cuerpos hídricos oferentes del recurso, para este caso la institución demanda de la oferta hídrica de dos pozos de agua subterránea cumpliendo con los requerimientos de la Secretaria Distrital de Ambiente, sirviendo esta propuesta como una oportunidad para satisfacer las necesidades hídricas sin ninguna dependencia o limitante del ente de control. Se desea realizar el diseño

conceptual teniendo en cuenta todos los componentes necesarios para el aprovechamiento de agua lluvia, así como de evaluar el potencial de ahorro de agua dentro del Club si se legase a implementar este sistema.

## **10.2 OBJETIVO**

### **10.2.1 General**

Proponer un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias como herramienta para el ahorro del agua subterránea en el Club Campestre Cafam

### **10.2.2 Específicos**

Diseñar el modelo conceptual teniendo en cuenta todos los componentes necesarios para implementar un sistema de aprovechamiento del agua lluvia en el Club Campestre Cafam

Evaluar el potencial de ahorro de agua implementando un sistema de aprovechamiento del agua lluvia en el Club Campestre Cafam

## **10.3 ALCANCE**

Se realizará la propuesta de un sistema para el aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro del agua, donde se tendrá en cuenta todos los componentes necesarios para su implementación de acuerdo a la Guía de Diseño para la Captación de Agua Lluvia de la Organización Mundial de la Salud (OMS), esto con el fin de tener la base teórica para la implementación de este tipo de sistema en el Club Campestre Cafam y poder evaluar el potencial de ahorro de agua implementando un sistema de aprovechamiento del agua lluvia en la institución.

## **10.4 COMPONENTES TÉCNICOS**

Los componentes técnicos para el aprovechamiento de agua lluvia en el Club Campestre Cafam se deben tener en cuenta para realizar el diseño del sistema de forma eficiente. Los componentes a tener en cuenta son:

1. Captación
2. Recolección
3. Interceptor de primeras aguas
4. Almacenamiento e Incorporación al sistema de acueducto del Club

En la siguiente ilustración se observa un claro ejemplo de los componentes necesarios para aprovechar el agua lluvia en un sistema básico:

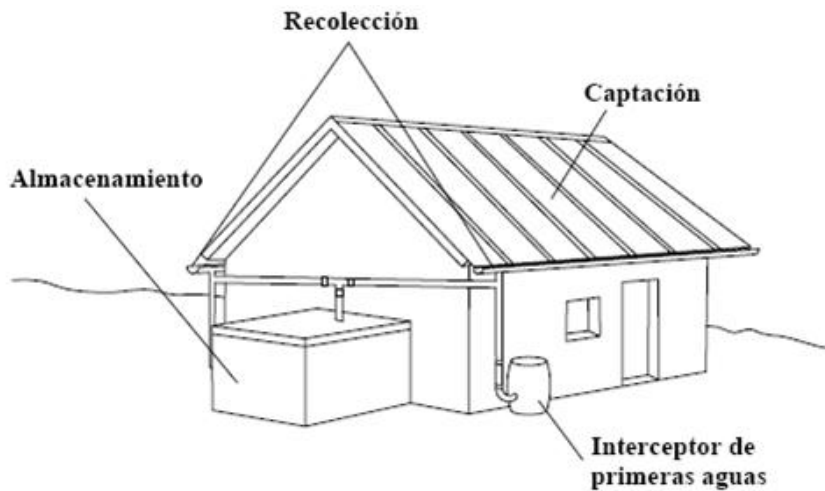


Ilustración 7: Componentes de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia  
Fuente: CEPIS, 2004

La superficie de captación hace referencia al espacio físico por donde escurre el agua lluvia, dependiendo el material e inclinación puede verse beneficiada la recolección. La recolección está conformada por los diferentes elementos que transportan el agua lluvia, usualmente canaletas, bajantes y/o tubería. El interceptor de primeras aguas permite que el agua lluvia que arrastra componentes que disminuyan la calidad del agua (polvo, hojas, agentes externos al sistema) sean almacenadas en un lugar diferente al tanque de almacenamiento y así mantener las mejores condiciones posible del agua antes de ser utilizada. El componente de almacenamiento hace referencia al o los tanques necesarios para almacenar el agua lluvia, este debe ser proporcional a la oferta de agua lluvia óptima de almacenamiento [39] [40].

### 10.4.1 Superficie de Captación

Conformado por los techos que reciben directamente el agua lluvia en el Club, estas cuentan con materiales y superficie necesaria para facilitar el escurrimiento del agua pluvial hacia el sistema de recolección, el coeficiente de escorrentía es tomado de la Guía de Diseño para Captación de Aguas Lluvias de la CEPIS [41].

Tabla 38: Lugares óptimos para la captación del agua lluvia en el Club

Ubicación tejado de captación	Material	Área (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de escorrentía
Piscina 1 y 2	Cubierta de aluminio y plástico cristalizado	1.479,8	0,9
Piscina 3		743,6	0,9
Piscina 4		750,8	0,9
Piscina 5		788,9	0,9
Techo coliseo	Tejas de alfarería (84%)	1.547	0,8

	Aluminio y plástico cristalizado (16%)	294,7	0,9
Recreación interna	Tejas de alfarería	2.268,4	0,8
	TOTAL	7.873,20	

Fuente: El Autor

Las áreas de captación fueron calculadas con las herramientas de Google Earth, [42] y se muestran en la tabla 38. En la ilustración 8 se muestra las diferentes áreas de captación que se consideran útiles, las áreas de color azul, verde, rojo y naranja corresponde a los tejados correspondientes a las áreas de piscinas; los polígonos de café y negro corresponden a los techos de coliseo y de recreación interna respectivamente. Estas áreas de captación fueron escogidas debido al buen estado en que se encuentran, aspecto determinante en el arrastre de agentes sólidos y la pendiente aproximada del 20%.

Es necesario la instalación de dos tanques de interceptación de primeras aguas, visualizadas en la ilustración 8 con los números 1 y 2. También es posible ver el lugar donde se podría implementar el tanque de almacenamiento temporal del agua lluvia, identificándose como un rombo rojo.



Ilustración 8: Áreas de captación de agua lluvia

Fuente: El Autor

#### 10.4.2 Recolección

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. Las canaletas están instaladas con una pendiente no muy grande que permite la conducción hasta los bajantes.

Se utilizarán las canaletas y bajantes existentes fabricadas acero inoxidable, viéndose la necesidad de instalar nuevos canales y bajantes para dirigirlos a los tanques de almacenamiento. Para mantener las condiciones de calidad del agua lluvia se deberá instalar en todas las canales un leaf screen (pantalla de hojas) como se muestra en la ilustración 9.

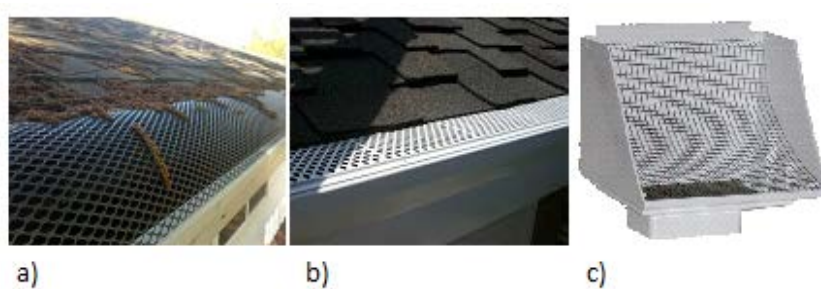


Ilustración 9: Tipos de leaf screen  
Fuente: Imágenes Google

Las canaletas y bajantes del Club Cafam son de PVC de 4 pulgadas con forma geométrica trapezoidal, adecuadas para transportar el agua, los bajantes serán adecuados para transportar el agua a los tanques interceptores y al tanque de almacenamiento. A todas las canaletas se les debe instalar el leaf screen como se observa en la ilustración 9b.

#### 10.4.3 Interceptor de primeras aguas

Es el dispositivo dirigido a captar las primeras aguas lluvias correspondientes al lavado del área de captación, con el fin de evitar el almacenamiento de aguas con gran cantidad de impurezas [40], mitigando el ingreso de material o agentes no deseables al tanque de almacenamiento para su posterior uso. Se estima un promedio de un (1) litro de agua utilizada para lavado por metro cuadrado de superficie [40], según la ecuación 22. Utilizando las condiciones espaciales y estructurales observadas en el Club Cafam se determina que es necesaria la instalación de 2 (dos) tanques interceptores, se identifican con los números 1 y 2 de la ilustración 8; uno para la captación del tejado de piscinas y el otro para el coliseo y área de recreación interna, la determinación del volumen necesario se resume en la tabla 39.

Tabla 39: Especificaciones del interceptor de primeras aguas en el Club

Interceptor de primeras aguas	Superficie de Captación	Área de Superficie de Captación (m <sup>2</sup> )	Volumen ideal de almacenamiento (m <sup>3</sup> )
1	Techos de captación de las piscinas.	3.763,1	3,8
2	Techos de captación de coliseo y recreación interna.	1842,7	1,9

Fuente: El Autor

Se busca que el interceptor sea un tanque superficial el cual entra el agua de las primeras precipitaciones, conectado por los bajantes, este debe contar con una válvula de flotador que permita su llenado, cuando éste alcance el nivel deseado, la válvula impedirá el paso del agua hacia el interceptor y la dirigirá hacia el tanque de almacenamiento central. Adicionalmente debe tener una válvula de purga en la parte inferior del tanque para hacer el mantenimiento después de cada lluvia, véanse algunos ejemplos de tanques interceptores de primeras aguas lluvia en la ilustración 10, los cuales dependiendo el diseño deseado pueden ser de arcilla o plástico [43]. Para el diseño del Club Cafam por facilidad en la instalación y compra se desea utilizar uno de plástico como se muestra en la ilustración 10a



Ilustración 10: Tipos de tanques interceptores de primeras aguas lluvia  
Fuente: Imágenes Google

#### 10.4.4 Caja de Almacenamiento Temporal

Debido a las distancias se ve la necesidad de realizar una caja de almacenamiento temporal para impulsar el agua al tanque de almacenamiento ubicado en la PTAP. El diseño consiste en construir un tanque de concreto reforzado, rectangular y subterráneo, debido a que la oferta no satisface las demandas se asume que el flujo será continuo y será impulsada por una bomba sumergible al tanque central de almacenamiento ubicado en la PTAP.

##### 10.4.4.1 Cálculo del Volumen de Almacenamiento Temporal

El volumen del tanque de almacenamiento se halla con el mayor volumen ofertado de agua lluvia el cual es de  $741,37 \text{ m}^3/\text{mes}$  (ver tabla 41), este tanque deberá poder almacenar las aguas lluvias de un día más la proporción de aumento que corresponde a lluvias más intensas o futuras ampliaciones del área de captación, el factor escogido es de 60%. Se obtiene que el volumen necesario para éste tanque de almacenamiento temporal es de  $38,26 \text{ m}^3/\text{mes}$ , para el diseño se definirá que el tanque podrá ser de  $40 \text{ m}^3$ ; las dimensiones deberán ser de 2 metros de profundidad por 5 metros de ancho por 4 metros de largo.

## 10.5 SISTEMA DE BOMBEO

Se requiere ejercer presión suficiente para que el agua ubicada en el tanque de almacenamiento temporal llegue al tanque de agua cruda, el esquema se presenta en la ilustración 11.

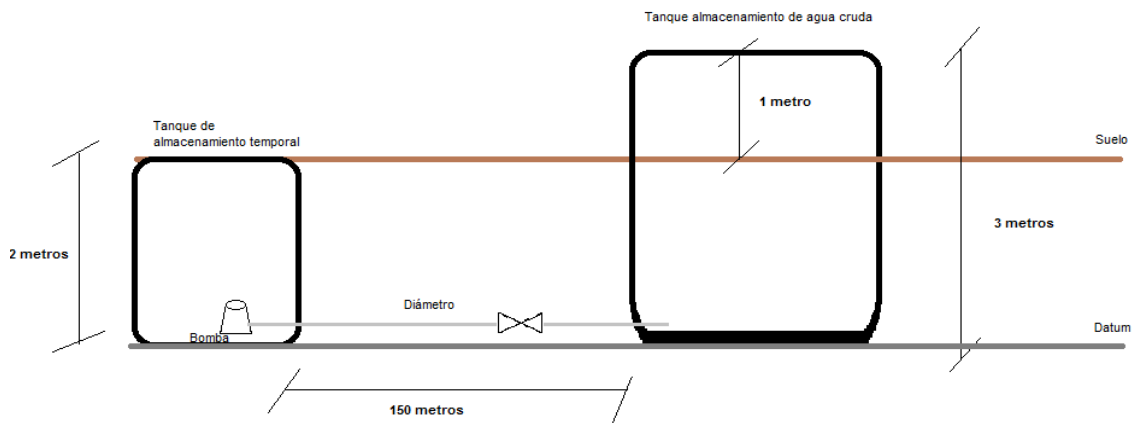


Ilustración 11: Esquema para el sistema de bombeo  
Fuente: El Autor

El cálculo se realiza con la ecuación de potencia de Bomba (ver ecuación 12), teniendo en cuenta el principio conservativo o flujo de fluidos newtonianos incompresibles en tubos [44] [45]. El procedimiento para hallar el potencial de la bomba necesario se definirá a continuación, teniendo en cuenta que la bomba poseerá un sensor que funcionará cuando la capacidad del tanque de almacenamiento temporal este a la mitad y deberá transportar ese fluido en aproximadamente 12 horas.

### Paso 1: Ecuación potencia de la bomba y definición de variables

La ecuación para hallar la potencia de la bomba se define en la ecuación 12.

Ecuación 12: Potencia de la bomba

$$PB = \frac{\rho * g * Q * H}{\mu}$$

Fuente: Fuente: Adaptado de Costa López, 1993

Donde:

$\mu$ : Eficiencia de la bomba, definida teóricamente por 60%, según catálogo de Groundfox, se tiene en cuenta a la elección de esta eficiencia que el agua no es potable y no se cuentan con las características específicas del agua.

$\rho$ : Densidad del agua, definida teóricamente por 1.000 Kg/m<sup>3</sup>

$Q$ : Caudal que se desea trasladar (m<sup>3</sup>/s), ver ecuación 13.

**HB:** Columna de agua representando la ganancia de carga en la bomba o altura dinámica de la bomba (m).

### **Paso 2: Determinación del caudal (Q)**

Para determinar el caudal se utiliza la ecuación de continuidad (ver ecuación 13), aprovechando que las variables que se desean ya se tienen.

**Ecuación 13: Ecuación de continuidad para hallar el caudal**

$$Q = \frac{V}{t} = 0,46 \text{ L/s}$$

**Fuente: Adaptado de Costa López, 1993**

Donde:

Q: caudal a transportar ( $m^3/s$ )

V: volumen del agua a transportar ( $20 \text{ m}^3$ ), está definido por el tanque de almacenamiento temporal

t: tiempo (12 horas)

El tanque está diseñado para soportar el volumen de agua calculado con el factor de aumento definido, dando como resultado  $40 \text{ m}^3$ ; para garantizar que el agua no permanezca mucho tiempo en reposo se realiza el cálculo para que opere a mitad del volumen del tanque, y que el mismo sea transportado en máximo 12 horas. Con las variables establecidas se define un caudal de  $0,00046 \text{ m}^3/s$  o  $0,46 \text{ L/s}$

### **Paso 3: Variables para determinación de la altura dinámica de la bomba (H)**

La determinación de la altura dinámica se realiza con la ecuación 14 como se describe a continuación.

**Ecuación 14: Altura dinámica del agua**

$$H = Z + h_f + h_m + \frac{v^2}{2g}$$

**Fuente: Adaptado de Costa López, 1993**

Donde:

**Z:** Datum o diferencia de alturas (2 m)

**$h_f$ :** Pérdidas por fricción en metros (m), ver ecuación 17

**$h_m$ :** Pérdidas por accesorios en metros (m), ver ecuación 16

**$v^2/2g$ :** Cabeza de velocidad en metros.

### **Paso 3: Determinación de la cabeza de velocidad ( $v^2/2g$ )**

La velocidad es hallada con la ecuación de continuidad, para lo cual es necesario fijar el diámetro de la tubería el cual para las condiciones de la institución es de dos (2) pulgadas, el procedimiento para hallar la velocidad está descrito por la ecuación 15.

**Ecuación 15: Ecuación de continuidad para hallar la velocidad**

$$Vel = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = 0,2284 \text{ m/s}$$

Fuente: Adaptado de Costa López, 1993

La velocidad del agua dentro de la tubería da como resultado 0,2284 m/s, por lo cual teniendo en cuenta que la gravedad es 9,81 m/s<sup>2</sup>, se obtiene una cabeza de velocidad ( $v^2/2g$ ) de 0,0027 m.

#### **Paso 4: Determinación de las pérdidas menores o por accesorios ( $h_m$ )**

Las pérdidas menores se determinan con los coeficientes ( $k_m$ ) de los accesorios a instalar en el sistema y que puedan producir pérdidas, estos se encuentran en la teoría o determinadas por la misma industria, el cálculo se realiza con la ecuación 16.

**Ecuación 16: Pérdidas en la tubería por accesorios**

$$h_m = \sum K_m * \frac{v^2}{2g} = 0,0093 \text{ m}$$

Fuente: Adaptado de Costa López, 1993

Según el esquema 11 se pueden observar que los coeficientes de pérdidas ( $k_m$ ) se distribuyen de la siguiente forma: tres (3) pérdidas por uniones de 0,2 cada uno, válvula de cheque o acoplador de 2, y las pérdidas por entrada y salida del agua son de 0,9 [45] [46]; teniendo como resultado que la sumatoria de los coeficientes de pérdidas por accesorios ( $\sum K_m$ ) es de 3,5; estos datos son obtenidos del tipo de accesorio y dependiendo el caso el diámetro de la tubería. Multiplicando este valor ( $\sum K_m=3,5$ ) por la cabeza de velocidad se obtiene que las pérdidas por accesorios en el sistema son de 0,0093 m.

#### **Paso 5: Determinación de las pérdidas mayores por fricción ( $h_f$ )**

Las pérdidas por fricción en el sistema ( $h_f$ ) se hallan desarrollando la ecuación 17, siendo las variables la cabeza de velocidad hallada, la longitud de la tubería ( $L=150$ ), y el diámetro ( $D = 2$  pulgadas). Para determinar el  $f$  o coeficiente de fricción se utiliza el método de Newton, para lo cual se requiere desarrollar por el método de iteración la ecuación 18 y se obtiene que el coeficiente de fricción es de 0,03086 m.

**Ecuación 17: Pérdidas en la tubería por fricción**

$$h_f = \sum f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 0,2423 \text{ m}$$

Fuente: Adaptado de Costa López, 1993

Ecuación 18: Ecuación de iteración para hallar f

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log\left(\frac{K_s}{3,7 d} X \frac{2,51}{Re \sqrt{f}}\right)$$

Fuente: Fuente: Adaptado de Costa López, 1993

Para la ecuación 18 es necesario determinar la aspereza absoluta ( $K_s$ ) del PVC la cual es de  $1,5 \times 10^{-6}$ , y el número de Reynolds ( $Re$ ) que es hallada con la ecuación 19. Las variables de la ecuación 19 ya se han definido y son: velocidad ( $Vel=0,2284$  m/s), diámetro de la tubería ( $D=0,0508$  m) y viscosidad cinemática ( $\gamma$ ) encontrada en la literatura para agua que no es potable y que contiene material particulado suspendido debido a las precipitaciones es recomendable utilizar un valor de  $1,151 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s. Una vez definidas las variables se obtiene que el número de Reynolds ( $Re$ ) es de 10.081.

Ecuación 19: Número de Reynolds

$$Re = \frac{Vel D}{\gamma} = 10.081$$

Fuente: Fuente: Adaptado de Costa López, 1993

### **Paso 5: Determinación de la altura dinámica del agua (H) y la potencia de la bomba (P) en el sistema propuesto**

Al reemplazar las variables halladas en la ecuación 14 se obtiene la altura dinámica (H) del agua, la cual da como resultado 2,254 m.

La potencia de la bomba, utilizando las variables halladas en la ecuación 12 se obtiene una energía de 17,06 KW , casi 2,3 HP (caballos de fuerza) deberá poseer la bomba para trasladar el agua de un tanque a otro sin complicación alguna. Se recomienda implementar una bomba eléctrica con sensor para evitar que se quemé cuando no halla oferta de agua disponible.

## **10.6 MODELO DE CÁLCULOS**

Los cálculos teóricos se realizarán en cumplimiento de lo especificado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria [41]. Para determinar el volumen de almacenamiento de agua lluvia y el potencial de ahorro de agua potable, según la metodología del CEPIS [40] [41], se debe distribuir la precipitación ubicando en la fila superior el mes de mayor lluvia durante los 10 años evaluados y se continúa con el orden regular de los meses siguientes como se muestra en la tabla 41.

### 10.6.1 Precipitación

Los históricos de precipitación son tomados por la estación climatológica ubicada en la universidad de la UDCA Sede Campus, con posicionamiento geográfico de 4°47′55″ Norte y 74°2′59″ Oeste a una altitud de 2.570 m.s.n.m. [46], realizando el cálculo con Google Earth esta estación se encuentra a menos de un kilómetro de distancia del Club Campestre Cafam [42], por lo que se considera que la información de precipitación no varía con el área de estudio. En la gráfica 1 se muestra la precipitación de la estación de estudio.

### 10.6.2 Oferta de Agua Lluvia

La determinación del tanque se realiza teniendo en cuenta la oferta de agua lluvia, el coeficiente de escorrentía dado por el material de captación y su área [40], con estos datos se determina la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes utilizando la ecuación 20.

**Ecuación 20: Oferta de agua lluvia**

$$A_i = \frac{pp_i \times C_e \times A_c}{1000} * \left(1 - \frac{0,2}{12}\right)$$

Fuente: CEPIS, 2004

Donde:

Ppi: precipitación promedio mensual (litros/m<sup>2</sup>)

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m<sup>2</sup>)

Ai: Oferta de agua en el mes “i” (m<sup>3</sup>)

El resultado para la determinación de la oferta del agua lluvia se resume en la tabla 40, en esta se especifica el área y mes de captación, los resultados son hallados con la ecuación 20, que involucra unas pérdidas del 20% [40] [47].

**Tabla 40: Oferta de agua lluvia**

Ubicación tejado de captación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Piscina 1 y 2	36,67	69,67	85,13	121,4	110,0	82,38	58,93	56,58	87,74	137,5	121,8	60,11
Piscina 3	18,43	35,01	42,78	61,00	55,28	41,39	29,61	28,43	44,09	69,10	61,20	30,21
Piscina 4	18,60	35,35	43,19	61,60	55,81	41,79	29,90	28,70	44,52	69,77	61,79	30,50
Piscina 5	19,55	37,14	45,38	64,72	58,65	43,92	31,42	30,16	46,78	73,31	64,93	32,05
Techo coliseo	41,38	78,62	96,06	136,99	124,13	92,95	66,50	63,84	99,01	155,17	137,43	67,83
Recreación interna	49,97	94,93	115,99	165,42	149,90	112,24	80,30	77,09	119,56	187,37	165,96	81,91
Concesiones externas	10,5	19,95	24,37	34,76	31,49	23,58	16,87	16,2	25,12	39,37	34,87	17,21

TOTAL (m <sup>3</sup> )	195,09	370,67	452,89	645,89	585,27	438,26	313,54	301,00	466,82	731,59	647,98	319,81
-------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: El Autor

Se debe hallar la oferta acumulada ( $A_{ai}$ ) con la ecuación 21 y los resultados pueden verse en la tabla 41; con el resultado se puede hallar el volumen de almacenamiento y el potencial de ahorro del agua para la institución.

Ecuación 21: Oferta acumulada

$$A_{ai} = A_{a(i-1)} + A_i$$

Fuente: OMS, 2004

Donde:

$A_{ai}$ : oferta acumulada al mes "i" (m<sup>3</sup>).

$A_{a(i-1)}$ : oferta acumulada al mes anterior "i-1" (m<sup>3</sup>).

$A_i$ : oferta del mes "i" teniendo en cuenta las pérdidas (m<sup>3</sup>)

### 10.6.3 Demanda del Agua

La determinación de la demanda del agua se estimará con los volúmenes de los históricos captados de agua subterránea los resultados se encuentran en la tabla 14, estos valores corresponden al agua requerida por el Club Cafam mes a mes. También es necesario determinar la demanda acumulada ( $D_{ai}$ ) con la ecuación 22, para hallar el volumen de almacenamiento eficiente y el potencial de ahorro, los resultados pueden verse en la tabla 41.

Ecuación 22: Demanda acumulada

$$D_{ai} = D_{a(i-1)} + D_i$$

Fuente: CEPIS, 2004

Donde:

$D_{ai}$ : demanda acumulada al mes "i" (m<sup>3</sup>).

$D_{a(i-1)}$ : demanda acumulada al mes anterior "i-1" (m<sup>3</sup>).

$D_i$ : demanda del mes "i" (m<sup>3</sup>)

### 10.6.4 Volumen de almacenamiento (Vi)

El volumen necesario de almacenamiento es la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada para cada mes [40] (ver ecuación 23); de ésta manera el mayor valor de diferencia será el volumen del tanque correspondiente con el cual ya se cuenta y es de 240 m<sup>3</sup>, se realiza el procedimiento para evaluar efectividad del tanque e indicar si es o no necesario la construcción de otro tanque de almacenamiento. Si las diferencias dan valores negativos quiere decir que las áreas de captación no son suficientes para satisfacer la demanda.

Ecuación 23: Volumen de almacenamiento

$$V_i = A_{ai} - D_{ai}$$

Fuente: OMS, 2004

Donde:

$V_i$ : volumen de almacenamiento del mes "i" ( $m^3$ )

$A_{ai}$ : oferta acumulada al mes "i" ( $m^3$ )

$D_{ai}$ : demanda acumulada al mes "i" ( $m^3$ )

Los resultados pueden verse en la tabla 42, evidenciando que el tanque de almacenamiento no es necesario aumentarlo.

### 10.6.5 Volumen del Interceptor de Primeras Aguas

El volumen de agua necesario para el interceptor de primeras aguas se calcula con la ecuación 24, que según se estima es de un litro de agua por metro cuadrado de superficie de captación [41], el resultado para cada uno de los tanques interceptores de primeras aguas se muestra en la tabla 41.

**Ecuación 24: Volumen de almacenamiento para el interceptor de aguas lluvias**

$$V_{int} = \frac{\left(1 \frac{L}{m^2} \times A_{techo}\right)}{1000}$$

Fuente: OMS, 2004

Donde:

$V_{int}$ : Volumen del interceptor ( $m^3$ )

$A_{techo}$ : Área del techo a captar ( $m^2$ )

### 10.6.6 Potencial de ahorro de agua (PAA)

El potencial de ahorro de agua se determina con el volumen de agua lluvia posible de ser recolectada y la demanda existente en un mes, como se expresa en la ecuación 25, la cual contempla la acumulación del agua en el tanque de almacenamiento de acuerdo a su consumo, el potencial se debe determinar con los volúmenes acumulados, es decir la oferta acumulada de agua lluvia posible de ser recolectada [48]. El resultado se encuentra en la tabla 41.

**Ecuación 25: Potencial de ahorro del agua**

$$PAA (\%) = \frac{\text{Oferta de Agua Lluvia al mes}}{\text{Demanda de Agua Lluvia al mes}} \times 100$$

Fuente: OMS, 2004

**Tabla 41: Resultados de precipitación promedio mensual, demanda y oferta mensual, demanda y oferta acumulada, volúmenes de almacenamiento y potencial de ahorro de agua.**

Mes	pp (mm)	Demanda ( $m^3$ /mes)	Demanda Acumulada $D_{ai}$ ( $m^3$ /mes)	Oferta ( $m^3$ /mes)	Oferta Acumulada $A_{ai}$ ( $m^3$ /mes)	Volumen de Almacenamiento $V_i$ ( $m^3$ /mes)	PAA (%)
OCT	105	7.102	7.102	731,59	731,59	- 6.370	10,30%
NOV	93	6.979	14.081	647,98	1.380	-12.701	9,28%
DIC	45,9	6.412	20.493	319,81	1.699	- 18.794	4,99%
ENE	28	9.181	29.674	195,09	1.894	- 27.780	2,12%

FEB	53,2	6.683	36.357	370,67	2.265	- 34.092	5,55%
MAR	65	6.889	43.246	452,89	2.718	- 40.528	6,57%
ABR	92,7	6.927	50.173	645,89	3.364	- 46.809	9,32%
MAY	84	6.778	56.951	585,27	3.949	- 53.002	8,63%
JUN	62,9	8.048	64.999	438,26	4.387	- 60.612	5,45%
JUL	45	7.397	72.396	313,54	4.701	- 67.695	4,24%
AGO	43,2	6.676	79.072	301	5.002	- 74.070	4,51%
SEP	67	6.542	85.614	466,82	5.469	- 80.145	7,14%

Fuente: El Autor

Para obtener el porcentaje de ahorro de agua en el Club Cafam se vio la necesidad de organizar la información requerida en la tabla 41. En esta se presenta la precipitación mensual multianual de los últimos 10 años, valores utilizados para calcular la oferta de agua captada, la demanda del agua se halla con los históricos mensuales multianuales consumidos por la institución; con estos datos se halla el volumen de almacenamiento. Los resultados para el volumen de almacenamiento son negativos, lo que indica que la oferta no supe las necesidades demandantes, por lo que se define que es apto utilizar el tanque de almacenamiento de agua cruda existente el cual posee un volumen de 240 m<sup>3</sup>. Para aprovechar simultáneamente el agua subterránea y el agua lluvia es necesario reducir el flujo de agua subterránea según el porcentaje de ahorro de agua (PAA) hallado para cada mes de este modo se evita el rebose del tanque.

## 11 CONCLUSIONES

Debido a que el Club Campestre se satisface de dos pozos de agua subterránea, y evidenciándose que este recurso es limitado ya sea por cuestiones ambientales o legales; es imprescindible que la institución adopte e implemente el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PUEAA) en cumplimiento de la normatividad ambiental y poder continuar prestando los servicios del Club.

El Club Campestre como equipamiento recreo deportivo, de importancia debido a su ubicación para prestar los servicios de deporte y recreación al aire libre a toda la comunidad en general, apoya el bienestar social al mismo tiempo que implementa compromisos y estrategias para el mejoramiento en temas ambientales, por lo que desea implementar el PUEAA, para aumentar ahorros del agua al mismo tiempo que desea incrementar el número de usuarios.

Mediante el diagnóstico realizado del recurso hídrico se concluye que la institución no genera impactos altos o significativos sobre los cuerpos de agua cercanos; aunque diariamente se generan vertimientos, estos son tratados en una planta de tratamiento de agua potable, la cual disminuye la carga contaminante. Los residuos líquidos entregados poseen una carga contaminante menor a la del cuerpo receptor (vallado tramo 2 del Torca). Además a esto la calidad, flujos y procesos del agua se realizan

de manera controlada dentro de la institución para disminuir los riesgos de derrames, fugas, desperdicios y/o deterioros del medio que puedan afectar el medio circundante.

El Club para mantener una prestación de servicios de calidad y al mismo tiempo asegurar un uso y ahorro eficiente del agua invierte en las modificaciones y adecuaciones de las tecnologías de puntos sanitarios de bajo consumo, acciones evidenciadas al ir implementando poco a poco nuevas tecnologías que requieran de un consumo menor del recurso hídrico., aunque es un gran avance es necesario el estudio constante para el mejoramiento continuo alcanzando una sostenibilidad ambiental.

Las herramienta de seguimiento y monitoreo del recurso hídrico, así como los indicadores de los programas propuestos deberán llevarse a cabo con el fin de evaluar la eficacia y vigilar las acciones y medidas implementadas para el ahorro y uso eficiente del agua, para lo cual se espera sean positivos del caso contrario elaborar las acciones de mejora inmediatas, acercándose a una sostenibilidad ambiental.

La demanda del agua, proyectada según métodos técnicos reglamentados a nivel nacional, se tiene en cuenta, para que el ente de control realice las verificaciones pertinentes, ya que con las proyecciones propuestas se están justificando los consumos de agua a futuro.

El aprovechamiento de agua lluvia proporciona un ahorro significativo para disminuir el consumo de agua subterránea de aproximadamente 6,51% anual. Aunque solo las precipitaciones no pueden suplir las necesidades de demanda hídrica de la institución, si es un medio para mitigar los consumos de agua subterránea. A pesar de que el Club posee un área significativa, el área útil de captación no es suficiente para aprovechar al máximo las precipitaciones.

## 12 BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. A. Ibañes, «Levantamiento Topografico,» Bogotá, 2012.
- [2] Cafam, «Evaluación Ambiental del Vertimiento,» Bogotá, 2014.
- [3] EAAB, «Recuperación Ecológica y Participativa de los Humedales del Distrito Distrito Capital, » EAAB-ESP, 2000. [En línea]. Available: <http://sistec.acueducto.com.co/EAABWF/ArchivoFi.nsf/a43808a0e0d1c863052575230054de3c/df015a1476136d6a05257601005ce329?OpenDocument&TableRow=1.2.1#1.2>. [Último acceso: Febrero 2014].
- [4] Congreso de la Republica de Colombia, «Ley 373 de 1997,» Bogotá, 1997.
- [5] A. L. Guerrero Uscátegui, «Descenso de Niveles de Aguas Subterránea en la Sabana de Bogotá,» de II foro sobre geotécnia de la sabana de Bogotá, Bogotá, 1995.
- [6] Universidad Nacional de Colombia, «Agencia de noticias UN,» 2014. [En línea]. Available: <http://historico.unperiodico.unal.edu.co/ediciones/114/11.html>. [Último acceso: 28 Febrero 2014].
- [7] Observatorio Ambiental de Bogotá, «Indicadores Ambientales,» 2014. [En línea]. Available: <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=30&v=l>. [Último acceso: 28 Febrero 2014].
- [8] IDEAM, Estudio Nacional del Agua - ENA, Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Instituto de Hidrología Metereología y Estudios Ambientales, 2000.
- [9] J. A. Ballén Suárez, M. Á. Galarza García y R. O. Ortiz Mosquera, «Historia de los Sistemas de Aprovechamiento de Agua Lluvia,» de Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Água, João Pessoa, Brasil, 2006.
- [10] IRC, «Drinking Water Supply & Sanitation,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.irc.nl/page/36916>. [Último acceso: 5 Marzo 2014].
- [11] A. Frost Restori, «Antecedentes de la Captación de Aguas Lluvias,» Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento de Agua Lluvia, Mexico, 2011.
- [12] DWC, «DecRen Water Consult,» 2103. [En línea]. Available: <http://www.dwc-water.com/es/acerca-de-dwc/index.html>. [Último acceso: 6 Marzo 2014].
- [13] Island Sky Corporation, «Island Sky Corporation,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.islandsky.com/>. [Último acceso: 6 Marzo 2014].

- [14] C. Izquierdo Cruz, «Tecnologías de Bajo Consumo en Usuarios Domésticos y,» Seminario: Uso Eficiente de Energía y Agua en, Boca del Río, Veracruz, 2003.
- [15] F. Arreguín Cortés, «Uso eficiente del agua,» 3 Marzo 2014. [En línea]. Available: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep48/uso/uso.html>. [Último acceso: 5 Marzo 2014].
- [16] SEWERIN, «Technologien für die Lecksuche,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.sewerin.com/cms/es/servicios/control-de-redes-de-tuberias/control-de-redes-de-agua.html>. [Último acceso: 6 Marzo 2014].
- [17] Aguaflux Systems, «Watersaving,» 2103. [En línea]. Available: [http://www.aguaflux.es/?gclid=CO\\_X0923\\_rwCFe87OgodLgcAng](http://www.aguaflux.es/?gclid=CO_X0923_rwCFe87OgodLgcAng). [Último acceso: 6 Marzo 2014].
- [18] A. Grisham y W. Flemming, «Long Term Options for Municipal Water Conservation,» Journal of the American Water Works Association, 1989.
- [19] DELTA, «Medio para comunicación voz a voz,» Enero 2007. [En línea]. Available: <http://www.deltaasesores.com/>. [Último acceso: 6 Marzo 2014].
- [20] J. H. García Orozco, «El reuso del agua y sus implicaciones,» Transferencia, 1982.
- [21] J. A. Romero Rojas, Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, 2010.
- [22] RWL Water Unitek Group, «Reuso del agua,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.unitek.com.ar/productos.php>. [Último acceso: 6 Marzo 2014].
- [23] Curador Urbano 1. Arq. Ernesto Jorge Clavijo Sierra, «Permiso Uso del Suelo Predio: Barajas, Club Campestre Cafam,» Bogotá, 2013.
- [24] Alcaldía de Bogotá, «Localidad de Suba,» 5 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://www.bogota.gov.co/localidades/suba>. [Último acceso: 5 Abril 2014].
- [25] Secretaría Distrital de Planeación Distrito Capital, «21 Monografías de las localidades. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos,» Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos, Bogotá, 2011.
- [26] SDA, «Resolución 4135 de 2007,» Secretaria Distrital de Ambiente, Bogotá, 2009.
- [27] Club Campestre Cafam, Administración, Bogotá D.C.: Jefatura de Operaciones, 2014.
- [28] CAR, «Evaluación Ambiental y Plan de Gestión Ambiental,» Adecuación Hidráulica y Recuperación del Río Bogotá, Bogotá.
- [29] CAR, «Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá,» Subdirección de Administración de Recursos Naturales y Áreas Protegidas de la CAR, Bogotá, 2006.

- [30] SDA, «Sistema de Modelamiento Hidrológico en el Distrito Capital,» Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Bogotá, 2013.
- [31] Alcaldía Mayor de Bogotá, «Diagnostico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá D.C.,» Secretaría de Hacienda, Bogotá, 2004.
- [32] Alcaldía Mayor de Bogotá, «Politica de Humedales en el Distrito Capital,» DAMA, Bogotá, 2006.
- [33] Sociedad Geografica de Colombia Academia de Ciencias Geográficas, «El Agua en la Cuenca Alta del Río Bogotá»  
Sociedad Geografica de Colombia, Bogotá, 1998.
- [34] EAAB, «Acueducto. Agua, Alcantarillado y Aseo de Bogotá,» EAAB-ESP, 2014. [En línea]. Available: <http://www.acueducto.com.co>. [Último acceso: Febrero 2014].
- [35] DAMA, «Resolución 250. Por la cual se fijan tasas para el aprovechamiento de aguas subterráneas,» Bogotá, 1997.
- [36] IBLAB Ltda, «Informe caracterización de agua cruda,» Cafam, Bogotá, 2014.
- [37] Secretaría Distrital de Ambiente, «Resolución 1371 de 2009,» Bogotá D.C, 2009.
- [38] Ministerio de Desarrollo Economico, «RAS 2000,» Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Bogotá, 2000.
- [39] The Texas Water Development Board, «The Texas Manual on Rainwater Harvesting,» Third Edition, Austin, Texas, 2005.
- [40] CEPIS, «Guía de Diseño para Captación de Agua Lluvia,» OMS, Lima, 2004.
- [41] CEPIS, «Captación de Agua de Lluvia para Consumo Humano: Especificaciones Técnicas,» UNATSABAR, 2003.
- [42] Google Earth, «Free Map Tools,» 21 Julio 2014. [En línea]. Available: <http://www.freemaptools.com/area-calculator.htm>. [Último acceso: 2014].
- [43] Google, «Imágenes Google,» 2014. [En línea]. Available: [https://www.google.com.co/search?q=interceptores+de+primeras+aguas+lluvia&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ei=2-KoU7bgOMyzsATFuoDgBA&ved=0CAYQ\\_AUoAQ&biw=1366&bih=600](https://www.google.com.co/search?q=interceptores+de+primeras+aguas+lluvia&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ei=2-KoU7bgOMyzsATFuoDgBA&ved=0CAYQ_AUoAQ&biw=1366&bih=600).
- [44] A. M. Domingo, Apuntes de Mecánica de Fluidos, California: Creative Commons, 2011.
- [45] J. C. López, Mécanica de fluidos e intercambio de calor, Barcelona: Reverté S.A, 1993.
- [46] IDEAM, «Catalogo de estaciones climatológicas,» Estación C. UNIV. AGRO- UDCA , Bogotá, 2014.
- [47] N. Palacio Castañeda, «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,» Universidad de Antioquia, Medellín, 2010.
- [48] E. Ghissi, D. Lapolli y M. Martíni, «Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil,» ELSEVIER, Brazil, 2006.

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

MANUAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL CLUB CAMPESTRE CAFAM

### **ANEXO B**

CRONOGRAMA PROPUESTO PARA EL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL CLUB CAMPESTRE CAFAM

### **ANEXO C**

HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL CLUB CAMPESTRE CAFAM

### **ANEXO D**

PRESUPUESTO Y RECURSOS ADICIONALES PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL CLUB CAMPESTRE CAFAM



# MANUAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL



## PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PTAR

### CLUB CAMPESTRE CAFAM 2014



## **INTRODUCCIÓN**

El Manual del sistema de la Planta de Tratamiento de Agua Residual para el Club Campestre Cafam, es el documento oficial que presenta los procedimientos que se llevan a cabo para tratar los residuos líquidos generados dentro de la institución, así como las actividades preventivas que se realizan para un correcto funcionamiento.

El tratamiento de aguas residuales constituye una medida de mitigación que ayuda a disminuir y controlar la contaminación de los cuerpos de agua, pero para que esta medida tenga éxito se debe contar con obras de infraestructura adecuada a la naturaleza de la aguas a tratar y con el personal capacitado para llevar a cabo la labores de operación.

Se espera que constituya un instrumento útil para mantener la calidad del agua vertida al vallado tramo 2 del Torca.

## **OBJETIVO GENERAL**

Documentar los procesos aplicados para el funcionamiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en el Club Campestre Cafam.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Estructurar y documentar los procesos de tratamiento de residuos líquidos.
- Elaborar un diagrama de flujo y dimensiones de la planta de tratamiento de agua residual PTAR.



## **GENERALIDADES**

Las aguas residuales son aguas de desechos provenientes de actividades y servicios que requieren de agua con características específicas, la cual debe ser dispuesta por perder sus propiedades de calidad.

Las aguas residuales según su clasificación y las generadas en el Club Campestre Cafam se pueden dividir en:

**Aguas servidas:** Son aquellas aguas que provienen de usos domésticos como las duchas, cocinas y lavado de instalaciones, pero no contienen heces fecales.

**Aguas negras:** Son aquellas aguas que provienen de los inodoros de los baños y otros, que contienen heces fecales. Por ello, estas aguas son altamente peligrosas para la salud humana y ecosistemas por su alto grado de contaminación biológica.

**Aguas de zonas húmedas:** Son todas las aguas generadas de la prestación de servicios de piscinas y jacuzzis que aunque son debidamente tratadas para mantener la calidad necesaria para prestar los servicios, con el uso van perdiendo sus características de calidad y deben ser tratadas como agua residual.

## **SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

El tratamiento de las aguas residuales es biológico. Consiste en la aplicación de microorganismos aerobios en estado latente, que al entrar en contacto con el agua residual se activan y mediante difusores a presión, se inyecta aire para generar burbujas que permitan airear el agua residual y por ende oxidar la materia orgánica presente. El mantenimiento de este sistema de tratamiento consiste en la remoción de parte del lodo que genera la actividad de los microorganismos, que es depositado en las tolvas colectoras. Este mantenimiento se realiza con la succión del fondo de las tolvas, con carro vector apropiado para realizar de manera segura esta actividad. (ver anexos B, C, D)

**Tratamiento Preliminar:** Son los tratamientos que se hacen como antecedentes a los tratamientos primarios o secundarios, pues las aguas residuales pueden venir con desechos muy grandes y voluminosos que no pueden llegar a los tratamientos posteriores pues podrá disminuir la efectividad del sistema.

El tratamiento preliminar utilizado en el Club Campestre Cafam, consiste en un proceso de filtración de materiales sólidos, con el uso de un sistema de entramado.



**Tratamiento Primario:** Este tipo de tratamiento busca remover los materiales que son susceptibles de sedimentar, por medio de tratamiento físico-químicos. La sedimentación física es el proceso mediante el cual los sólidos suspendidos de gran tamaño se precipitan por gravedad.

En el Club Campestre Cafam, el tratamiento primario es optimizado con el uso de bacterias anaerobias que crecen en este medio, en el cual se pueden retirar de un 60 a un 65% de los sólidos sedimentables y de 30 a 35% de los sólidos suspendidos en las aguas residuales.

**Tratamientos Secundarios:** Tratamiento realizado para eliminar desechos y sustancias que con el tratamiento primario no se eliminaron además de remover la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Este proceso acelera la descomposición de los contaminantes orgánicos por medio de agentes biológicos (bacterias aerobias) las cuales facilitan la degradación de la materia orgánica presente en el agua residual.

El Club Campestre Cafam utiliza un sistema de burbujeo ó inyección de aire para garantizar las condiciones aerobias del crecimiento de los microorganismos, este proceso se lleva a cabo en el tanque de aireación, posteriormente se conduce el agua residual a otro tanque (clarificador) que por condiciones geométricas realiza la decantación de los lodos y separación de grasas, los cuales son recirculados al tanque de aireación para optimizar el tratamiento de los mismos.

Finalizado el proceso de decantación de lodos y retiro de grasas el agua tratada es dirigida a una caja de inspección la cual conduce el vertimiento al vallado del tramo 2 del Torca.





### **PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL**






FÍSICOS	Caudal promedio, sólidos suspendidos totales, pH, sólidos sedimentables y temperatura
QUÍMICOS	DQO, fenoles, DBO, tensoactivos grasas y aceite
MICROBIOLÓGICOS	coliformes fecales

Fuente: Decreto 3956 de 2009

## OPERACIONES UNITARIAS DE LA PTAR

A continuación se describe las operaciones unitarias de los equipamientos para tratar el agua residual generada en el Club Campestre Cafam:

OPERACIONES UNITARIAS	DESCRIPCIÓN
<p><b>Caja de inspección llegada agua residual a PTAR</b></p> 	<p>El agua residual generada en toda la institución se conduce por tubería a la PTAR, actualmente se cuentan con tres puntos de descarga a una caja de inspección que posteriormente ingresa al proceso de tratamiento de agua residual en la PTAR</p> <p>El agua acumulada es almacenada en un tanque subterráneo de 25,36 m<sup>3</sup>.</p>
<p><b>Filtración Preliminar</b></p>  	<p>El agua residual que se encuentra en la caja de inspección de entrada es regulada por dos válvulas que operan manualmente desde la superficie. Cada válvula permite el paso del líquido a dos tanques independientes.</p> <p>Las válvulas permanecen abiertas, solo se cierran para los procesos de mantenimiento.</p> <p>Luego del paso por las válvulas el agua residual es pasada por un proceso de filtración primaria que permite remover sólidos suspendidos de gran tamaño.</p>
<p><b>Tanques de Sedimentación</b></p> 	<p>Luego del proceso de filtrado preliminar, el agua residual es almacenada en un tanque, donde inicia el proceso de descomposición anaerobia.</p> <p>En este tanque ocurre el proceso de decantación de los sólidos sedimentables, los microorganismos en estado latente entran en contacto con el agua residual e inicia la descomposición orgánica, mejorando la eficiencia de la sedimentación de los sólidos.</p> <p>El tanque posee un volumen máximo de 172,68 m<sup>3</sup>.</p>

<p><b>Cuarto de Bombas</b></p> 	<p>En esta área están ubicados los sistemas eléctricos que controlan las electrobombas sumergibles, las cuales son utilizadas para transportar el agua residual de los tanques de pre tratamiento a los tanques de aireación.</p>
<p><b>Rejillas</b></p> 	<p>El agua transportada por las electrobombas cae a dos rejillas independientes las cuales retienen sólidos aún presentes en el agua residual.</p>
<p><b>Tanques de Aireación</b></p> 	<p>En este proceso biológico se inyecta aire, facilitando que las bacterias aerobias digieran la materia orgánica del agua residual y permite el crecimiento de los microorganismos, mejorando la eficiencia de sedimentación de sólidos suspendidos.</p> <p>El volumen para cada uno de los tanques de aireación es de 77, 13 m<sup>3</sup>.</p>
<p><b>Clarificador</b></p> 	<p>El agua residual proveniente de los tanques de aireación es depositado en el tanque clarificador, este tanque debido a sus condiciones geométricas realiza la decantación de los lodos y la separación de las grasas, los cuales son recirculados al tanque de aireación para optimizar el tratamiento de los mismos.</p>
<p><b>Tanque de salida</b></p> 	<p>El agua tratada sale a una caja de inspección, la cual posee un volumen aproximado de 5 m<sup>3</sup>, luego es vertida al vallado tramo 2 del Torca.</p>



## LINEAMIENTOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para asegurar que los procesos de la Planta de Tratamiento de Agua Residual operen normalmente y asegurar una eficiencia para la disminución de la contaminación se tiene en cuenta los siguientes lineamientos:

### 1. LAVADO E INSPECCIÓN DE EQUIPAMIENTOS DE LA PTAR

Los equipamientos que hacen parte de la PTAR deben mantener unas condiciones de sanidad y estado físico óptimo, al mismo tiempo que con la ejecución de las siguientes actividades se realice inspección de eventos extraordinarios necesarios a reportar.

ACTIVIDAD	ÁREA ESPECÍFICA	ELEMENTOS A UTILIZAR	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Retiro de hojas	Zonas perimetrales de la PTAR	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rastrillo</li><li>• Recogedor</li><li>• Bolsa</li><li>• Elementos de seguridad</li></ul>	Semanal	Personal del servicio de aseo
Barrido	Cuarto de control  Superficies de concreto y rampa área	<ul style="list-style-type: none"><li>• Escoba</li><li>• Cepillo</li><li>• Recogedor</li><li>• Bolsa</li><li>• Elementos de seguridad</li></ul>	Semanal	Personal del servicio de aseo
Poda de pastizal	Zona de pastizales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Podadora</li><li>• Elementos de seguridad</li></ul>	Según se requiera	Gestor externo
Retiro de sólidos suspendidos visibles  Limpieza de tamices	Tanque de aireación  Tanque clarificador	<ul style="list-style-type: none"><li>• Malla recogedora</li><li>• Elementos de seguridad</li></ul>	Quincenal	Operario de mantenimiento locativo

Para controlar que las actividades se cumplan a cabalidad se deberá implementar el formato de control y seguimiento para lavado e inspección de equipamientos de la PTAR (ver Anexo A); el cual consiste en la firma del funcionario responsable y la anotación de las observaciones necesarias a reportar.



## **2. MANTENIMIENTO PTAR CLUB CAMPESTRE CAFAM**

Para asegurar que la PTAR funcione de manera eficiente se debe implementar un mantenimiento preventivo el cual incluirá los siguientes procedimientos:

1. Levantamiento tapas de acceso y desalojo de material sobrante
2. Aplicación de sustancias químicas para apagado de olores y estimulación a la saponificación
3. Desalojo de lodos
4. Deshidratación de sedimentos desalojados
5. Limpieza de tubería de succión de las bombas
6. Vaciado de la unidad aeróbica
7. Reanimación biológica en el sistema
8. Vaciado de tolvas
9. Desarenación de lodos decantados
10. Desmonte, revisión y limpieza del sistema de inyección de aire
11. Sondeo de tuberías de Purga
12. Vaciado, desarenación y desinfección del tanque clarificador
13. Suministro y aplicación de bacterias inoculadoras al sistema una vez desocupado
14. Desinfección por micronebulización de zona exterior intervenida de trabajo
15. Los lodos deben ser tratados y dispuestos en el relleno sanitario
16. Revisión general del sistema eléctrico (tablero, bombas y motor)
17. Cambio de malla de cribado
18. Cambio canastillas

## **3. RECOMENDACIONES**

- El mantenimiento de la PTAR se debe programar semestral.
- Por ningún motivo el agua debe ser dispuesta como vertimiento sin su debido tratamiento.
- Poseer ficha técnica de insumos químicos utilizados en el proceso de lavado y desinfección.
- La cantidad de agua que se utiliza para el proceso de lavado y mantenimiento de la planta debe regularse de acuerdo a las necesidades de las diferentes actividades.

## **4. RESULTADO ESPERADO**

Garantizar que los procedimientos establecidos para el manejo de la PTAR se realicen bajo los lineamientos establecidos minimizando los impactos ambientales que puedan generara los vertimientos al cuerpo de agua receptor.



## **SEGUIMIENTO Y CONTROL**

Para realizar un seguimiento y control de la operación de la PTAR se debe verificar la calidad del vertimiento y los mantenimientos preventivos a equipamientos de la PTAR.

### **1. CALIDAD DEL VERTIMIENTO**

Para garantizar que el tratamiento realizado a las aguas residuales sea el óptimo dando cumplimiento a la normatividad ambiental, se debe realizar de forma anual la caracterización del vertimiento por un Laboratorio con certificación vigente del IDEAM. Los resultados obtenidos de la caracterización del vertimiento serán analizados y podrán o no generar un plan de acción por parte del Área de Mantenimiento, los resultados de la caracterización deben ser remitidos a la Secretaría Distrital de Ambiente en las fechas establecidas por el permiso de vertimientos.

Para realizar la comparación de los parámetros analizados se tendrá en cuenta los límites máximos permisibles en el Decreto 3956 de 2009, este análisis se deberá realizar a la entrada y salida de la PTAR del Club.

### **2. DOCUMENTACIÓN SOPORTE**

Se debe cumplir con lo establecido en este manual para lo cual se debe contar con soportes como:

1. Formato de control y seguimiento del lavado e inspección de equipamientos de la PTAR.
2. Soporte entregado por el gestor externo certificando el mantenimiento de la PTAR.
3. Caracterización del vertimiento realizado por el Laboratorio acreditado por el IDEAM para esta actividad.



**GESTIÓN AMBIENTAL**  
**MANUAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO**  
**DE AGUA RESIDUAL**  
**CLUB CAMPESTRE CAFAM**

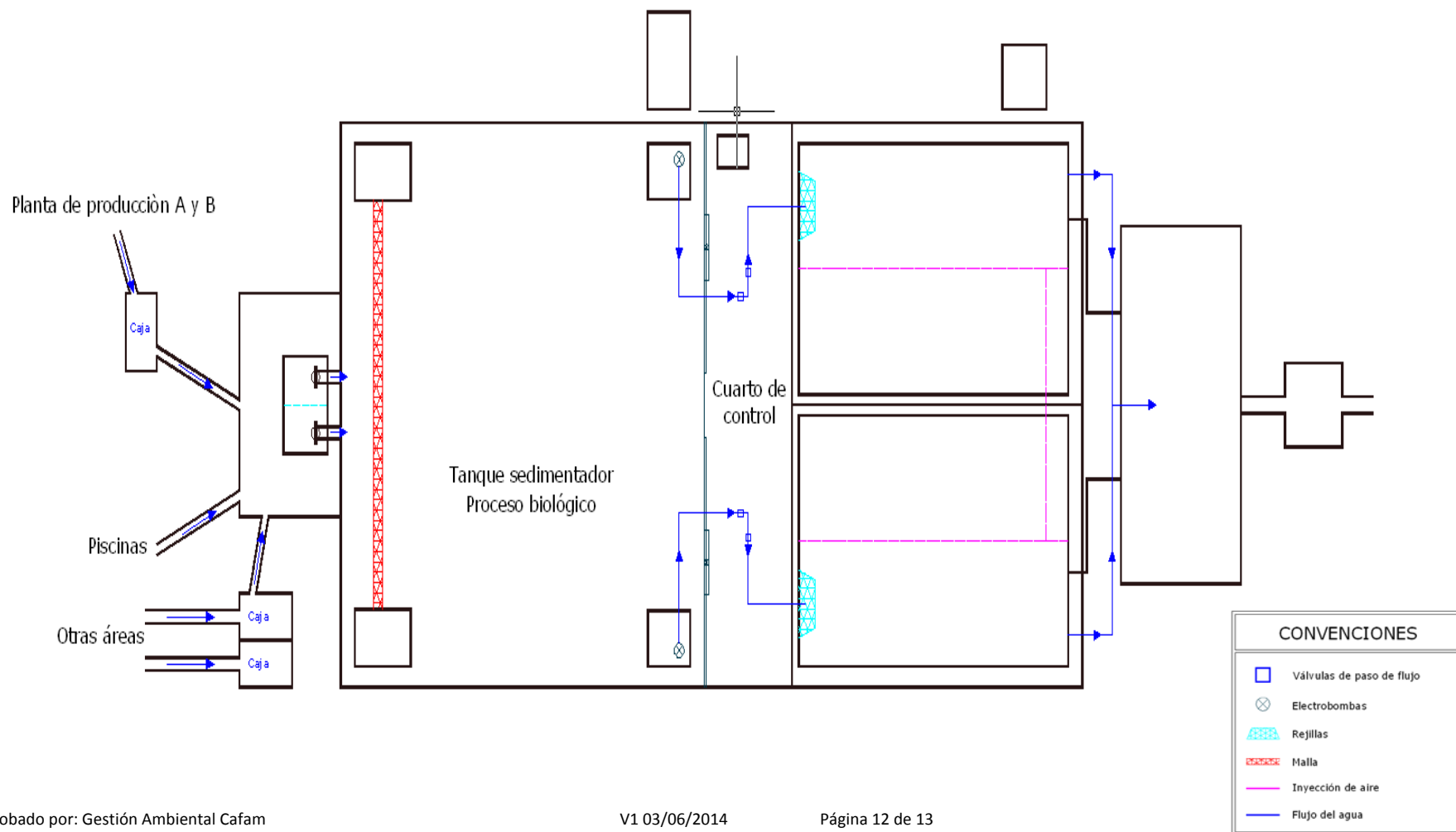
**ANEXO A**

<b>FORMATO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO PARA LAVADO E INSPECCIÓN DE EQUIPAMIENTOS DE LA PTAR</b>					
MES	SEMANA	FIRMA DEL RESPONSABLE POR ACTIVIDAD			
		Retiro de hojas	Barrido y remoción de polvo y mugre	Poda de pastizal	Retiro de solidos suspendidos visibles y limpieza de tamices
ENE	1				
	2				
	3				
	4				
FEB	1				
	2				
	3				
	4				
MAR	1				
	2				
	3				
	4				
ABR	1				
	2				
	3				
	4				
MAY	1				
	2				
	3				
	4				
JUN	1				
	2				
	3				
	4				
JUL	1				
	2				
	3				
	4				
AGO	1				
	2				
	3				
	4				
SEP	1				
	2				
	3				
	4				
OCT	1				
	2				
	3				
	4				
NOV	1				
	2				
	3				
	4				
DIC	1				
	2				
	3				
	4				
<b>OBSERVACIONES</b>					



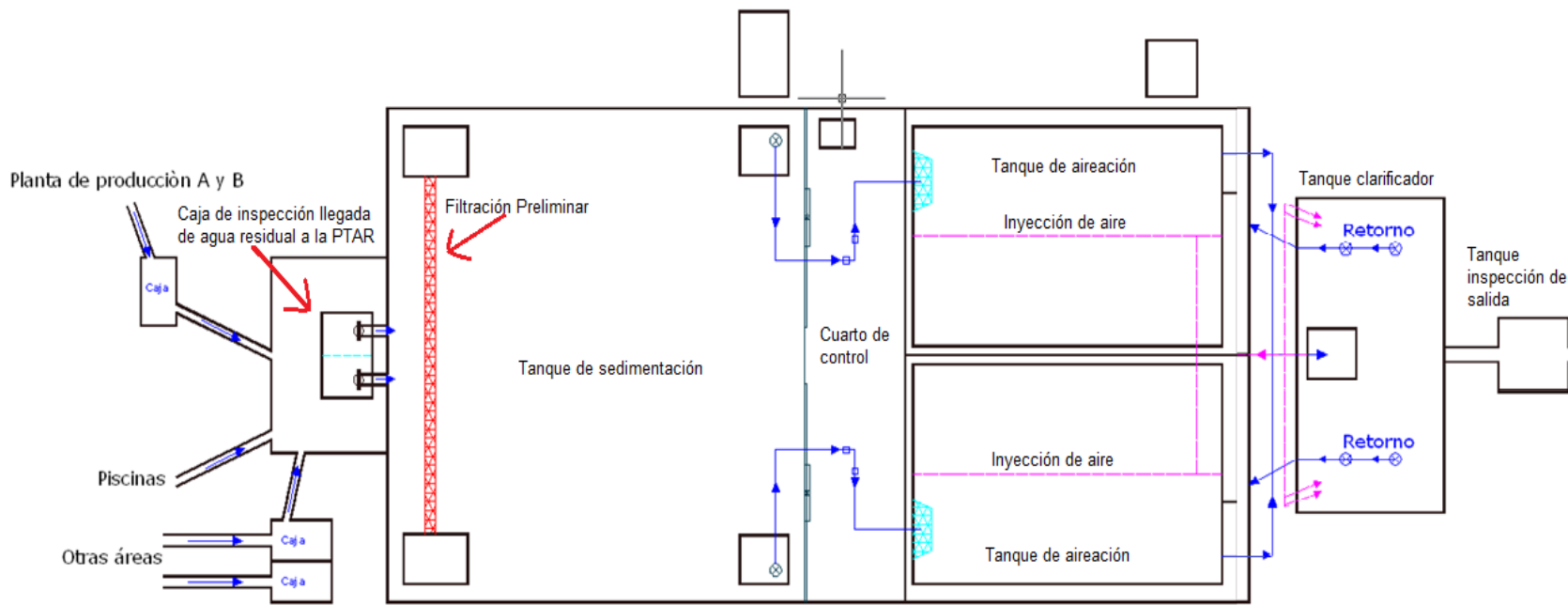
**ANEXO C**

Diagrama de Flujo de Aguas Residuales



**ANEXO D**

**SISTEMA DE TRATAMIENTO EN LA PTAR DEL CLUB CAMPESTRE CAFAM**



**PRE TRATAMIENTO**     $\Rightarrow$     **TRATAMIENTO PRIMARIO**     $\Rightarrow$     **TRATAMIENTO SECUNDARIO**

CONVENCIONES	
	Válvulas de paso de flujo
	Electrobombas
	Rejillas
	Malla
	Inyección de aire
	Flujo del agua

Tabla 1: Cronograma propuesto para la implementación del PUEAA en el Club Campestre Cafam

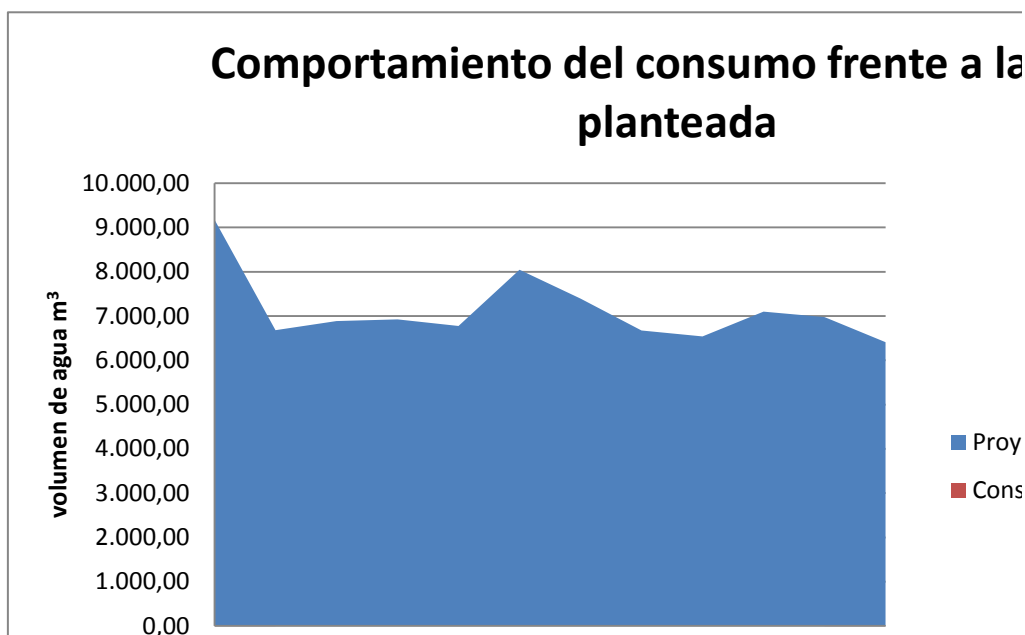
ACTIVIDADES	AÑO																			
	1 Trimestre				2 Trimestre				3 Trimestre				4 Trimestre				5 Trimestre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN A LOS FUNCIONARIOS</b>																				
Realizar las presentaciones	■				■				■				■				■			
Reuniones GAGA local		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Capacitación Modulo General			■				■				■				■				■	
<b>CAMPAÑA INFORMATIVA DE SENSIBILIZACIÓN</b>																				
Aprobación de los diseños	■	■	■	■																
Creación de los diseños					■	■	■	■												
Implementación de la Campaña Publicitaria									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>PROGRAMA REDUCCIÓN DE PERDIDAS</b>																				
Verificación del estado de las redes hidráulicas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento tanques de agua potable		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Mantenimiento PTAR			■				■				■				■				■	
Mantenimiento trampas de grasas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>PUEAA</b>																				
Seguimiento indicadores de consumo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Remisión de seguimiento anual	■				■				■				■				■			
Presentación de estáticos y dinámicos	■				■				■				■				■			
Análisis microbiológicos y físico químicos	■				■				■				■				■			
Informe avance aprovechamiento agua de retro lavado de las piscinas									■											
Cálculo de las pérdidas					■				■				■				■			
Verificación y análisis de la herramienta de seguimiento y control					■				■				■				■			




<b>CIUDAD</b>	
<b>NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN</b>	
<b>DIRECCIÓN</b>	
<b>TELEFONO</b>	
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE</b>	
<b>CARGO</b>	
<b>AÑO DE DILIGENCIAMIENTO</b>	
<b>CUMPLIMIENTO NORMATIVO</b>	

MES	CONSUMO DE AGUA (M3)		Consumo real de agua (m <sup>3</sup> )	Promedio de Personas Diarias en el Año (per)
	PZ-11-0047	PZ-11-0080		
ENERO	0,00	0,00	0,00	
FEBRERO	0,00	0,00	0,00	
MARZO	0,00	0,00	0,00	
ABRIL	0,00	0,00	0,00	
MAYO	0,00	0,00	0,00	
JUNIO	0,00	0,00	0,00	
JULIO	0,00	0,00	0,00	
AGOSTO	0,00	0,00	0,00	
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	
NOVIEMBRE	0,00	0,00	0,00	
DICIEMBRE	0,00	0,00	0,00	
TOTAL DEL AÑO	0,00	0,00	0,00	

### Comportamiento del consumo frente a la planteada



3/3

ENERO

FEBRERO

MARZO

ABRIL

MAYO

JUNIO

JULIO

AGOSTO

SEPTIEMBRE

OCTUBRE

NOVIEMBRE

DICIEMBRE

---

# CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR CA

---

## CONTROL DEL CONSUMO DIARIO DE AGUA

---

BOGOTÁ

CLUB CAMPESTRE CAFAM

CALLE 215 N° 45 - 45

---

---

---

---

---

---

---

Resolución 1371 del 11 de marzo de 2009

Proyección anual consumo (m <sup>3</sup> )	CONSUMO PER CÁPITA (L /hab/día)	Proyección anual per cápita (l/per*día)
9.176,41	#¡DIV/0!	112,07
6.679,66		
6.885,56		
6.923,54		
6.774,61		
8.043,98		
7.393,30		
6.672,66		
6.538,73		
7.098,45		
6.975,51		
6.408,79		
85.571,19		

**meta**

Proyección anual consumo (m3)

Consumo real de agua (m3)



FAM

**ANEXO D**

**PRESUPUESTO Y RECURSOS ADICIONALES PARA IMPLEMENTAR EL PUEAA EN EL CLUB CAFAM**

<b>RECURSOS Y PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PUEAA</b>						
<b>Recurso</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Campaña Informativa de Sensibilización</b>						
Folletos (7,5 x 4)cm	Unid	10.000	\$ 330,00	\$ 3.300.000,00	Se realizará quinquenalmente. Impresión tercerizada	
Carteleras	Unid	50	\$ 2.500,00	\$ 125.000,00		
<b>Sistema de aprovechamiento de aguas lluvias</b>						
<b>Mantenimiento</b>	Limpieza y mantenimiento de las áreas de captación	Unid	10	\$ 356.600,00	\$ 3.566.000,00	Tercer izado (ABA Impermeabilizadora Ltda.) Se realizará semestralmente
<b>Recolección</b>	Instalación de leaf screen	Unid	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00	
	Compra de leaf screen (malla reja 1"X1") Agujero 25 X 25 mm	m <sup>2</sup>	1.900	\$ 1.000,00	\$ 1.900.000,00	Tercer izado (Colmallas S. A)
<b>Interceptor de primeras aguas</b>	Tanque interceptor de primeras aguas 4.000 L	Unid	1	\$ 1.484.800,00	\$ 1.484.800,00	Tercer izado (COVAL-Colempaques) Disponibles con la tapa, válvula de bola tipo llave y válvula de flotador
	Tanque interceptor de primeras aguas 2.000 L	Unid	1	\$ 629.532,00	\$ 629.532,00	
	Instalación de los tanques interceptores	Unid	2	\$ 150.000,00	\$ 300.000,00	Contratación de operarios de mantenimiento
<b>Caja de almacenamiento temporal</b>	Excavación manual	m <sup>3</sup>	40	\$ 10.500,00	\$ 420.000,00	
	Entibado temporal (2-5)m	m <sup>2</sup>	20	\$ 15.000,00	\$ 300.000,00	Precio común.

	Alquiler de la máquina para llenado y mezclado	Día	1	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00	
	Cemento	Bultos	3	\$ 72.000,00	\$ 216.000,00	
	Mano de obra para instalación de la caja de almacenamiento de agua potable	Equipo de trabajo	1	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00	Contratación de operarios de mantenimiento para cumplir con el objetivo
	Acero de refuerzo	Kg	1.518,76	\$ 5.460,00	\$ 8.292.429,60	Según NTC 2289
	Tapa de concreto	Unid	1	189.610,00	\$ 189.610,00	Tercer izado (Ih ingeniería)
<b>Sistema de Bombeo</b>	Instalación de la tubería (perforación e instalación de la tubería). Se incluyen los accesorios normales de instalación (presostato, manómetro, válvulas,	Unid	1	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00	Referencia operarios mantenimiento Cafam
	Bomba Eléctrica Sumergible con Sensor	Unid	1	\$ 69.900,00	\$ 69.900,00	Cotizado de home center
	Acoplador	Unid	1			
	Conexiones (Bomba, y para los tanques de almacenamiento)	Unid	3	\$ 3.400,00	\$ 10.200,00	
	Tubería de PVC D = 2 in	m	150	\$ 5.967,00	\$ 895.050,00	
<b>PRESUPUESTO ADICIONAL PARA IMPLEMENTAR EL PUEAA EN EL CLUB CAFAM</b>					\$ 25.358.521,60	