



Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM

Informe de Avances, 2015



Contenido

Introducción	7
Balance Hidráulico.....	10
Indicadores de avance.....	10
Actividades	10
Sistema de manejo de agua de Ciudad Universitaria (CU).....	11
Observatorio del Agua de la UNAM	13
Micro medición	15
Macro medición	18
Antenas y repetidores para lectura remota	22
Sistema de lectura en campo o manual	23
Sectorización y control de presiones	24
Programa de recuperación de caudales.....	26
Programa de sustitución de muebles de baño.....	31
Entidades externas y vinculación del PUMAGUA.....	32
Formación de recursos humanos.....	38
Conclusiones	39
Calidad del Agua.....	41
Indicadores de avance.....	41
Agua para Uso y Consumo Humano.....	41
Monitoreo puntual.....	42
Resultados Calidad del Agua	44
Resultados monitoreo puntual en bebederos	45
Resultados monitoreo puntual en red de distribución.....	46
Monitoreo en tiempo real.....	47
Inspección de condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento en edificios.....	51
Agua residual tratada.....	54
Resultados agua residual tratada.....	54
Observatorio del Agua UNAM, Plataforma digital.....	57
Actividades en otros campus	58
Facultad de Estudios Superiores Acatlán	58

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Conclusiones y Recomendaciones	58
Formación de recursos humanos.....	59
Fomento a la Participación Social, 2015	60
Indicadores de avance.....	60
Estrategia general	60
Estudiantes y académicos:	61
Concurso de guion <i>H2O en rodaje</i>	61
PUMAGUA en la <i>XLII Expo de Libros y Revistas en la Facultad de Contaduría y Administración (FCA), UNAM</i>	62
Celebración del Día Mundial del Agua en la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia (ENEO), UNAM.....	63
Primer Festival del Agua en El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala.....	63
Infografía sobre el tema del agua en la Facultad de Odontología	63
Rodada H2O en Ciudad Universitaria.....	64
Autoridades universitarias	66
Reunión sobre la generación de biodiésel en Ciudad Universitaria	66
Calendario agosto 2015 – julio 2016.....	66
Administrativos y Jefes de Servicios.....	67
Reunión con dependencias y entidades universitarias.....	67
Abril	67
Mayo.....	67
Junio	67
Comunidad universitaria.....	68
Dependencias activas en PUMAGUA	68
Diseño y desarrollo del componente de participación social para el Observatorio del Agua	68
Módulo de encuestas.....	69
Encuestas.....	72
Reestructuración del formato del módulo de Encuestas.....	72
Codificación de las preguntas del cuestionario para analizarlas en el programa SPSS.....	72
Fiesta de las Ciencias y las Humanidades de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, (DGDC), UNAM	74
Comunidad externa.....	75

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Colaboración de PUMAGUA en la planeación del concurso <i>Reunamos Acciones por el Agua</i> en Puebla, Tlaxcala y Oaxaca	75
PUMAGUA en la escuela de bachillerato de la Universidad del Distrito Federal (UDF)	76
Exposición “El disfrute del agua” en el Metro Hidalgo	76
Presentación en SEREA 2015 en Guanajuato.....	77
PUMAGUA en el jurado del MC2 de la Ciencia	78
Plática sobre el Observatorio del agua en el Primer Encuentro: Reunamos Acciones por el Agua	78
Carteles PUMAGUA en ANEAS 2015, Chihuahua.....	79
Diseño de una aplicación para teléfonos móviles inteligentes.....	79
Actualización de la página web	80
Actualización de las redes sociales.....	80
Boletín PUMAGUA.....	81
Elaboración de artículos.....	81
Presencia en medios de comunicación	82
Televisión.....	82
Radio.....	82
Medios digitales	83
Otras actividades.....	83
Video reportaje “PUMAGUA en Hacer en Común”.....	83
Banner sobre la calidad del agua potable en los despachadores y bebederos	83
Carteles sobre las acciones PUMAGUA en dependencias de Ciudad Universitaria.....	84
Video promocional de PUMAGUA para día de muertos.....	85
Material promocional impreso de PUMAGUA.....	86
Cortometrajes ganadores del concurso H2O en rodaje.....	86
Creación de un blog de PUMAGUA en el sitio web de iAgua.....	86
Congresos, Publicaciones, Talleres y Conferencias.....	87
Participantes en PUMAGUA.....	87
Balance Hidráulico.....	87
Calidad del Agua.....	88
Fomento a la Participación Social	88
Bibliografía	89

Índice de figuras

Figura 1. Componentes de PUMAGUA, dentro de un esquema integral de manejo de agua.....	8
Figura 2. Sistema de abastecimiento de Ciudad Universitaria.....	12
Figura 3. Esquema de la comunicación entre el sistema de telemetría.	14
Figura 4. Interfaz donde se despliegan las gráficas de consumo y fugas.....	15
Figura 5. Micro medidores instalados en dependencias universitarias.....	15
Figura 6. Cobertura de medición.....	17
Figura 7. Trabajos para la puesta en marcha de los macro medidores.	19
Figura 8. Trabajos para la revisión de equipos repetidores.....	23
Figura 9. Descarga de información de medidores en CU con el Ranger.....	24
Figura 10. Red de distribución de CU y sus 5 sectores hidráulicos.....	25
Figura 11. Válvula reguladora de presión instalada en el sector III.....	26
Figura 12. Sub sectores en la parte baja del sector 1, donde se localizaron aproximadamente 9 LPS	27
Figura 13. Sub sectorización del sector 5.....	28
Figura 14. Comparación balance hidráulico 2012– 2015.....	30
Figura 15. Trabajos para actualizar las mediciones en campus externos.	34
Figura 16. Instalación de equipos en el CRIM Morelos.....	34
Figura 17. Plano de la red hidráulica de FES Acatlán realizado por pumagua.....	36
Figura 18. Trabajos de campo en la FES Acatlán.....	36
Figura 19. Trabajos de medición y levantamiento de la red en la UABCS.....	37
Figura 20. Monitoreo de cloro residual libre.	42
Figura 21. Despachador de agua instalado en el Centro de Lenguas Extranjeras (CELE).	43
Figura 22. Porcentaje de cumplimiento cloro residual libre en bebederos durante el 2015.	45
Figura 23. Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento cloro residual libre en bebederos comparativa entre 2014-2015.	46
Figura 24. Porcentaje de cumplimiento cloro residual libre en la red de distribución durante el 2015.....	46
Figura 25. Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento cloro residual libre en la red de distribución comparativa entre 2014-2015.	47
Figura 26. Sistema de sensores de medición de calidad del agua en tiempo real, CU, UNAM. 2015	48
Figura 27. Porcentaje de cumplimiento cloro residual libre monitoreo en tiempo real durante el 2015.....	49
Figura 28. Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento cloro residual libre monitoreo en tiempo real comparativa entre 2014-2015.	49
Figura 29. Promedios anuales 2014-2015 concentración de nitratos monitoreo en tiempo real....	50
Figura 30. Porcentaje de cumplimiento de los parámetros pH, Solidos Disueltos Totales y Turbiedad.	50
Figura 31. Comportamiento coliformes fecales agua residual tratada PTAR Cerro del Agua.	54

Figura 32. Comportamiento Solidos Suspendidos Totales agua residual tratada PTAR Cerro del Agua.....	55
Figura 33. Comportamiento Demanda Bioquímica de Oxígeno agua residual tratada PTAR Cerro del Agua.....	55
Figura 34. Comportamiento Demanda Química de Oxígeno agua residual tratada PTAR Cerro del Agua.....	56
Figura 35. Borrador de la plataforma digital del Observatorio del agua UNAM.....	57
Figura 36. Actividades generales para el público objetivo.....	60
Figura 37. Proyectos recibidos	61
Figura 38. Convocatoria del concurso	62
Figura 39. Infografías para la Facultad de Odontología.....	64
Figura 40. Rodada H2O.....	65
Figura 41. Estudiante rellenando su cilindro en el CELE	66
Figura 42. Porcentaje de dependencias activas.....	68
Figura 43. Módulo de sedes	69
Figura 44. Diseño de la página de inicio de la plataforma	70
Figura 45. Administración de acciones en la plataforma	71
Figura 46. Porcentaje de las acciones PUMAGUA.....	71
Figura 47. Módulo de encuestas	72
Figura 48. Archivo de excel con la codificación de respuestas	72
Figura 49. Módulo de preguntas.....	73
Figura 50. Aviso de privacidad para la plataforma.....	74
Figura 51. PUMAGUA en la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades.....	75
Figura 52. Cartel del evento	77
Figura 53. Raperos concursantes	78
Figura 54. Encuentro Reunamos acciones por el agua	79
Figura 55. Cartel de acciones PUMAGUA.....	85
Figura 56. Video del Día de muertos.....	85
Figura 57. Alcance de los cortometrajes ganadores	86

Índice de gráficas

Gráfica 1. Comportamiento en la instalación de medidores hasta el 2015.....	17
Gráfica 2. Medidor Electromagnético en el sector 1.	19
Gráfica 3. Medidor Electromagnético en el sector 2.	20
Gráfica 4. Medidor Electromagnético en el sector 3.	20
Gráfica 5. Medidor Electromagnético en el sector 4.	21
Gráfica 6. Medidor Electromagnético en el sector 5.	21
Gráfica 7. Fuga detectada con el monitoreo en la Dirección General de Orientación y Servicios Estudiantiles (DGOSE).	27
Gráfica 8. Recuperación de casi 18 litros por segundo en el sector 1.	28

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Gráfica 9. Usos del agua en CU	29
Gráfica 10. Total de muebles sustituidos en la UNAM.....	31
Gráfica 11. Mediciones en la FES Aragón.....	33
Gráfica 12. Mediciones en UNAM Juriquilla	33
Gráfica 13. Medición del suministro en el CRIM Morelos.	35
Gráfica 14. Medición en el pozo de FES Acatlán.	37
Gráfica 15. Extracción mensual de los pozos de CU 2012-2015	39
Gráfica 16. Dotación en el año 2008, 2012 y 2015	40

Índice de Tablas

Tabla 1. Avance en la instalación de medidores 2010-2015.....	16
Tabla 2. Población de CU, 2008 y 2015	16
Tabla 3. Equipos electromagnéticos funcionando en los últimos años	18
Tabla 4. Estatus de los Macro medidores	18
Tabla 5. Antenas Gateway instaladas	22
Tabla 6. Fugas detectadas en los edificios con el monitoreo, algunas ya fueron reparadas y las restantes se encuentran en etapa de localización.....	29
Tabla 7. Ahorro de agua por la sustitución de 5681 muebles de baño.....	32
Tabla 8. Becarios del área de balance hidráulico durante 2015	38
Tabla 9. Comparación de la dotación en distintos años, tomando en cuenta el crecimiento de población.....	40
Tabla 10. Sitios de monitoreo cloro residual libre.	43
Tabla 11. Sitios de monitoreo análisis microbiológicos del agua.....	44
Tabla 12. Numero de mediciones por parámetro monitoreado.....	44
Tabla 13. Requerimientos para mantener condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento	52
Tabla 14. Porcentaje de cumplimiento del parámetro cloro residual libre en tanques de almacenamiento de agua para uso y consumo humano	53

Introducción

De acuerdo con el Banco Mundial (2013) los retos de desarrollo, tales como la seguridad alimentaria y energética, el control de la expansión urbana, el desarrollo humano, y la adaptación al cambio climático, sólo podrán enfrentarse con éxito mediante el manejo adecuado de los recursos hídricos. Muchas regiones en el mundo presentan graves problemas de escasez y contaminación, entre ellas la Cuenca de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

La escasez y contaminación del agua son problemas graves en México. Según cálculos oficiales, la disponibilidad promedio de agua por persona disminuirá de 4,090 a 3,815 metros cúbicos en el año 2030, o incluso a 1,000 m³ en regiones del norte, lo cual se considera como escasez grave (CEMDA 2011).

Según la Comisión Nacional del Agua (2011), después de la agricultura (77%), el servicio público es el sector que ocupa un mayor volumen de agua en el país. Para enfrentar la escasez del agua en amplias regiones del país se requiere de sistemas de abastecimiento urbano con elevada eficiencia física. Sin embargo, en México, se pierde entre el 30% y el 50% del agua en fugas (Carabias y Landa 2005). En el Distrito Federal, en particular, la eficiencia física es de cerca del 43% (IMTA 2014).

Resolver esta compleja problemática requiere de acciones prontas y concretas provenientes, tanto de la sociedad en general, como de las entidades directamente responsables del manejo del agua, así como de los profesionistas y académicos relacionados con el tema. En este entendido, en 2008, por mandato del Consejo Universitario, la Universidad Nacional Autónoma de México implementó el Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA), con el objetivo de lograr un manejo eficiente del agua dentro de las instalaciones de la Máxima Casa de Estudios.

PUMAGUA es entonces un agente de cambio que involucra a toda la Universidad: un equipo permanente de trabajo, la Dirección General de Obras y Conservación, la Administración Central, las autoridades y trabajadores de las dependencias/entidades universitarias, así como todos los estudiantes y académicos.

Debido a que la primera fase del Programa se implementó en Ciudad Universitaria, cuyas condiciones son similares a las de una ciudad mexicana de tamaño medio (en términos de población, extensión, infraestructura hidráulica, etc.), desde un inicio se contempló el objetivo de generar un modelo aplicable a otras localidades del país.

PUMAGUA está conformado por dos áreas que trabajan de manera sincrónica, con las siguientes metas (Figura 1):

- Balance Hidráulico: Disminuir en 50% el suministro de agua potable.
- Calidad del agua: Mejorar la calidad del agua potable y residual tratada para cumplir con las normas oficiales mexicanas.

Fomento a la participación social: Lograr la participación de todos los actores involucrados.

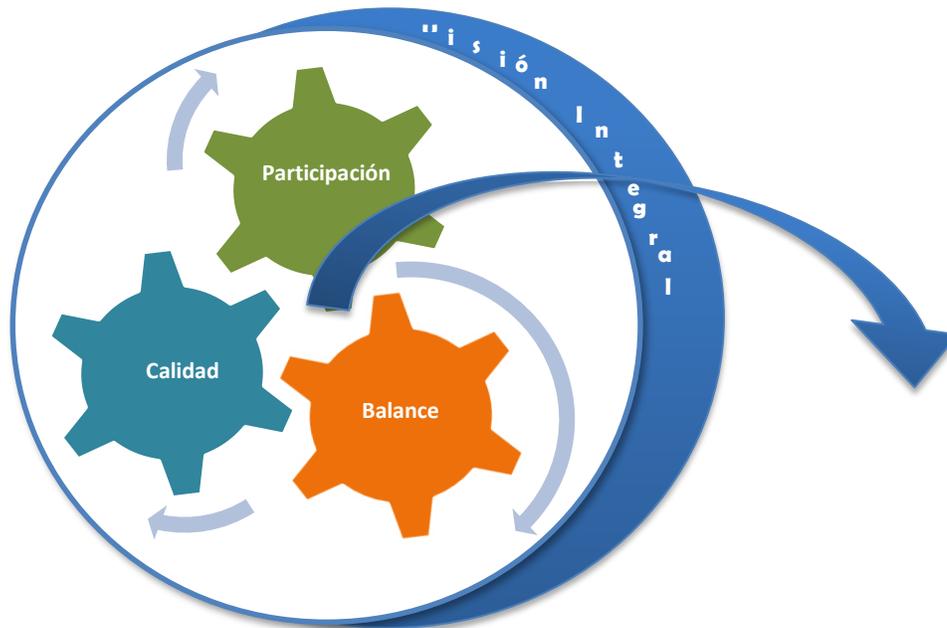


Figura 1. Componentes de PUMAGUA, dentro de un esquema integral de manejo de agua.

Para alcanzar las metas, las estrategias generales de PUMAGUA han sido las que se señalan a continuación. Cabe aclarar que algunas acciones ya concluyeron y otras continúan, como se especifica más adelante en este documento.

Balance hidráulico

- **Diagnóstico del sistema de manejo de agua:** Se hizo un diagnóstico del sistema de manejo de agua, incluyendo el levantamiento y la actualización de los planos de infraestructura hidráulica: se realizaron recorridos por todo el campus para actualizar y posteriormente digitalizar toda la información espacial de la infraestructura hidráulica.
- **Modelación matemática y sectorización de la red de agua potable:** se realizó una modelación matemática de las presiones de la red de distribución de agua potable; se segmentó la red para ubicar espacialmente las fugas y desperdicios de agua potable. Constantemente se verifica que la sectorización se conserve.
- **Medición de caudales:** se instaló un sistema de medición de consumos en tiempo real, el cual comprende macro y micromedidores en las fuentes de abastecimiento (3 pozos), en tanques de almacenamiento, así como en los puntos de suministro a los usuarios. La información recibida permite detectar fugas y desperdicios. Para la toma de decisiones, se

cuenta asimismo con un sistema de clasificación de fugas, de tal manera que dependiendo de su magnitud, se les clasifica como urgentes, significativas o irrelevantes.

- Para lograr un ahorro significativo de agua se implementaron las siguientes acciones:
 - ✓ Detección y reparación de fugas y desperdicios: una vez que el sistema de medición de consumos detecta una posible fuga, se acude con equipo especializado para ubicarla y posteriormente se repara.
 - ✓ Sustitución de muebles de baño: para lograr un ahorro de hasta 40% del suministro de agua potable, se instalan muebles de bajo consumo de agua.
 - ✓ Disminución de consumo de agua en el riego de jardines. Con base en las condiciones climáticas y en las características del suelo, se calculó la lámina de riego. Asimismo, se promueve la sustitución de plantas de alto consumo de agua por vegetación xerófila, nativa al campus, la cual no requiere de riego.
 - ✓ Rehabilitación de plantas de tratamiento: las plantas de tratamiento permiten disminuir el consumo de agua potable, mediante la producción de agua tratada que se puede destinar para el riego de jardines o para los sanitarios.

Calidad del agua

Agua para uso y consumo humano:

- Aplicando la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994(2000), se analiza la calidad del agua en los siguientes puntos: antes de la desinfección (subterránea), después de la desinfección (a la salida de los pozos), en cisternas, en la red de distribución y en bebederos.
- Utilizando parámetros complementarios (virus, bacterias y protozoarios), se analizó la calidad del agua en los mismos sitios mencionados en el punto anterior. Esto, con el fin de incluir microorganismos patógenos con impactos significativos en salud humana.

Agua residual tratada

- Revisión de plantas de tratamiento “Cerro del Agua” y “Ciencias Políticas”: Se hizo una inspección de los equipos de dos plantas de tratamiento de aguas residuales con tratamiento terciario, con una producción de 15 y 1.5 l/s, respectivamente.
- Aplicando la NOM003-ECOL-1997, se analiza el influente y efluente de la planta de tratamiento de Cerro del Agua. (Actualmente la planta de “Ciencias Políticas” se encuentra en reparación)

Fomento a la participación social

- Se realizó el mapeo de actores, para identificar a los responsables del manejo del agua en Ciudad Universitaria, los facilitadores del proceso de comunicación y el público objetivo.
- Se efectuó una encuesta para identificar las percepciones, actitudes y conductas de la comunidad universitaria con respecto a la problemática del agua en CU.

- Con base en los resultados de la encuesta se diseñó y aplica un programa de comunicación y de desarrollo de capacidades, dirigido específicamente a cada uno de los actores identificados.

A continuación se presentan los avances de PUMAGUA en 2015 en las tres áreas. Al inicio de cada sección se presentan algunos indicadores, en los cuáles se incluyen cifras que permiten visualizar fácilmente el avance logrado.

Balance Hidráulico

Indicadores de avance

- ✓ Por primera vez todos los sectores hidráulicos cuentan con un macro-medidor en funcionamiento.
- ✓ Se cuenta con un 82% de micro-medición y se espera llegar al 90% en diciembre de este año.
- ✓ Se logró recuperar 20 l/s de la red principal y de los edificios.
- ✓ Aunque la población de CU ha crecido en 37% desde 2008, la extracción con respecto a ese año ha disminuido en 17%
- ✓ Mediante la recuperación de caudales se ha logrado que los patrones de consumo de las entidades/dependencia de distinto tipo (docencia, investigación, servicios, administrativas) sean los esperados
- ✓ El número de muebles de baño de bajo consumo instalados en CU y en campus externos ascendió a 5,000.
- ✓ 26 dependencias/entidades universitarias cuentan con jardines con vegetación nativa

Actividades

En el área de Balance Hidráulico se realizan distintas acciones para llegar a la meta establecida cuando el programa comenzó a trabajar en el año 2008, reducir en 50 % el consumo de agua potable.

Para ello, se ha enfocado en las siguientes acciones:

- Sistema de monitoreo de suministro y consumo
- Sectorización y control de presiones
- Detección y recuperación de caudales
- Sustitución de muebles de baño por equipos de bajo consumo
- Implementación de PUMAGUA en otros campus de la UNAM y en entidades externas a la Universidad

Sistema de manejo de agua de Ciudad Universitaria (CU)

CU da abasto de agua potable a una población de 185, 000, de acuerdo con datos de la Dirección General de Planeación. Para ello cuenta con un sistema autónomo e independiente del Sistema de Aguas de la Ciudad de México. La Dirección General de Obras y Conservación (DGACU) es la encargada de operar todo el sistema.

El sistema de abastecimiento de CU está conformado por tres pozos profundos, de los cuales se extraen actualmente **85 litros por segundo [LPS]** en promedio. Tres tanques de almacenamiento y regulación con capacidad de almacenamiento de hasta **12 000 metros cúbicos [m³]** en su conjunto, además de una red hidráulica de **54 km de tuberías** de diferentes materiales para la distribución del agua en los edificios de las dependencias universitarias.

El Programa ha propuesto y logrado la instalación de diferentes equipos en los principales elementos del sistema de abastecimiento del campus y así monitorear los volúmenes de agua que se utilizan en CU.



Figura 2. Sistema de abastecimiento de Ciudad Universitaria

Cabe destacar el trabajo conjunto que se desarrolla con la DGOC, así como con las entidades y dependencias universitarias, para lograr los avances que se muestran en este documento: aumentar la cobertura de medición de consumos de Ciudad Universitaria; implementar la medición en otros campus; identificar y reparar fugas con mayor prontitud; sustituir un mayor número de muebles de baño; implementar el monitoreo de consumos en tiempo real.

A continuación se muestra los principales avances en las distintas acciones señaladas:

Observatorio del Agua de la UNAM

El Observatorio del Agua es una plataforma digital para difundir y recibir retroalimentación sobre información de calidad, cantidad de agua y participación social en el uso responsable del recurso. La información está dividida en dos niveles: (a) para público en general, (b) para personal de PUMAGUA, DGOC y autoridades de las entidades/dependencias. En el primer caso, se muestran datos globales sobre fugas y consumos en dichas instituciones, así como cuestiones generales de calidad del agua, evitando información que por tratarse de público no especializado, lo pueda confundir. Con respecto al segundo caso, la información de cantidad de agua es específica a cada medidor de consumo, se proporcionan datos sobre las necesidades de mantenimiento de los medidores y, en materia de calidad del agua, la información incluye todos los parámetros incluidos en la normatividad oficial.

En el componente “cantidad del agua”, la plataforma permite lo siguiente:

1. **Conocer suministros y consumos.** La plataforma proporciona información en tiempo real de los consumos de agua de las entidades/dependencias universitarias y sobre la extracción de agua de las fuentes de abastecimiento de CU.
2. **Identificar pérdidas significativas.** Mediante un sistema de alarmas y un semáforo se podrán detectar y clasificar las fugas para atender las más significativas.
3. **Identificar problemas de funcionamiento en el sistema.** Con el sistema de alarmas se podrá detectar cualquier problema en el sistema, tanto en la red hidráulica como en el sistema de telemetría (medidores, antenas, etc.).
4. **Obtener información del sistema.** Se tiene posicionada toda la infraestructura hidráulica y los elementos del sistema de telemetría y se pueden obtener planos de la red hidráulica en formato PDF o en imagen, además de poder exportar la información de las mediciones en formato Excel.

El sistema de lectura consiste en micro-medidores instalados en las acometidas hidráulicas en los edificios de las dependencias universitarias y macro-medidores en los sectores hidráulicos y en los tres pozos con los que se abastece CU, los cuales envían por radio frecuencia pulsos con las mediciones que han registrado a antenas Gateway instaladas estratégicamente en distintos puntos del campus. Estos concentradores de información transforman la señal analógica en digital y la envían a través de internet al servidor en la DGTIC (véase figura 1).

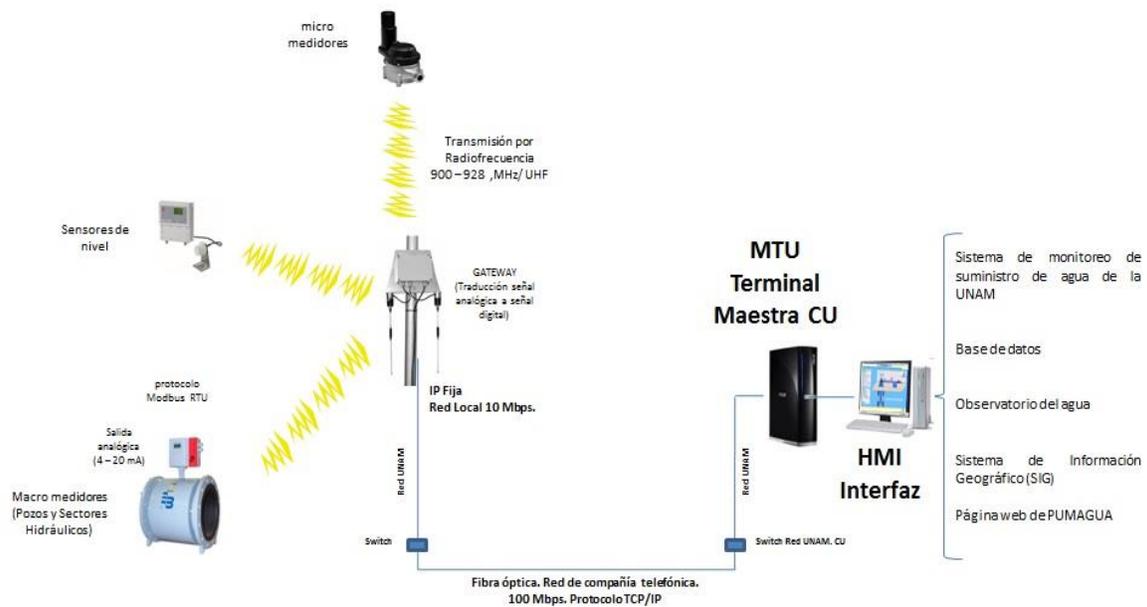


Figura 3. Esquema de la comunicación entre el sistema de telemetría.

La información es manipulada mediante el SQL server, un manejador de base de datos y se despliega a través de una interfaz, que incluye gráficas y va a incluir análisis estadísticos en la segunda etapa.

En este año se ha trabajado en revisar y validar la funcionalidad y operación de la plataforma, además de recuperar al 100 % el Sistema de Lectura Remota, debido a daños sufridos en diciembre del año 2014. Actualmente el software necesario para la operación de este sistema Read Center se encuentra en las últimas configuraciones para retomar las lecturas en tiempo real.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

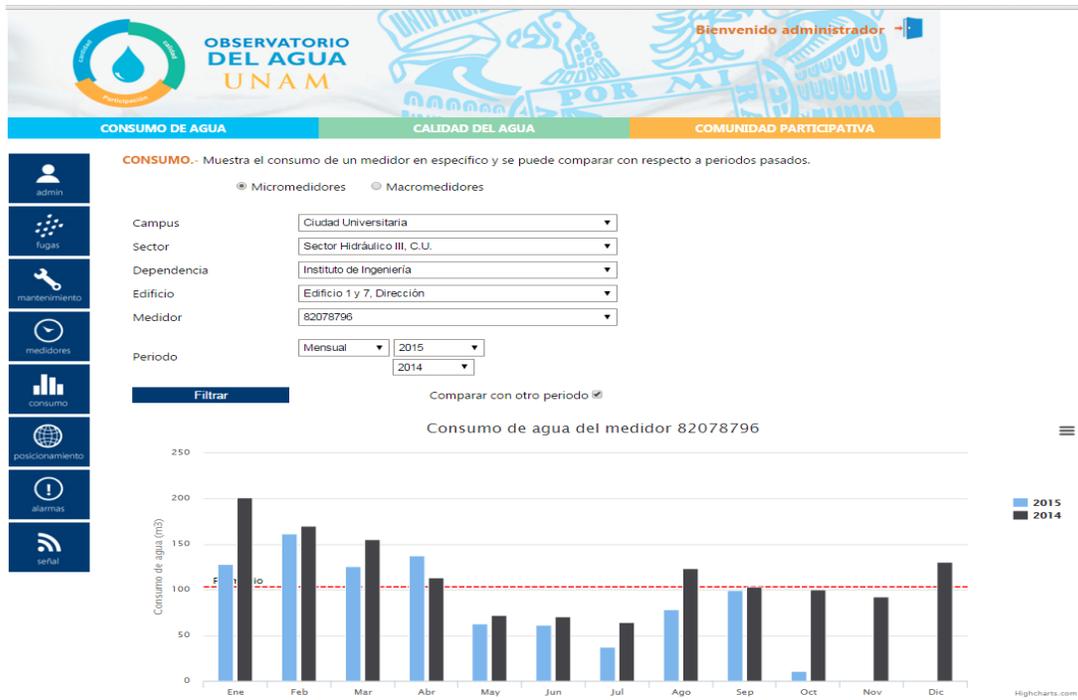


Figura 4. Interfaz donde se despliegan las gráficas de consumo y fugas.

Micro medición

Este año el proceso de instalación de medidores en las acometidas de los edificios de las dependencias universitarias ha sido más lento que en otros años. Hasta el mes de noviembre la DGOC ha colocado **7 medidores de agua fría**. Esto se debe principalmente a la falta de material recomendado por PUMAGUA para dicha instalación.

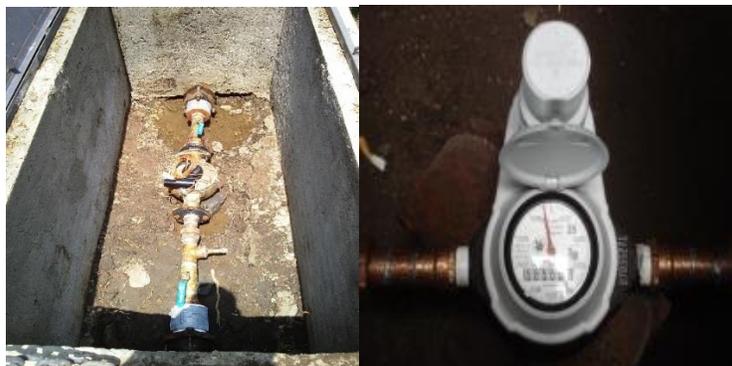


Figura 5. Micro medidores instalados en dependencias universitarias

En total se cuenta con **212 equipos instalados**, lo cual representa el **82 % de cobertura de medición** y se trabaja en conjunto con la DGOE en la elaboración de un plan de acción para llegar por lo menos al 90 % antes de concluir este año.

Tabla 1. Avance en la instalación de medidores 2010-2015

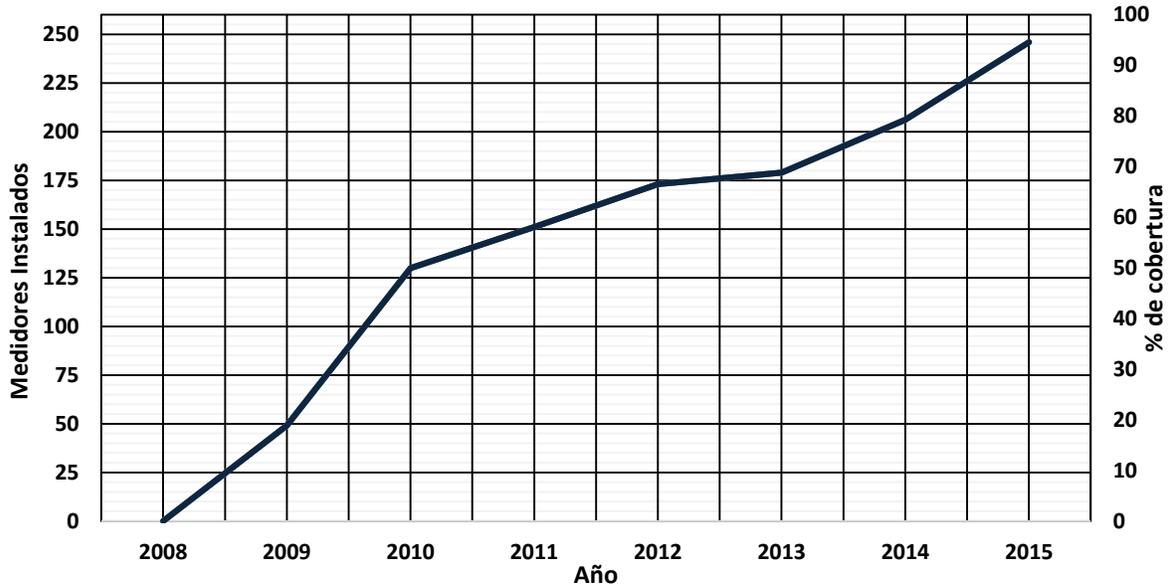
Año	Micro medidores instalados	% de avance
2010	130	50 %
2011	151	58 %
2012	173	65 %
2013	179	70 %
2014	205	80 %
2015	212	82 %

Con la cobertura de medición actual se mide un suministro mensual promedio de agua potable dentro de los edificios de **50 000 [m³]** y se estima que con el 100 % de cobertura se tenga un suministro medido de aproximadamente **70 000 [m³]**, tomando en cuenta que algunos de los medidores que faltan por instalarse son de edificios muy grandes y el crecimiento de población y de construcciones en el campus han aumentado considerablemente en los últimos años.

Tabla 2. Población de CU, 2008 y 2015

Año	Población total de CU [habitantes]	Extracción promedio [l/s]
2008	131, 682	100
2015	182, 023	85

Área de Balance Hidráulico
 Medidores Instalados anualmente y la cobertura de medición que representan
 respecto al total de equipos propuestos



Gráfica 1. Comportamiento en la instalación de medidores hasta el 2015

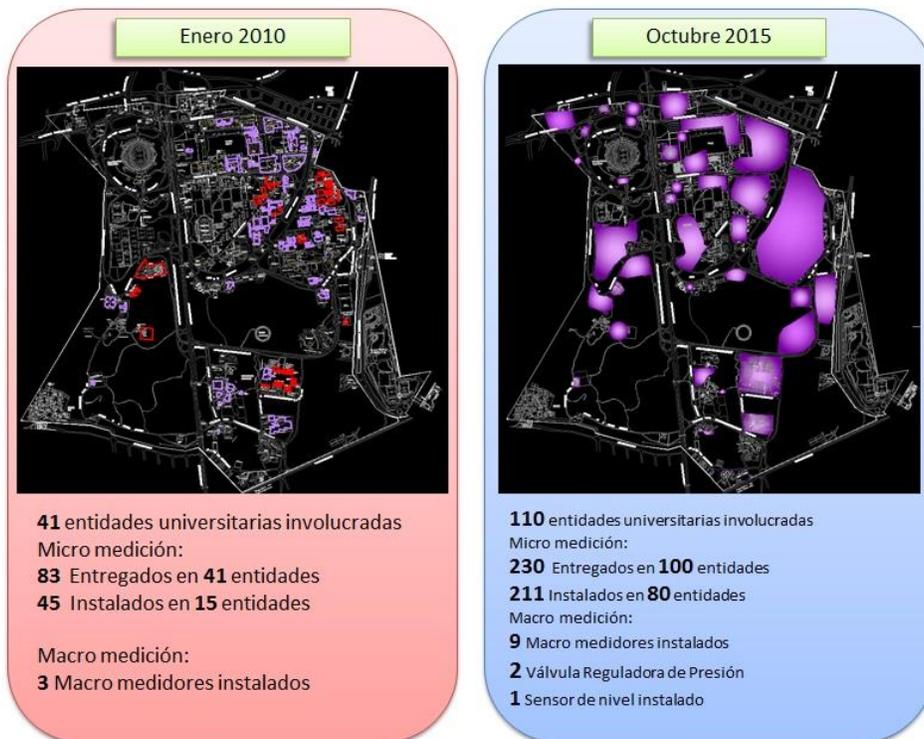


Figura 6. Cobertura de medición

Macro medición

En cuanto a los macro medidores, que son los equipos electromagnéticos instalados en los pozos y sectores hidráulicos de la red de distribución de agua potable de CU, se encuentran instalados el **100 % de los mismos**, aunque uno de ellos, el instalado en pozo multifamiliar no está midiendo de manera correcta.

Tabla 3. Equipos electromagnéticos funcionando en los últimos años

Año	Macro medidores instalados	Funcionando	% de avance
2013	9	6	60 %
2014	9	4	40 %
2015	9	8	90 %

En total se cuenta con **9 macro medidores instalados** de los cuales **8** funciona de manera correcta, lo cual significa que por primera vez desde la creación de PUMAGUA los 5 sectores hidráulicos cuentan con su equipo de medición funcionando de manera correcta, lo que facilita la detección de fugas en la red de distribución.

Tabla 4. Estatus de los Macro medidores

Sitio	Diámetro (mm)	Estatus
Pozo 1. Química	150	Instalado y operando
Pozo 2. Multifamiliar	250	Instalado
Pozo 3. Vivero Alto	250	Instalado y operando
Sector Hidráulico 1	150	Instalado y operando
Sector Hidráulico 2	200	Instalado y operando
Sector Hidráulico 3	150	Instalado y operando
Sector Hidráulico 4	100	Instalado y operando
Sector Hidráulico 5	200	Instalado y operando
Re bombeo tanque Bajo-alto	250	Instalado y operando

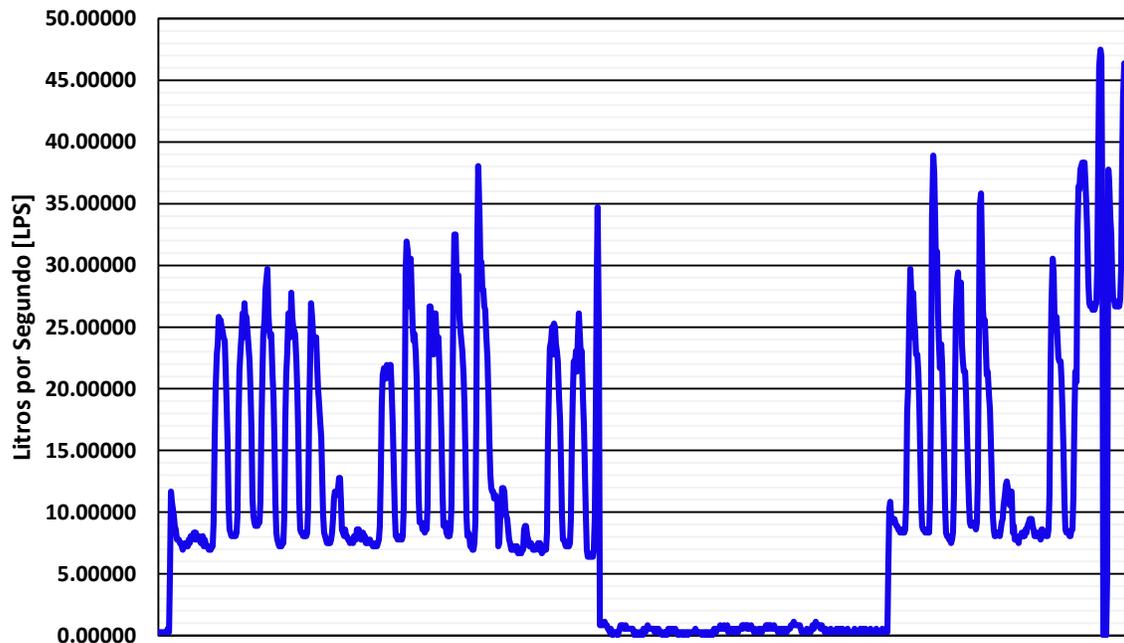
Este avance se logró gracias a los trabajos de revisión y corrección de los problemas detectados por parte del personal de PUMAGUA en coordinación con la DGOC y la empresa proveedora de los equipos.



Figura 7. Trabajos para la puesta en marcha de los macro medidores.

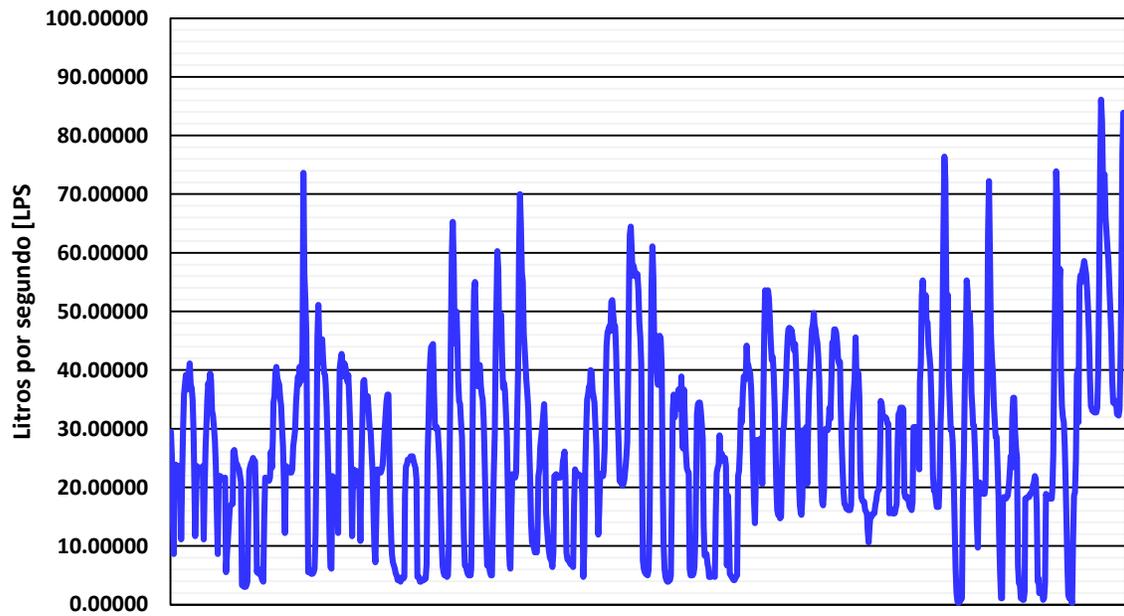
Se trabaja en la corrección de los problemas en el macro medidor del pozo multifamiliar y se espera que para el mes de diciembre trabaje de manera correcta.

Macro medidor del sector 1. Ingeniería



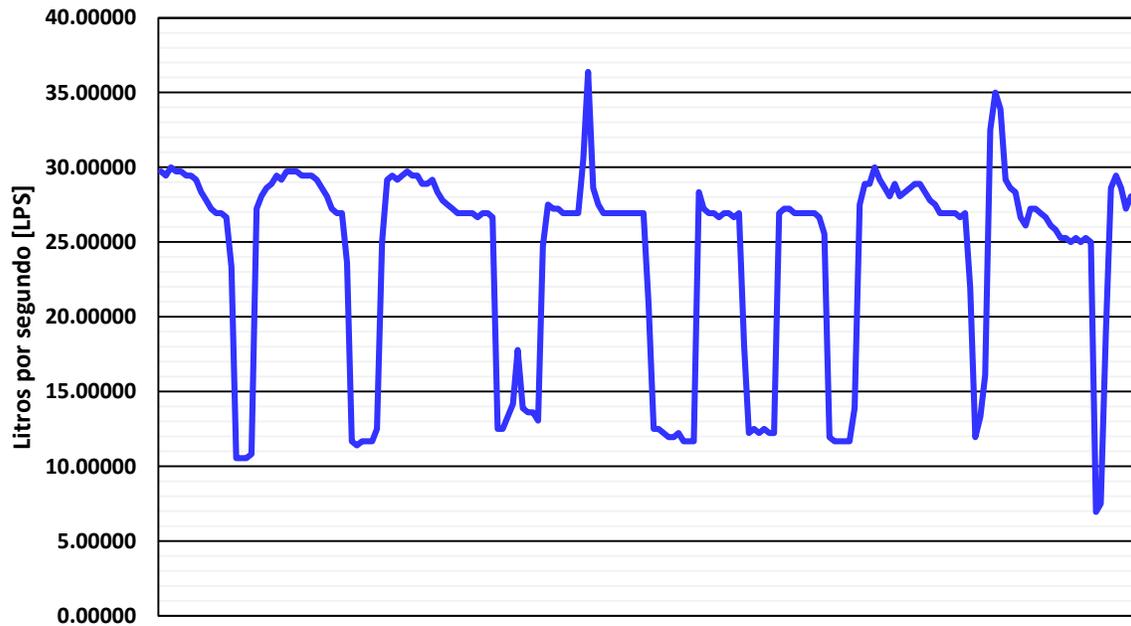
Gráfica 2. Medidor Electromagnético en el sector 1.

Macro medidor sector 1 y 2. Bomberos



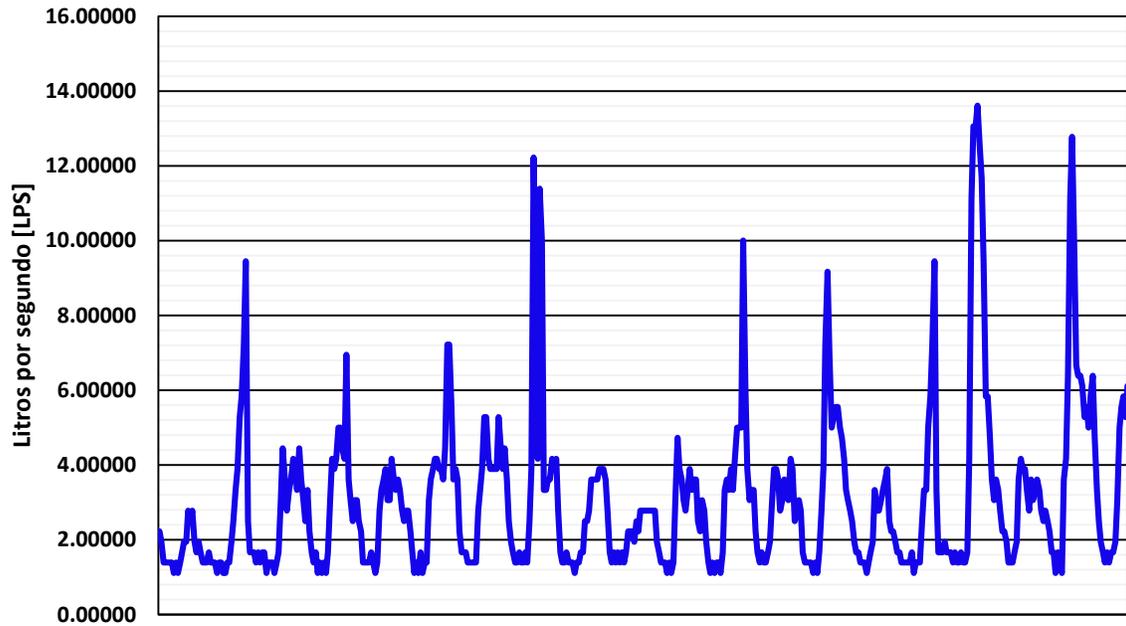
Gráfica 3. Medidor Electromagnético en el sector 2.

Macro medidor del sector 3. Campo de Beisbol.



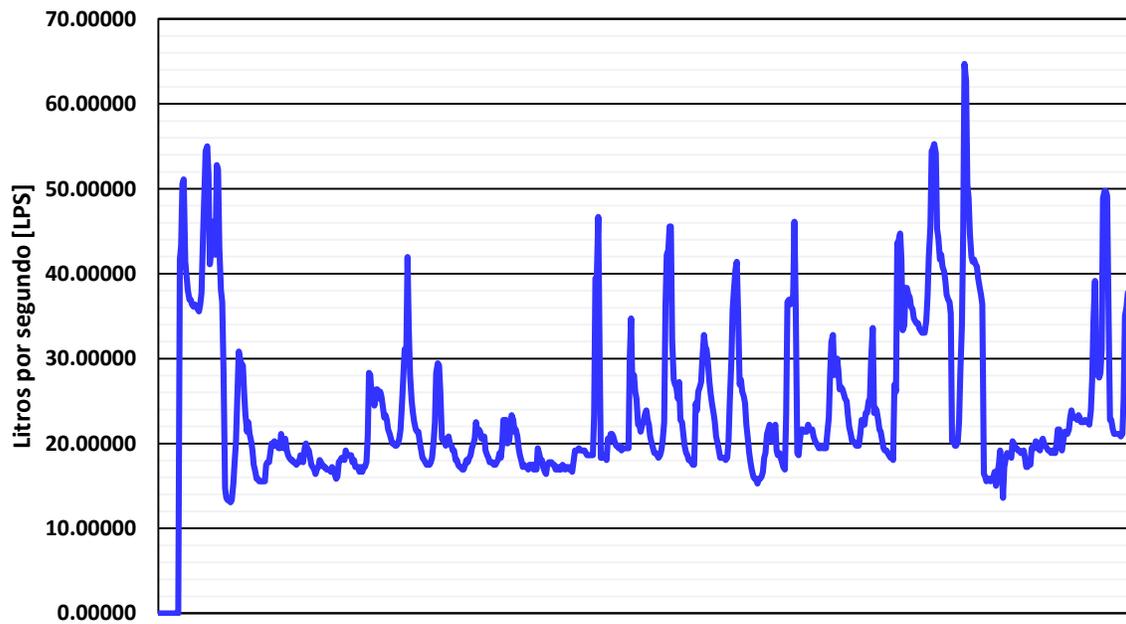
Gráfica 4. Medidor Electromagnético en el sector 3.

Macro medidor del sector 4. Tanque alto



Gráfica 5. Medidor Electromagnético en el sector 4.

Macro medidor del sector 5. Tanque Vivero Alto



Gráfica 6. Medidor Electromagnético en el sector 5.

Antenas y repetidores para lectura remota

Además de los medidores, el sistema de lectura remota está compuesto por las antenas Gateway y equipos repetidores de señal como apoyo en la transmisor vía radiofrecuencia de los datos. Actualmente 7 antenas en CU y 2 en campus externos se encuentran instaladas, en las cuales se concentran las mediciones de los equipos enlazados.

Tabla 5. Antenas Gateway instaladas

Entidad Universitaria	Edificio	AREA	IP	STATUS
Colegio de Ciencias y Humanidades Sur	CCH Sur	Campus Externo	132.248.86.105	Operando
Torre de Ingeniería	Azotea de la Torre II	SH 1	132.248.224.115	Operando
Torre II de Humanidades	Local DGSCA	SH 1, 2 y 3	132.248.64.125	Operando
FES ARAGON	Módulo de Extensión Universitaria	Campus Externo	132.247.136.80	Operando
Instituto de Física	Acelerador	SH 3,5	132.248.209.55	Operando
UNIVERSUM	Antena en el edificio A	SH5	132.248.66.147	Operando
Torre de Rectoría	Lado sur oriente del cuarto de máquinas de elevadores	SH2 y SH4	132.248.166.49	Operando, no transmite
Biomédicas	Azote del edificio principal	SH5	132.248.116.249	Operando
UNAM, Campus Juriquilla	Ubicación cerca de la unidad de obras	Campus Externo	132.248.227.180	Operando

Por otra parte, al estar en reparación el Sistema de Lectura Remota (SLR), fue imposible realizar trabajos de enlace de equipos a dicho sistema, lo cual no implica que se hayan abandonado de manera definitiva.

Se realizó la revisión de los 32 equipos repetidores que están instalados en CU, se llevaron a cabo recorridos de campo para evaluar el estado físico y la programación de cada uno para garantizar que estén funcionando cuando el SLR sea restablecido al 100 %.

En esta revisión se encontró daño físico en 3 de ellos, ya que estaban retirados de su sitio original de instalación y en algunos casos inundados. Respecto a la programación, se identificó que en muchos casos un medidor está programado en más de un repetidor, esto ha causado algunos conflictos en la plataforma, ya que se concentran para un medidor diferentes lecturas a la misma hora.

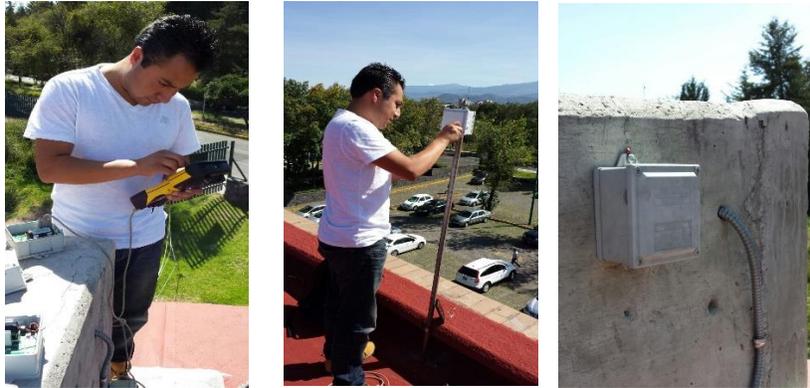


Figura 8. Trabajos para la revisión de equipos repetidores

Con esta revisión podemos estimar que actualmente se tienen enlazados al SLR aproximadamente 80 medidores, a finales del año 2014 se tenían 107 medidores enlazados, esto se debe a los 3 repetidores que se retiraron.

Estos 80 medidores representan el **40 %** de equipos enlazados respecto a un total de 212 medidores instalados actualmente. Una vez recuperado el SLR es vital para el sistema de monitoreo de PUMAGUA dar continuidad a los trabajos de enlace, ya que la aplicación web del programa se basa en las mediciones en tiempo real.

Sistema de lectura en campo o manual

Para obtener las mediciones del suministro de agua potable de los medidores que no están enlazados al sistema remoto, es necesario realizar recorridos de campo para descargar esa información de los data logger con los que cuentan los radios transmisores. Estos recorridos se realizan de forma mensual y se establecen rutas previas para facilitar y optimizar tiempos en la obtención de estas mediciones.



Figura 9. Descarga de información de medidores en CU con el Ranger

Debido a las fallas en el SLR, este año la descarga de la información se ha realizado bimestralmente en todos los equipos instalados de manera manual. Se eligió actualizar el suministro de agua en los edificios en este periodo por la falta de personal en el área de balance hidráulico, 2 becarios.

Sectorización y control de presiones

Este año los trabajos de sectorización se han enfocado principalmente en garantizar la hermeticidad de los 5 sectores hidráulicos, ya que al funcionar los 5 macro medidores es muy importante garantizar que la sectorización se cumpla en todo momento. Si no garantizamos la hermeticidad de los sectores las mediciones que obtenemos con la macro medición nos puede dar datos erróneos.

Para revisar que los sectores hidráulicos funcionen de manera hermética, se realizaron recorridos de campo con el apoyo de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOyC), estos recorridos se llevaron a cabo de manera periódica ya que al presentarse

fugas en la red el personal del taller de agua de la DGOyC tiene la necesidad de abrir y cerrar válvulas para la reparación de dicha fuga y al mismo tiempo no puede afectar el servicio de agua potable para los usuarios.

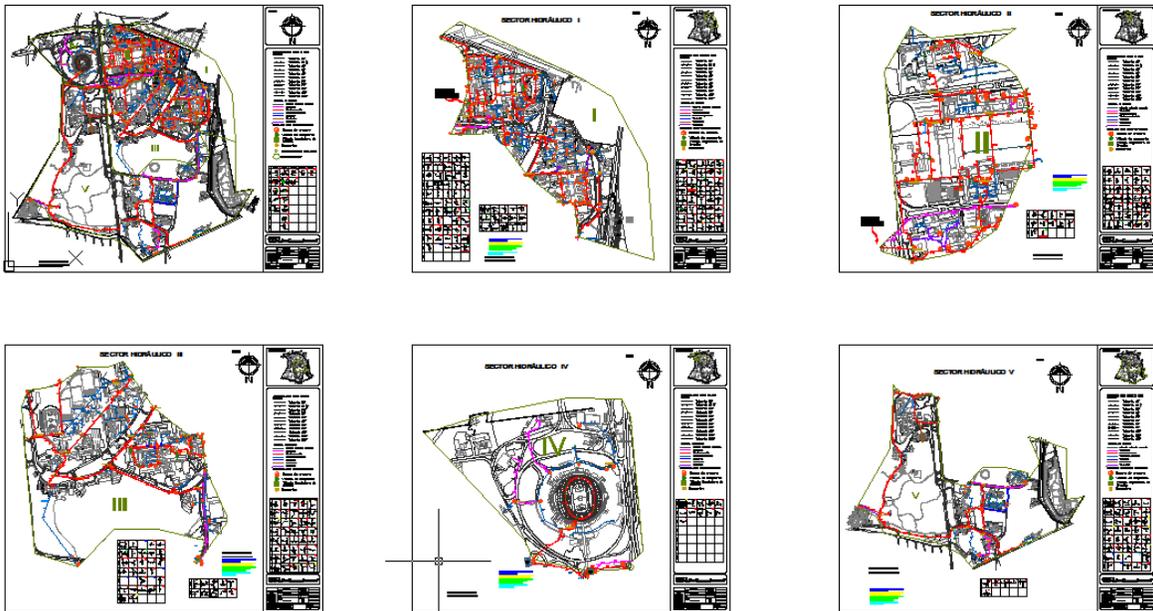


Figura 10. Red de distribución de CU y sus 5 sectores hidráulicos

Además de monitorear el estatus de los sectores hidráulicos se le da seguimiento a las presiones que se presentan en la red hidráulica de ciudad universitaria, esto con la finalidad de identificar las presiones máximas y mínimas con las que trabaja el sistema y poder establecer estrategias para el control de estas en beneficio de reducir las pérdidas.

Para lograr una mayor eficiencia en la regulación de las presiones se instalaron en el año 2012 dos válvulas reguladoras de presión (VRP) en los sectores 1 y 3, el año 2014 personal de PUMAGUA asistió con el proveedor de las válvulas a cursos de capacitación para la revisión y programación de los equipos, esto debido a que las VRP no han trabajado de manera correcta desde su instalación y este año se programaron para que funcionen de manera óptima.

Este objetivo no se ha logrado, ya que la válvula instalada en el sector 3 presenta una fuga en el cuerpo de la misma y en el sector 1 el arreglo del sector no había estado funcionando, de igual manera la VRP no estaba trabajando.

Se tienen programadas visitas técnicas por parte de los proveedores de las VRP para revisar y dar mantenimiento a los equipos, de esta manera se programaran para que estén trabajando a principios del año 2016.

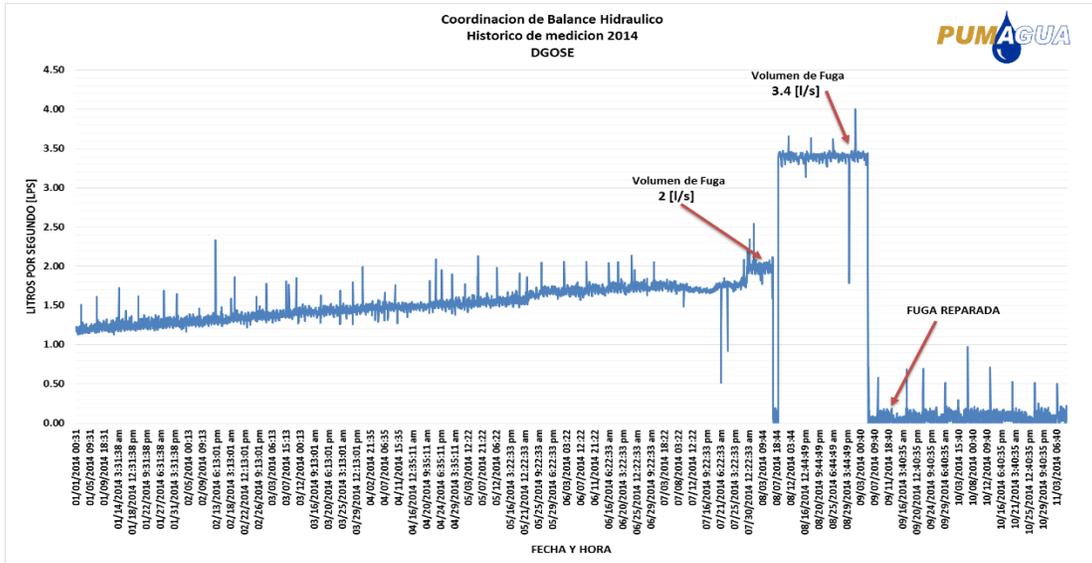


Figura 11. Válvula reguladora de presión instalada en el sector III

Programa de recuperación de caudales

Desde la implementación del PUMAGUA en ciudad universitaria, se lleva a cabo el programa de recuperación de caudales, es decir, la detección, localización y reparación de fugas en la red hidráulica de CU y en los edificios de las dependencias universitarias.

Este procedimiento de reparación de fugas tiene un protocolo de acción bien definido por el personal de PUMAGUA y que inicia con la detección de consumos extraordinarios en las mediciones obtenidas con el monitoreo, principalmente en horarios nocturnos. Las fugas en la red se detectan con la macro medición y en los edificios con la micro medición.



Gráfica 7. Fuga detectada con el monitoreo en la Dirección General de Orientación y Servicios Estudiantiles (DGOSE).

Una vez detectada la fuga el personal de PUMAGUA da aviso a la DGOyC para que ellos como organismo operador del sistema de agua potable de CU procedan a la reparación de la tubería o tuberías donde se encuentran las fugas.

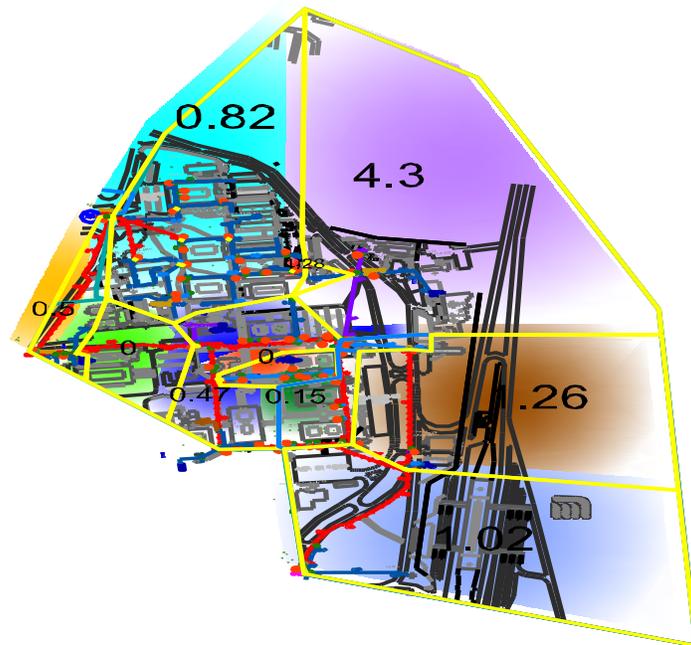
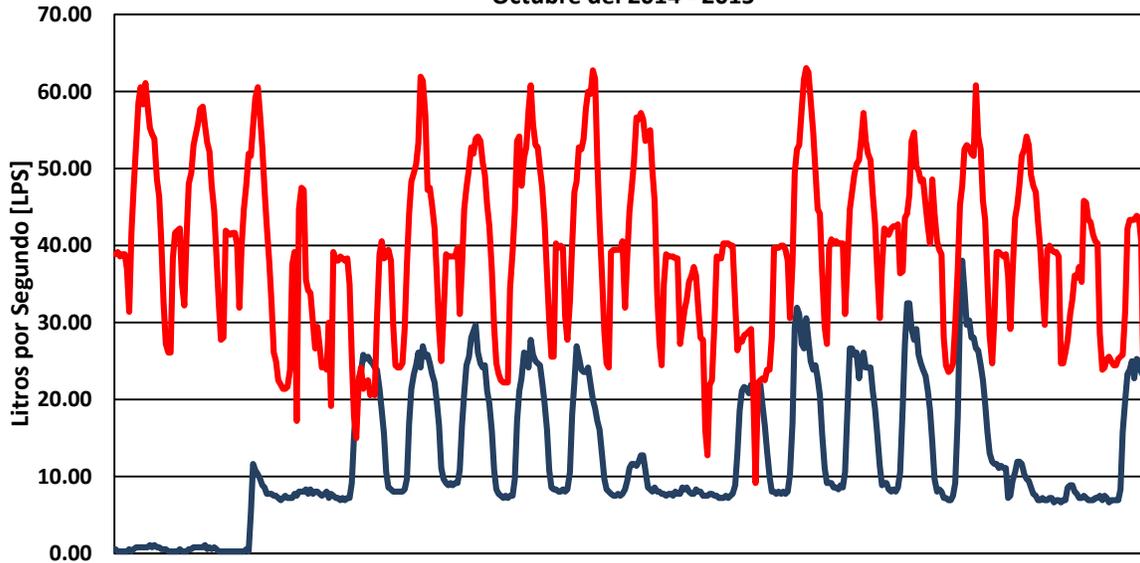


Figura 12. Sub sectores en la parte baja del sector 1, donde se localizaron aproximadamente 9 LPS

Medición del suministro de agua potable en el sector I
Octubre del 2014 - 2015



Gráfica 8. Recuperación de casi 18 litros por segundo en el sector 1.

En el sector 5 se detectó un gasto base de **15 LPS**, que es el sector donde actualmente se presentan las mayores pérdidas y por primera vez ya se trabaja en la detección y búsqueda con apoyo de la **sub – sectorización**.

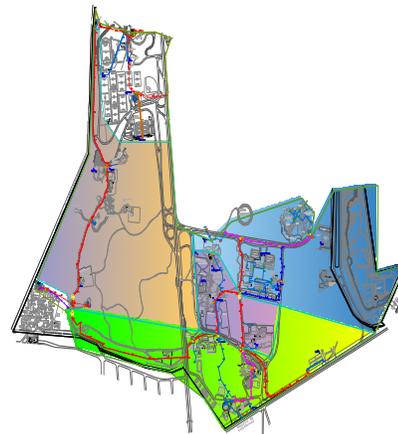
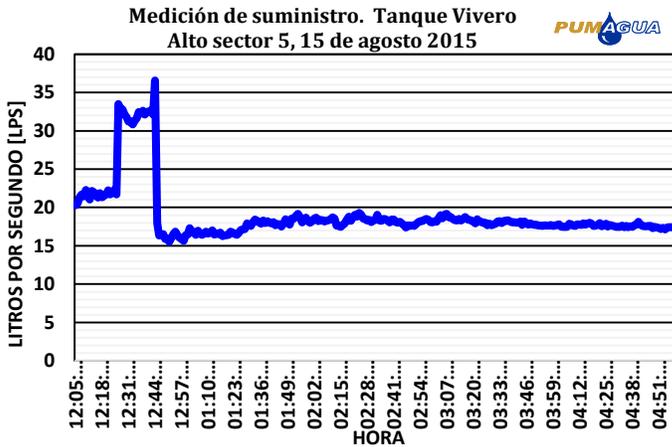


Figura 13. Sub sectorización del sector 5.

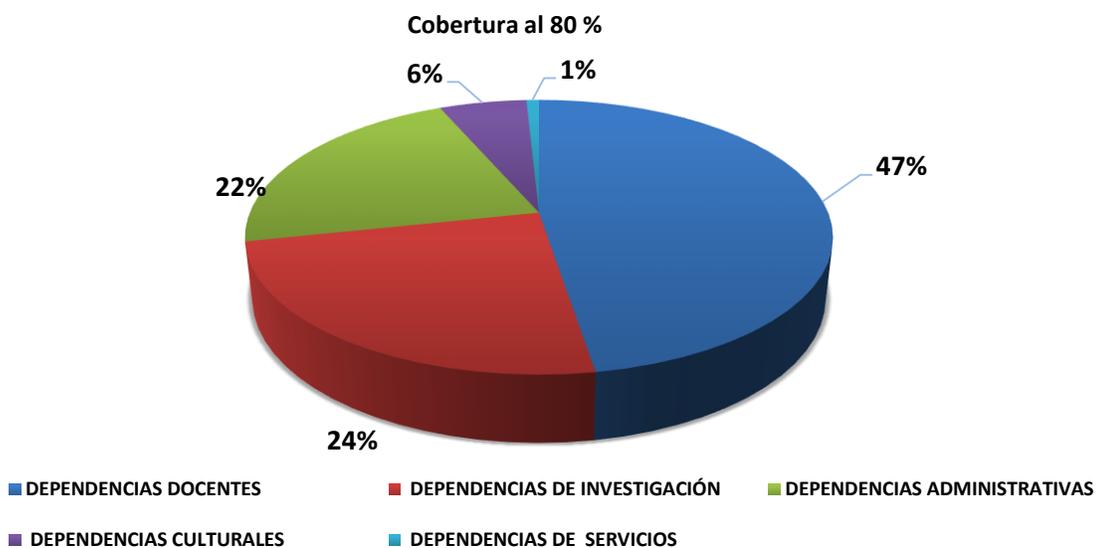
Ya se tienen detectados 7 litros por segundo en la zona de los edificios de la Coordinación de Humanidades conocidos como los “pitufos” y antes de concluir el año se pretende localizar y reparar este volumen de fuga, lo cual se sumaría a los 20 LPS que hasta ahora se han recuperado.

Con el programa de detección y reparación de fugas en la red principal y en los edificios de las dependencias universitarias se lograron detectar este año 2015 **28 [lps]**, de los cuales se localizaron y repararon **20 [lps]**.

Tabla 6. Fugas detectadas en los edificios con el monitoreo, algunas ya fueron reparadas y las restantes se encuentran en etapa de localización.

Dependencia	Fuga [LPS]	Fuga recuperada [LPS]
Edificio D. Facultad de Odontología	0.6	-----
Instituto de Investigaciones Sociales	1	1
Facultad de Veterinaria. Edificio 5	0.3	-----
Dirección General de Servicios Generales. Tienda UNAM	3.5	3
Instituto de Fisiología Celular. Neurobiología	0.6	0.6
Facultad de Ciencias	1	-----
Instituto de Investigaciones Biomédicas. Edificio A	0.2	-----

En la tabla 6 podemos observar las fugas que se detectaron dentro de los edificios en CU, de los cuales se recuperaron **3 LPS**, que sumados a los **17 LPS** recuperados en la red hidráulica de ciudad universitaria dan los **20 LPS** recuperados en total este año. Con esto los usos del agua se han logrado normalizar y las dependencias educativas ya representan el **47 %** del total suministro dentro de los edificios.



Gráfica 9. Usos del agua en CU

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Con respecto al porcentaje de pérdidas en CU, éste es de alrededor de 38%. Actualmente se extraen 86 l/s, dado el incremento poblacional mencionado anteriormente, de los cuales 23 se utilizan para riego, 30 se consumen dentro de los edificios y los 33 restantes se pierden en la red. Si se compara con el año 2012, como se muestra en la gráfica, la demanda de los edificios ha aumentado en cerca de 9% y las pérdidas han disminuido en un 6%. Cabe señalar la urgencia del cambio de tuberías en varios segmentos de la red, puesto que aún con los esfuerzos permanentes de recuperación de caudales, las fugas no disminuyen lo esperado debido a la antigüedad de las tuberías y/o su material de fabricación. Actualmente un becario de PUMAGUA trabaja en la calibración del modelo para la sustitución de tuberías.

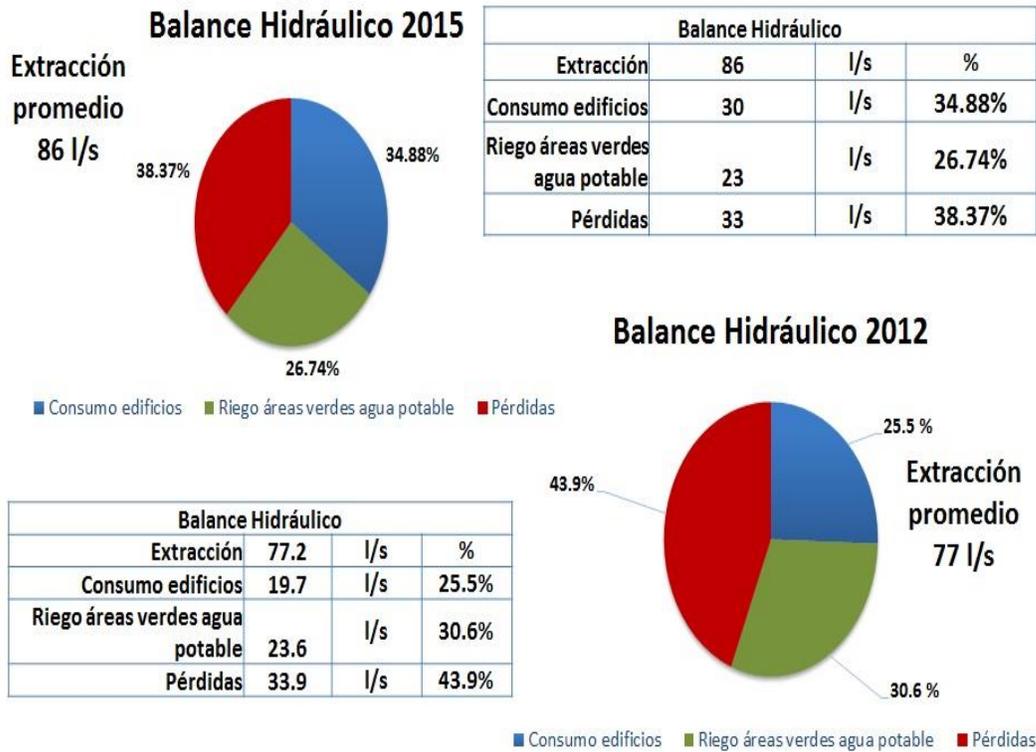
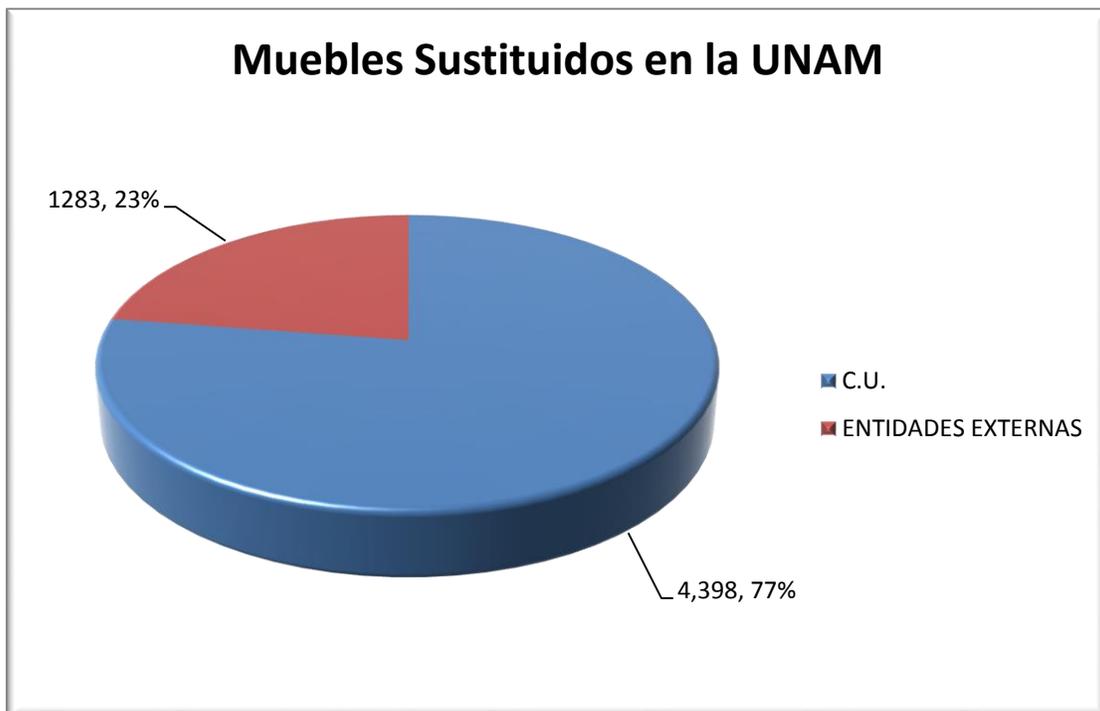


Figura 14. Comparación balance hidráulico 2012– 2015

Programa de sustitución de muebles de baño

En este año además de monitorear la sustitución de muebles de baño por muebles de bajo consumo en las dependencias universitarias se ha dado seguimiento al funcionamiento de los muebles que se han sustituido desde la implementación del programa.

En total se han sustituido en la UNAM desde el año 2009 hasta este año **5,681** muebles ahorradores con especificaciones de PUMAGUA, de los cuales **4 398** corresponden al número de muebles sustituidos en Ciudad Universitaria y **1 283** a los muebles sustituidos en las dependencias externas, Facultades de Estudios Superiores, prepas, etc.



Gráfica 10. Total de muebles sustituidos en la UNAM

La sustitución de esta cantidad de muebles de baño por muebles de bajo consumo es un gran avance en el ahorro de agua pues representan un ahorro **459,511** litros por día, o bien **459.5** metros cúbicos por día, lo que representa un ahorro del **41%** de agua solo en edificios sin implementar otra acción.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Tabla 7. Ahorro de agua por la sustitución de 5681 muebles de baño

MUEBLES	NUMERO DE MUEBLES	ANTES	ACTUAL		ANTES	ANTES	AHORA	AHORA	AHORRO
		LPF	LPF	USO/DÍA	LITROS/DIA /MUEBLES	LITROS /DÍA	LITROS/DÍA /MUEBLE	LITROS/DÍA	LITROS DÍA
MINGITORIOS	1,128	6	0.5	25	150	169200	12.5	14100	
SANITARIOS	2,738	10	4.8	15	150	410700	72	197136	
LLAVES DE LAVABO	1,725	4	2	40	160	276000	80	138000	
REGADERAS	90	15	10	5	75	6750	50	4500	
TOTAL	5,681					862650		353736	508914
									41%

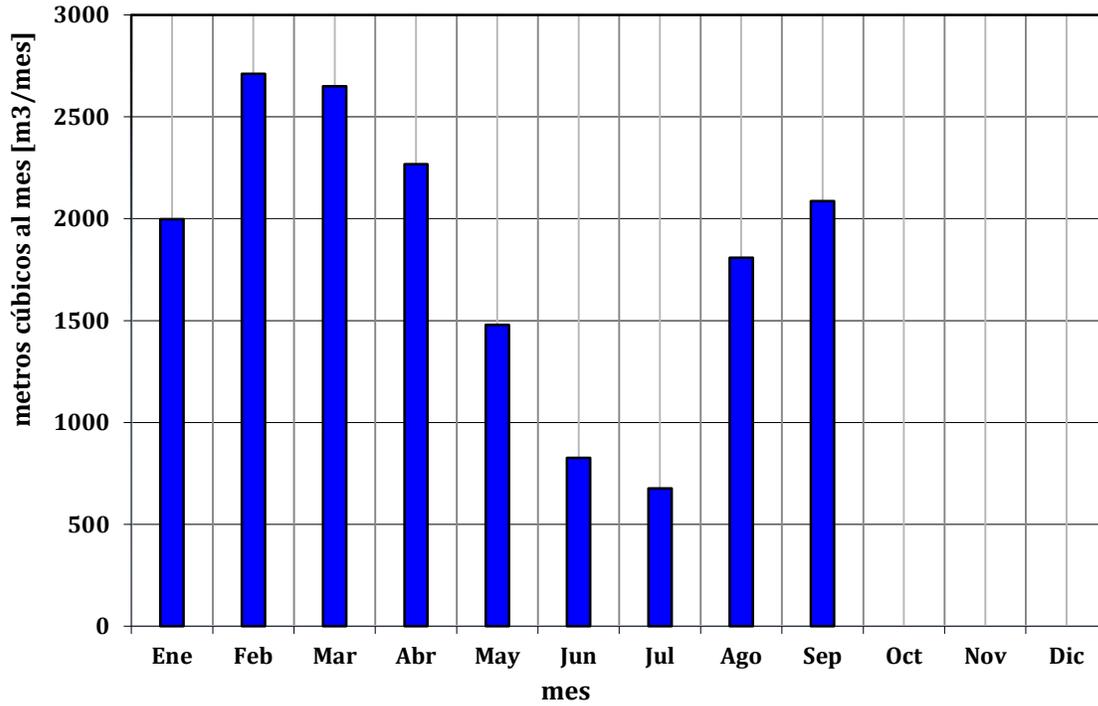
Sin embargo, es fundamental la supervisión y el mantenimiento de los muebles de baño, sin los cuales el ahorro puede decrecer sustancialmente. Es por ello que PUMAGUA realiza talleres con el personal de mantenimiento de las entidades/dependencias para capacitarlos en estos temas.

Entidades externas y vinculación del PUMAGUA

Este año se enfocaron se le dio seguimiento al Programa en los campus donde ya está implementado PUMAGUA, y se comenzó la implementación en otros campus universitarios, así como en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS).

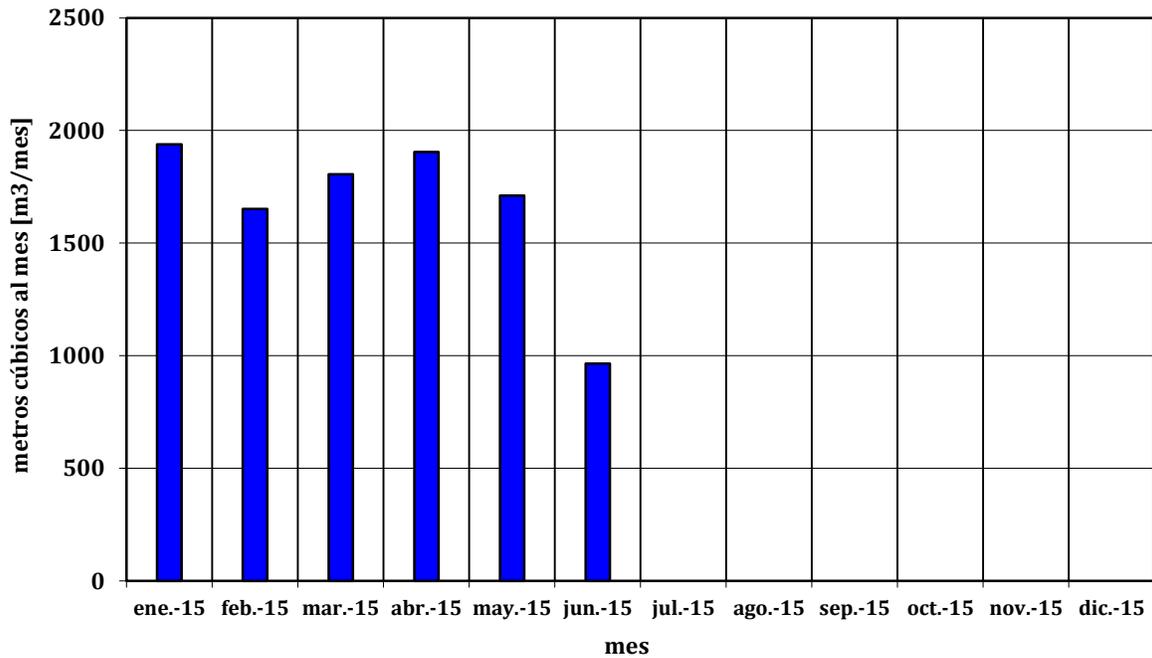
En el primer caso se encuentran la Facultad de Estudios Superiores Aragón y el campus Juriquilla de la UNAM en el estado de Querétaro. Se realizaron visitas para actualizar las mediciones del suministro del agua potable en los edificios donde tienen medidores instalados, además de identificar si algún equipo se encuentra dañado.

Suministro mensual 2015. FES Aragón



Gráfica 11. Mediciones en la FES Aragón.

Suministro Mensual 2015. UNAM campus Juriquilla.



Gráfica 12. Mediciones en UNAM Juriquilla



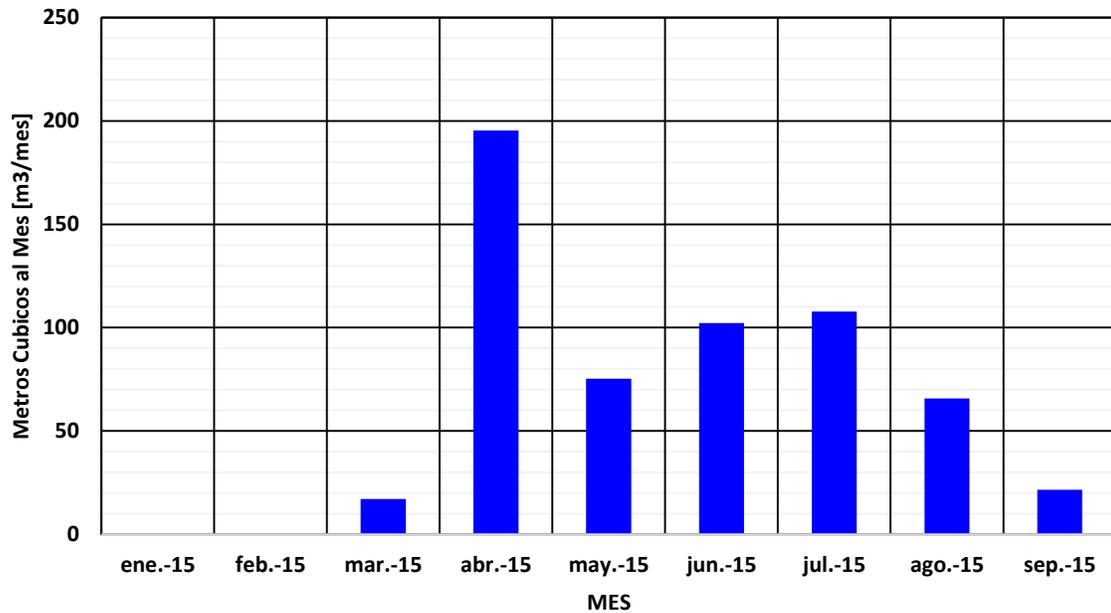
Figura 15. Trabajos para actualizar las mediciones en campus externos.

Por otro lado en el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias en el campus Morelos de la UNAM se instalaron 7 medidores para monitorear el consumo, perdidas y los puntos de mayor demanda en base a la propuesta realizada por PUMAGUA. Desde abril se cuenta con mediciones de consumo.



Figura 16. Instalación de equipos en el CRIM Morelos.

Medición del suministro CRIM Morelos 2015



Gráfica 13. Medición del suministro en el CRIM Morelos.

En la Facultad de Estudios Superiores Acatlán (FES Acatlán) se concluyó con el levantamientos de la red hidráulica del campus para identificar las acometidas hidráulicas en los edificios y poder realizar la propuesta de los medidores para implementar un sistema de monitoreo del suministro de agua potable en la FES.

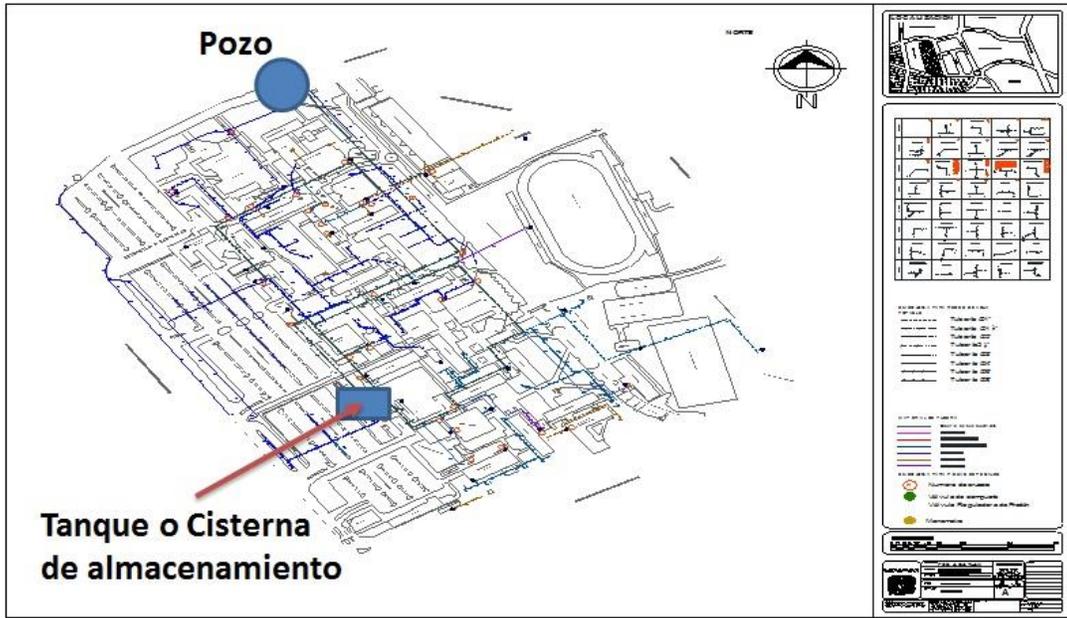
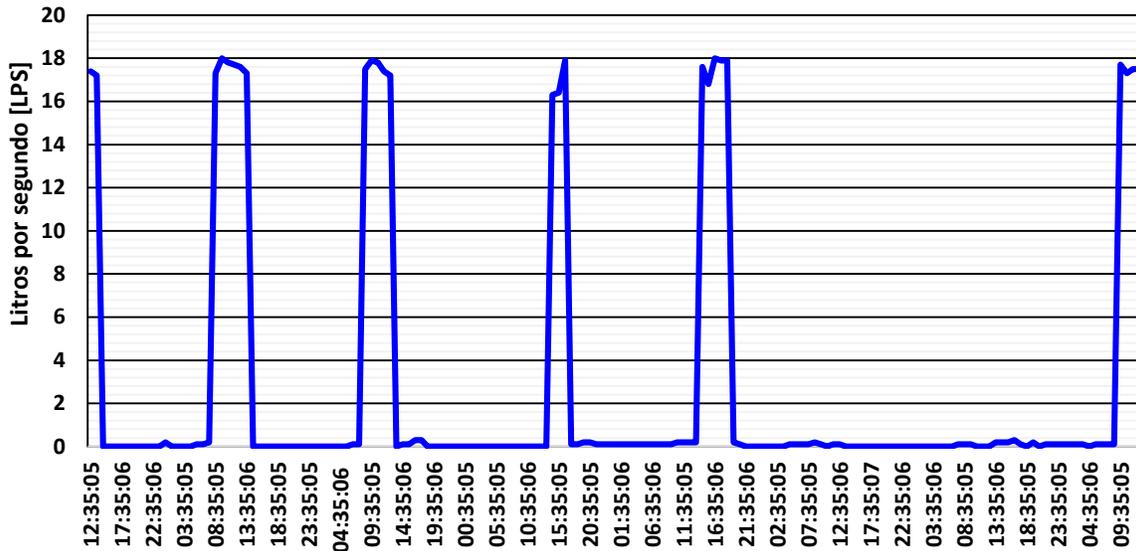


Figura 17. Plano de la red hidráulica de FES Acatlán realizado por pumagua.



Figura 18. Trabajos de campo en la FES Acatlán

Medición de una semana en el pozo de la FES Acatlán



Gráfica 14. Medición en el pozo de FES Acatlán.

Por otro parte, la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) acepto la propuesta realizada por PUMAGUA para la implementación de un sistema de monitoreo del suministro de agua potable en el campus La Paz de UABCS.

Ya cuenta con 15 de los 29 medidores propuestos y está por adquirir el resto. La primera semana de diciembre se realizara la instalación de los medidores bajo los lineamientos y recomendaciones hechas por pumagua.



Figura 19. Trabajos de medición y levantamiento de la red en la UABCS

Formación de recursos humanos

La formación de recursos humanos es parte primordial de los objetivos del pumagua. En el área de balance hidráulico, si bien la mayoría de estudiantes pertenecen a la carrera de ingeniería civil, estudiantes de otras ingenierías y de la licenciatura en informática han participado de manera muy importante en los avances logrados este año.

La mayoría de becarios que participan en el área de balance hidráulico cumplen con un periodo de servicio social, en el cual, dependiendo su desarrollo y ganas de trabajar se les otorga la beca. Este proceso es contante y por lo tanto el personal del área va cambiando continuamente.

Tabla 8. Becarios del área de balance hidráulico durante 2015

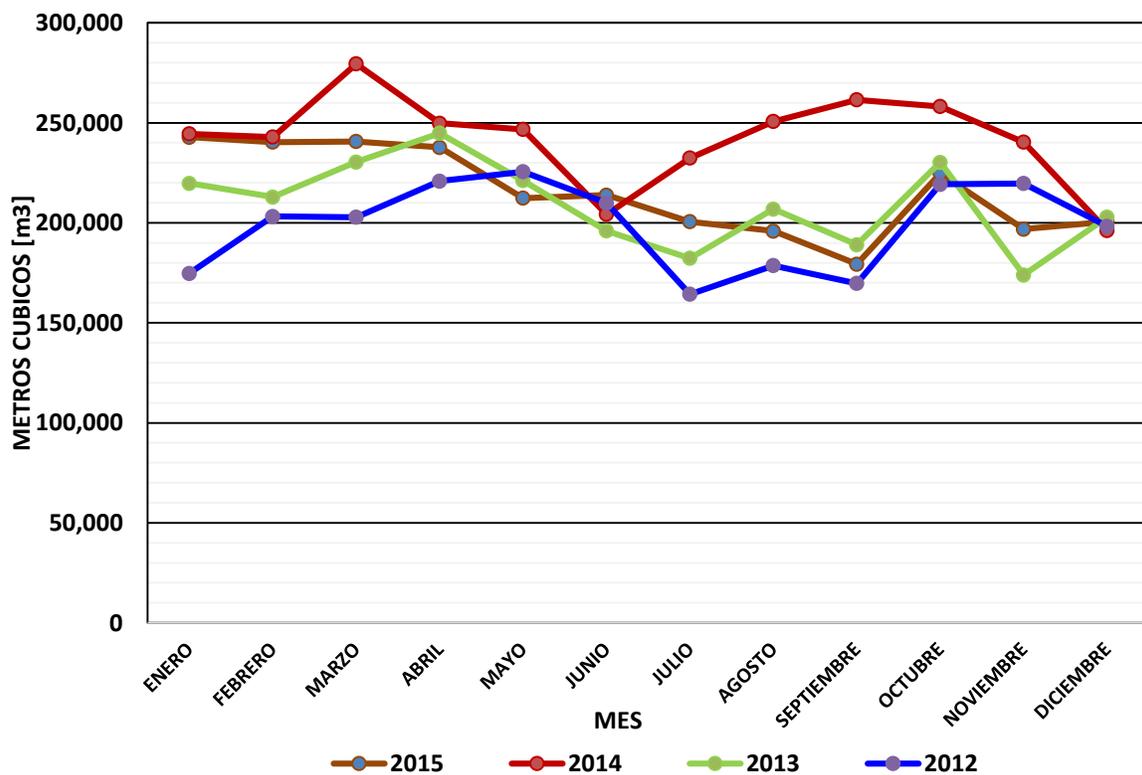
Formación de recursos humanos en el área de balance hidráulico durante el año 2015					
Nombre	Cargo	Periodo	Carrera	Escuela	Observaciones
Omar Sebastian Martínez Morales	Becario	Marzo - Diciembre	Ingeniería Civil	FES Acatlán	Conclusión de estudios de licenciatura
Oscar Jiménez Felix	Becario	Octubre - Diciembre	Ingeniería Civil	Facultad de Ingeniería	Octavo semestre de la carrera
Jesús Roberto Paredes Becerra	Becario	Marzo - Diciembre	Ingeniería Civil	Facultad de Ingeniería	Conclusión de estudios de licenciatura
Jesús de León Ortega	Becario	Octubre - Diciembre	Ingeniería Civil	FES Aragón	Tesis
David Ramírez Fuentes	Becario	Octubre - Diciembre	Informática	Facultad de Contaduría y Administración	Tesis
Luis Enrique Mendoza Fuentes	Becario	Marzo - Diciembre	Informática	Facultad de Contaduría y Administración	Conclusión de estudios de licenciatura
Armando García Hernandez	Becario	Enero - Septiembre	Ingeniería Mecánica	Facultad de Ingeniería	Octavo semestre de la carrera
Martín Ángeles Valdez	Becario	Enero - Septiembre	Ingeniería Civil	Facultad de Ingeniería	Tesis
Jose Eduardo Hernandez Crisóstomo	Becario	Enero - Marzo	Ingeniería Civil	Facultad de Ingeniería	Conclusión de estudios de licenciatura
Iván Alejandro Cornejo Alcalde	Becario	Enero - Marzo	Informática	Facultad de Contaduría y Administración	Conclusión de estudios de licenciatura
Jesús Gallegos Jiménez	Becario	Enero - Marzo	Ingeniería Civil	Facultad de Ingeniería	Octavo semestre de la carrera

Conclusiones

Después de nueve años de existencia, es posible señalar que PUMAGUA ha cumplido en gran medida con las metas propuestas en su inicio y que actualmente constituye un modelo de manejo eficiente de agua.

La extracción de los pozos de CU ha disminuido año con año desde la creación del pumagua, excepto el año 2014 que se tuvieron muchos problemas con la operación de la red en el segundo semestre del año. Aun así el avance logrado con los distintos ejes de acción que pumagua en coordinación con la DGOC y las entidades universitarias ha sido de gran importancia.

**Compartaiva de la extraccion mensual de los pozos de CU
Estimando la extraccion de los meses restantes para 2015**



Gráfica 15. Extracción mensual de los pozos de CU 2012-2015

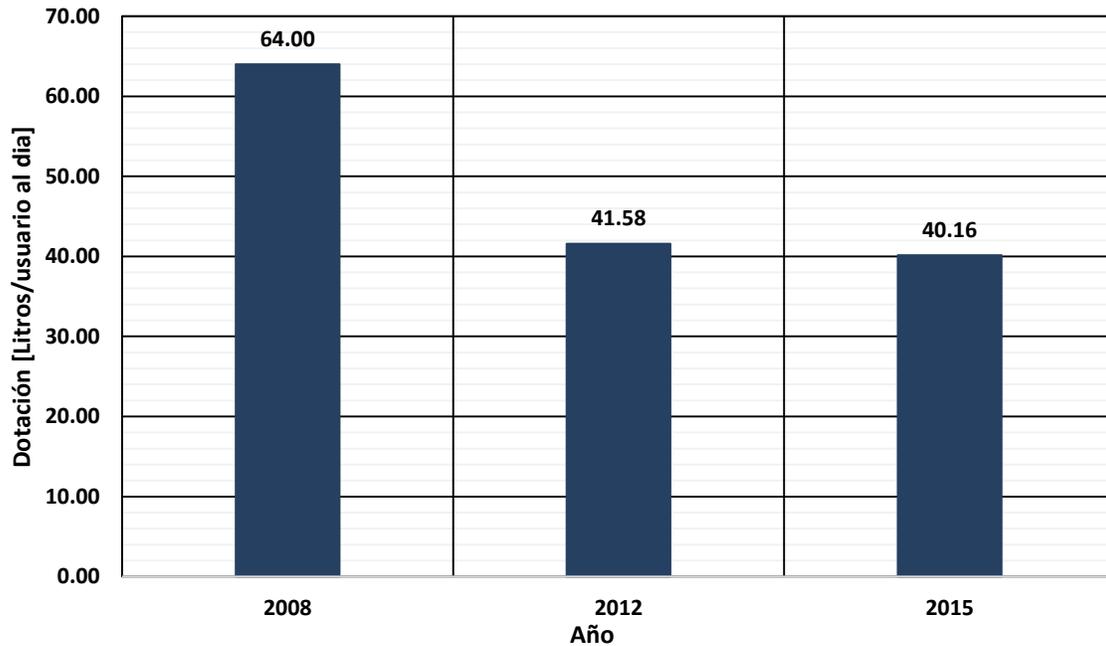
Sin embargo y como se mencionó anteriormente, el crecimiento de la población en CU es un factor muy importante a tomar en cuenta, a continuación se muestra una comparativa de la extracción, la población y la dotación del campus.

Tabla 9. Comparación de la dotación en distintos años, tomando en cuenta el crecimiento de población.

Año	Población total de CU [hab]	Extracción de los pozos [l/s]	Dotación [l/usuario/día]
2008(antes de pumagua)	135000.00	100.00	64.00
2012(año con menor extracción)	160000.00	77.00	41.58
2015(actualidad)	185000.00	86.00	40.16

Como se puede ver en la tabla 8, la dotación en el año 2008 es mayor que en los años consecutivos, en el presente año se tiene una dotación de 40 [Litros/usuario/día], ligeramente menor que la de 2012.

Comparativa de la dotación en 2008, 2012 y 2015.



Gráfica 16. Dotación en el año 2008, 2012 y 2015

Para el año 2016 se pretende seguir con el monitoreo en todos los ejes de acción de balance hidráulico para lograr un mayor avance en las metas establecidas por el programa, logrando el 100 % de cobertura de medición, una disminución significativa de las pérdidas con la recuperación de caudales y el proyecto de la sustitución de tuberías, seguimiento al programa de muebles de baño, riego eficiente y sustitución de vegetación nativa y la expansión del programa a los campus que aún no se han integrado al pumagua.

Calidad del Agua

Indicadores de avance

- ✓ Se han instalado despachadores de agua en cuatro dependencias y en tres más la instalación se efectuará a principios de 2016.
- ✓ Con respecto al año 2014 se ha logrado disminuir los días de incumplimiento de la NOM 127 con respecto al cloro libre residual.
- ✓ Se ha establecido un sistema de comunicación con entidades cuyos bebederos son monitoreados por PUMAGUA mediante un banner/cartel en el cual se informa de manera continua sobre el cumplimiento del agua abastecida por el bebedero.
- ✓ El número de despachadores y bebederos monitoreados aumento a 11 con respecto al año 2014 cuando se monitoreaban 6. Los resultados evidencian que el agua es apta para uso y consumo humano y no se requiere el uso de dispositivos de tratamiento (filtros).
- ✓ El agua residual tratada cumplió en todo momento con los parámetros establecidos en la normatividad.
- ✓ Se concluyó una tesis sobre la capacidad de remoción de microorganismos de la Planta de Tratamiento del Cerro del Agua.
- ✓ Se realizó el diagnóstico de la calidad del agua potable de la FES Acatlán y se dio asesoría al personal de la misma para la reinstalación del sistema de desinfección de agua potable a base de hipoclorito de sodio al 13%. De igual modo se instalaron 20 bebederos que comenzaran a funcionar en cuanto se tenga el análisis completo de la NOM-127-SSA1-1994, (2000).
- ✓ Se concluyó el diseño del componente “Calidad del agua” del Observatorio del Agua UNAM.

Agua para Uso y Consumo Humano

Con el fin de asegurar la calidad del agua que se suministra para uso y consumo humano en el *campus* Ciudad Universitaria, se vigiló el cumplimiento de las normas oficiales NOM-127-SSA1-1994

(2000), NOM-230-SSA1-2002, y NOM-179-SSA1-1998. Para ello, se llevó a cabo un monitoreo integral permanente de la calidad del agua a través de mediciones puntuales en todas las etapas del sistema de abastecimiento, medición en tiempo real de la red de distribución, inspección de los requisitos sanitarios en tanques de almacenamiento en edificios (cisternas), análisis de muestras certificado por un laboratorio externo, además del diagnóstico en puntos de consumo.

Monitoreo puntual

El monitoreo puntual consiste en tomar muestras de agua en diversos sitios del sistema de abastecimiento de agua potable para la medición y verificación del cumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos conforme a las normas vigentes.



Figura 20. Monitoreo de cloro residual libre.



Figura 21. Despachador de agua instalado en el Centro de Lenguas Extranjeras (CELE).

Se monitorearon los siguientes sitios los cuales abarcan desde la fuente de abastecimiento hasta los puntos de consumo (bebederos) con el objetivo de asegurar el suministro de agua de buena calidad para toda la comunidad universitaria y actuar oportunamente en caso de detectar alguna anomalía.

Tabla 10. Sitios de monitoreo cloro residual libre.

1. Departamento de Psiquiatría y Salud Mental
2. Instituto de Ecología
3. TV UNAM
4. Instituto de Investigaciones Materiales
5. Centro cultural Universitario CCU
6. Dirección General de Servicios Médicos
7. Dirección General Orientación y Servicios Educativos
8. Anexo de Ingeniería
9. Medicina, comedor exterior
10. Relaciones Laborales
11. Centro de Desarrollo infantil
12. División de Universidad Abierta
13. Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
14. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe
15. Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación
16. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
17. Facultad de Derecho
18. Facultad de Arquitectura
19. Frontón Cerrado
20. Universum

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Tabla 11. Sitios de monitoreo análisis microbiológicos del agua.

1. Tanque Alto
2. Bebedero Unidad de Posgrado
3. Base PUMABUS
4. Bebedero Filosofía y Letras
5. Tanque Bajo
6. Bebedero Facultad de Medicina, Biblioteca
7. Bebedero Facultad de Química
8. Bebedero Escuela Nacional de Trabajo Social
9. Bebedero Pista de Calentamiento
10. Bebedero Centro de Lenguas Extranjeras (CELE)
11. Bebedero Facultad de Medicina, Bustos
12. Base 1 Vigilancia
13. Bebedero Facultad de Ciencias
14. Almacenes Dirección de Literatura Av. Imán
15. Tanque Vivero Alto
16. Bebedero Facultad de Ingeniería
17. Bebedero Facultad de Derecho
18. Estadio Olímpico Universitario
19. Dirección General de Obras y Conservación
20. Bebedero Ecología

Tabla 12. Numero de mediciones por parámetro monitoreado.

Tipo de monitoreo	Periodicidad de Muestreo	Número de Mediciones
Cloro residual libre	Semanal	20
Microbiológico	Semanal	10
Monitoreo de Cisternas	Mensual	52

Resultados Calidad del Agua

Durante todo el año los parámetros fisicoquímicos nitratos, pH, turbiedad y sólidos disueltos totales se mantuvieron dentro de los límites establecidos en la norma mexicana vigente de agua potable NOM-127-SSA1-1994, (2000).

En cuanto a los parámetros microbiológicos coliformes fecales y coliformes totales, no se detectó su presencia en la red de distribución o en bebederos, aun cuando se detectaron concentraciones de cloro residual libre por debajo del límite mínimo de norma, también se detectaron concentraciones por arriba del límite máximo, presentándose así variaciones que van desde 0 mg/l hasta valores de 3.5 mg/l.

Resultados monitoreo puntual en bebederos

Para el monitoreo de cloro residual libre en bebederos el porcentaje de incumplimiento fue del 28% (2% por arriba de norma y 26% debajo de norma). Sin embargo, no se presentó contaminación por coliformes fecales y/o totales en ningún bebedero monitoreado, ni siquiera en los muebles que no corresponden con el diseño especificado por PUMAGUA.

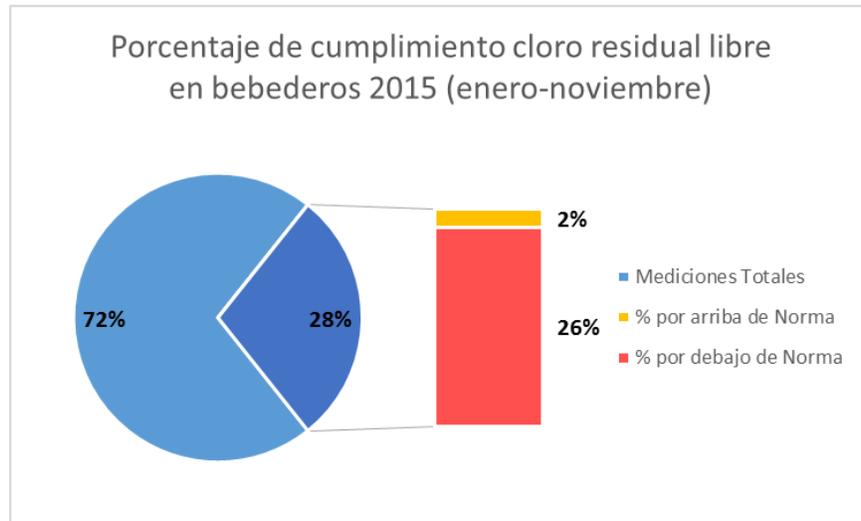


Figura 22. Porcentaje de cumplimiento cloro residual libre en bebederos durante el 2015.

Con respecto al año 2014 se obtuvo un 5% más de cumplimiento para las mediciones de cloro residual libre.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

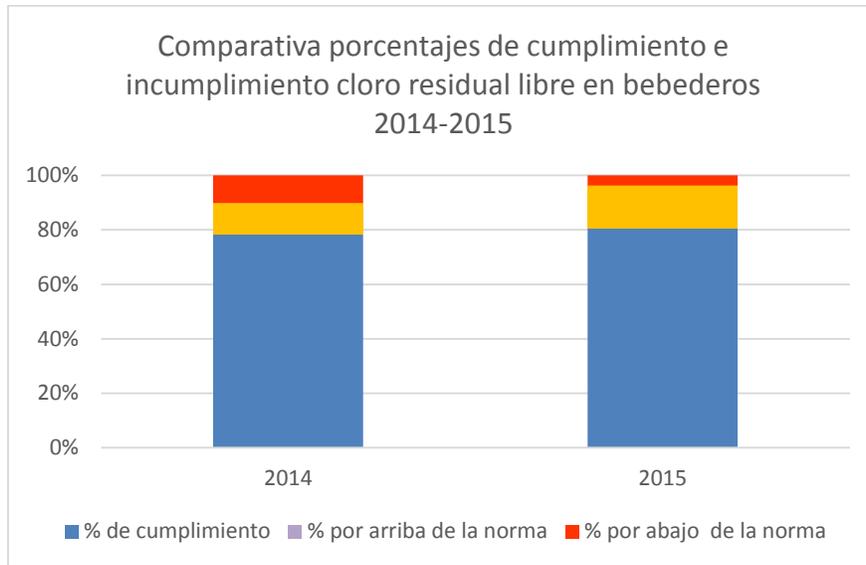


Figura 23. Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento cloro residual libre en bebederos comparativa entre 2014-2015.

Resultados monitoreo puntual en red de distribución

Para el monitoreo de cloro residual libre en la red de distribución, el porcentaje de incumplimiento fue de un 20% (8% por arriba de norma y 12% por debajo de norma). Al igual que en los bebederos, no se registró contaminación por coliformes fecales y/o totales.

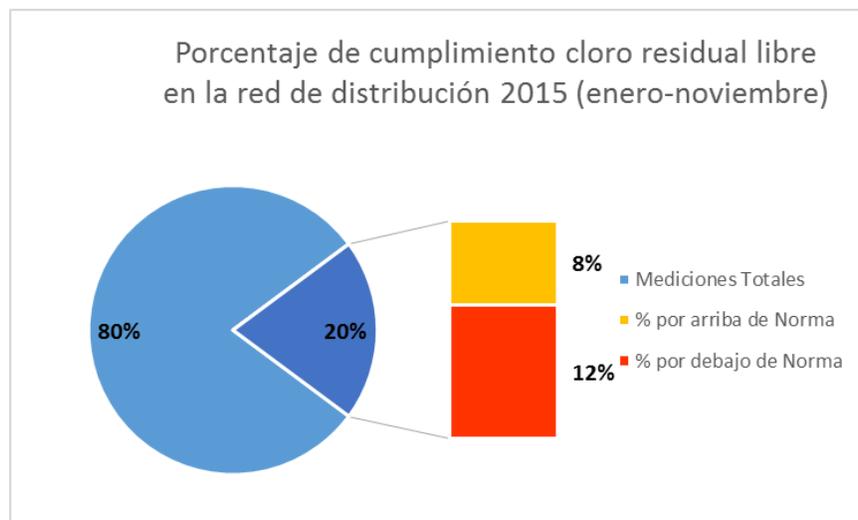


Figura 24. Porcentaje de cumplimiento cloro residual libre en la red de distribución durante el 2015.

Con respecto al año 2014 se obtuvo un 5% más de cumplimiento para las mediciones de cloro residual libre.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

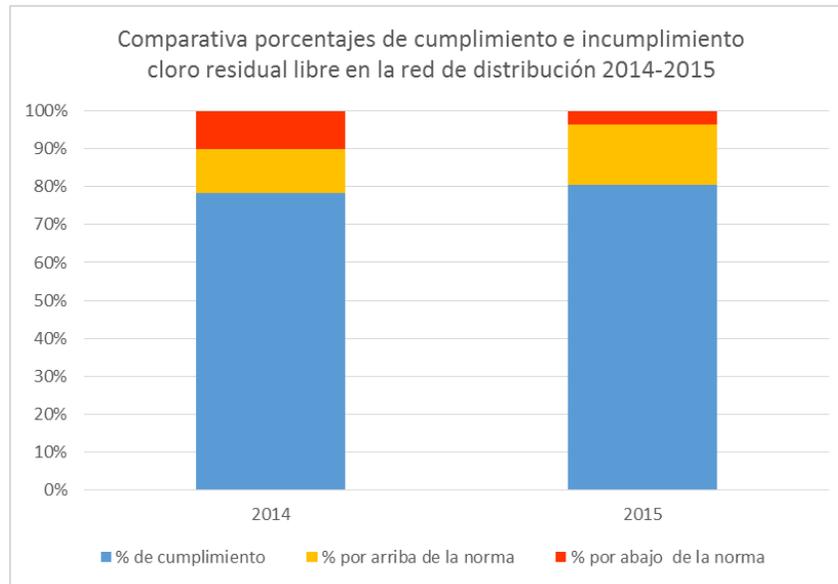


Figura 25. Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento cloro residual libre en la red de distribución comparativa entre 2014-2015.

Los parámetros de nitratos, pH, turbiedad y sólidos disueltos totales cumplieron en un 100% con lo establecido en la normatividad tanto para la red de distribución como para los bebederos.

Los resultados obtenidos en el monitoreo puntual durante el 2015, evidencian que el agua de suministro posee una buena calidad para uso y consumo humano, sin embargo, para el aseguramiento de la calidad del agua la DGOC requiere garantizar de manera permanentemente una operación eficiente de los sistemas de desinfección, de tal forma que se mantengan concentraciones de cloro residual libre dentro del límite permisible de norma (0.2 a 1.5 mg/L). De igual manera el agua que se distribuye en Ciudad Universitaria no necesita ningún sistema de filtración adicional.

Monitoreo en tiempo real

El monitoreo en tiempo real se realiza mediante un sistema de sensores de medición en línea, instalado en el Instituto de Ingeniería de la UNAM desde el año 2009. El sistema está conformado por 5 sensores con los cuales se miden 6 parámetros: cloro residual libre, nitratos, turbiedad, pH, sólidos disueltos totales y temperatura. Los sensores registran y almacenan datos cada 5 minutos, lo cual genera 281 registros por día para cada parámetro.



Figura 26. Sistema de sensores de medición de calidad del agua en tiempo real, CU, UNAM. 2015

Durante el periodo de monitoreo los parámetros de calidad del agua (nitratos, solidos disueltos totales, turbiedad, pH) se mantuvieron dentro de los límites establecidos en la normatividad.

En el caso del cloro residual libre se detectaron mediciones que rebasan los límites permisibles (0.2 a 1.5 mg/L) establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 (2000). Se detectaron variaciones que van desde 0.00 mg/L hasta 3.43 mg/L. Estas variaciones se presentan por cambios o descalibraciones en los sistemas de cloración además de la pérdida del cloro por evaporación y fricción con las tuberías.

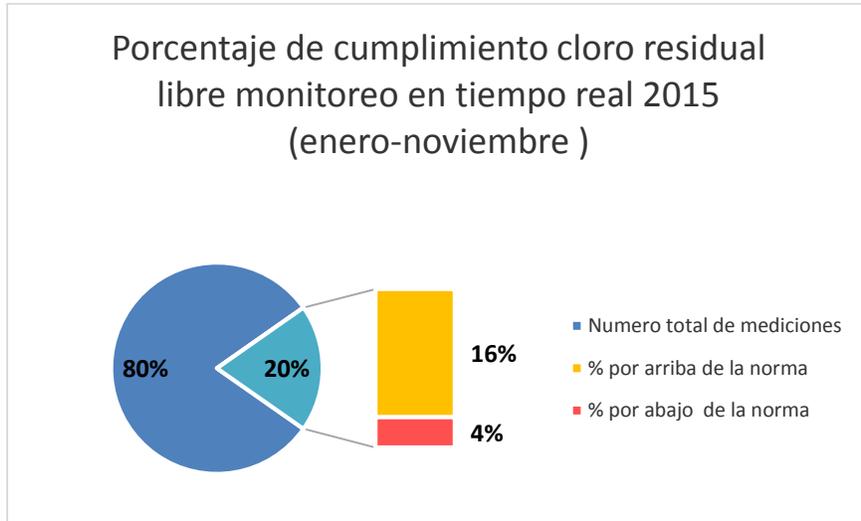


Figura 27. Porcentaje de cumplimiento cloro residual libre monitoreo en tiempo real durante el 2015.

Se encontró un cumplimiento del 80% en las mediciones (16% por arriba de la norma y 4% por debajo de la norma), mostrando una mejor operación del sistema de desinfección respecto al 2014 teniendo un 7.84% más de cumplimiento. Sin embargo, se tiene que seguir trabajando para alcanzar una mayor eficiencia en el sistema. En 2016 se procurará dar aviso a la DGOC cuando se detecte que se está a punto de rebasar el límite permisible, sin esperar a que esto ocurra, con el fin de que la dosificación de cloro evite el incumplimiento.

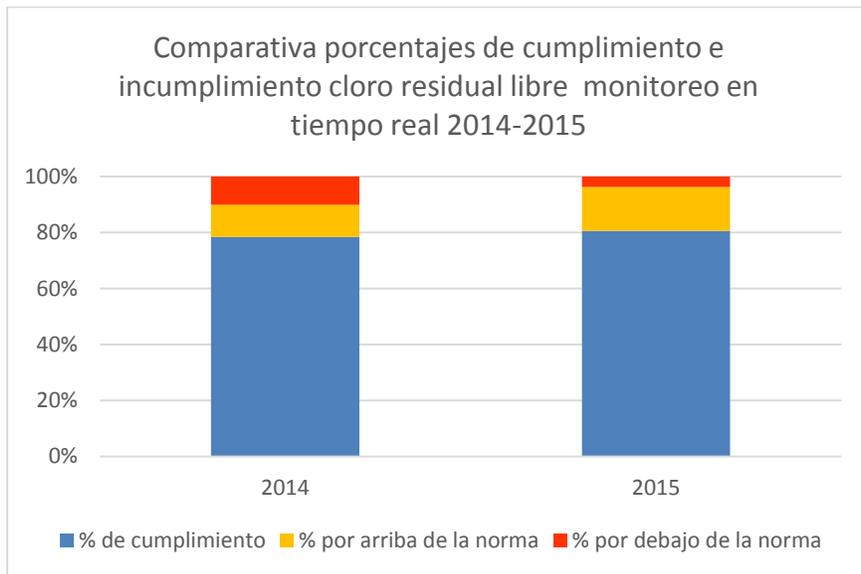


Figura 28. Porcentaje de cumplimiento e incumplimiento cloro residual libre monitoreo en tiempo real comparativa entre 2014-2015.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Con respecto a la concentración de nitratos, se detectó un cumplimiento de la normatividad en el 100% de los casos. Cabe señalar que la concentración se mantuvo estable con respecto a 2014, teniendo como valor máximo 5.8 mg/L, como valor mínimo 1.97 mg/L y un promedio de 5.25 mg/L. En la gráfica se muestra la comparación de nitratos entre 2014 y 2015.

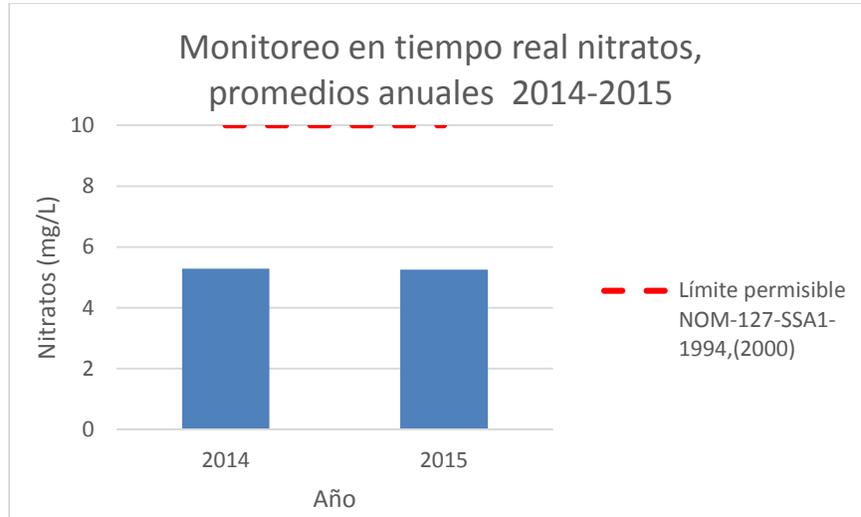


Figura 29. Promedios anuales 2014-2015 concentración de nitratos monitoreo en tiempo real.

Los parámetros turbiedad, solidos disueltos totales y pH cumplen en un 100% con lo establecido en la normatividad.

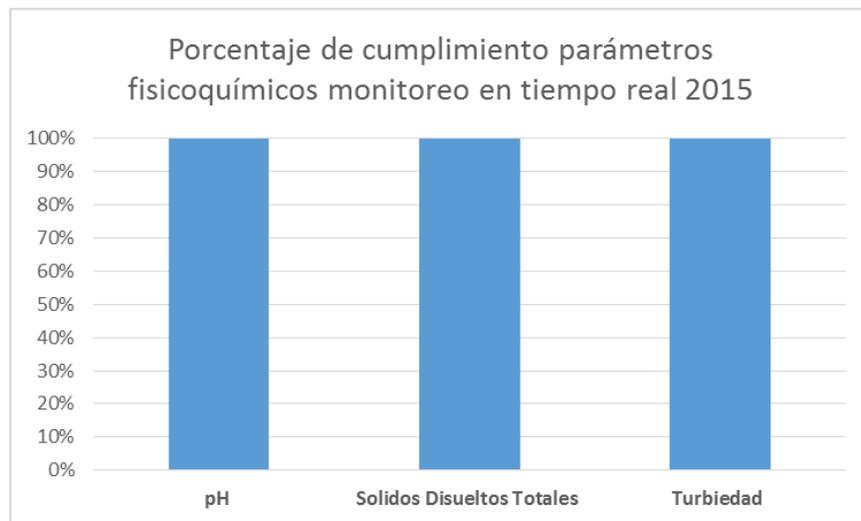


Figura 30. Porcentaje de cumplimiento de los parámetros pH, Solidos Disueltos Totales y Turbiedad.

Inspección de condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento en edificios

La inspección de condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento es primordial para proteger la calidad del agua. En la norma NOM-179-SSA1-1998 y NOM-230-SSA1-2002 se especifican criterios de referencia para su evaluación.

Mensualmente se llevó a cabo dicha inspección en 52 tanques de almacenamiento en edificios, además de la medición de cloro residual libre. Un total de 450 mediciones fueron realizadas en el periodo de febrero a noviembre de 2015.

En la tabla 4 se señala con una "X" los requerimientos para mantener condiciones sanitarias en cada uno de los 52 tanques monitoreados.

Los problemas que más se observaron en la inspección son superficies metálicas oxidadas en contacto con el agua (escaleras, tubos); falta de limpieza dentro de la cisterna; falta de protección con malla de tipo mosquitero o similar en dispositivos de ventilación, rejillas, tubos u otros ductos; y falta de impermeabilización en paredes interiores y superficies metálicas en contacto con el agua.

Los tanques que requieren atención urgente son los de la Torre de Rectoría, Centro de Estudios Cinematográficos, Torre de Investigaciones de la Facultad de Medicina, Jardín Botánico, Casita de las Ciencias Universum, Posgrado de Contaduría, Subestación de Relaciones Laborales y Talleres de Conservación.

Algunas dependencias ya han realizado mejoras en sus tanques de almacenamiento para proteger la calidad el agua. Entre ellos: Bicipuma, CENDI, Facultad de Psicología, División de Universidad Abierta, Estadio Olímpico Universitario, Museo Universitario de Arte Contemporáneo, Posgrado de Economía e Instituto de Química, .

Como se observa en la tabla 5, los tanques que detectaron concentraciones de cloro residual libre por debajo del límite mínimo (insuficiente para una desinfección adecuada) fueron Centro de Estudios Cinematográficos, Filmoteca UNAM, Instituto de Biología, Instituto de Química conjunto E (interior), Museo Universitario de Arte Contemporáneo, Subdirección de Registro y Aplicación de Exámenes de Selección y Tienda UNAM.

Durante el periodo de monitoreo dicho parámetro presentó variaciones que van desde 0.00 mg/L a 2.00 mg/L. Se detectaron concentraciones menores al límite mínimo en la norma NOM-127-SSA1-1994 (2000), por lo cual es necesario continuar con la vigilancia de este parámetro, ya que si la cisterna de almacenamiento no recibe la debida limpieza y el agua no lleva las concentraciones de cloro necesario, puede contaminarse fácilmente.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Tabla 13. Requerimientos para mantener condiciones sanitarias en tanques de almacenamiento

N° de tanque	Nombre de tanque de almacenamiento	Requerimientos necesarios para mantener condiciones sanitarias*									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Biblioteca Central	X									
2	Bicipuma CU	X			X						X
3	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico			X	X						
4	Centro de Desarrollo Infantil							X			
5	Centro de Estudios Cinematográficos	X			X		X	X			
6	Coordinación de Servicios Urbanos	X				X		X			X
7	Dirección de Teatro y Danza (1)	X			X						X
8	Dirección de Teatro y Danza (2)	X			X						X
9	Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas			X	X		X			X	
10	DGTIC (antes Dirección General de Servicios de Computo Académico DGSCA)										X
11	Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios	X					X	X			
12	Dirección General de Obras y Conservación	X		X	X		X			X	
13	División de Universidad Abierta - DUA (antes posgrado de Derecho)	X			X	X		X			
14	Estadio Olímpico Universitario, palomar	X				X		X			X
15	Facultad de Ciencias, Principal	X			X				X	X	
16	Facultad de Ciencias, Tlahuizcalpan	X		X							
17	Facultad de Filosofía y Letras			X			X	X			
18	Facultad de Medicina, torre de Investigaciones	X	X		X		X	X			
19	Facultad de Psicología	X			X						X
20	Facultad de Química, conjunto D		X		X	X					
21	Facultad de Química, conjunto E (Exterior)		X	X	X	X					
22	Facultad de Química, conjunto E (Interior)					X					X
23	Filmoteca UNAM 1										
24	Filmoteca UNAM 2										
25	Gimnasio-Tae kwon do	X		X	X		X	X			X
26	Hemeroteca Nacional	X					X	X			
27	Instituto de Biología, edificio A-B	X			X		X	X			X
28	Instituto de Biología, edificio C-D	X			X		X	X			X
29	Instituto de Fisiología Celular							X			
30	Instituto de Investigaciones Biomédicas	X			X						X
31	Instituto de Investigaciones en Materiales, edificio C						X	X			
32	Instituto de Investigaciones en Materiales, edificio E						X	X			
33	Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación				X		X	X			
34	Instituto de Investigaciones Sociales	X									
35	Instituto de Matemáticas						X				
36	Instituto de Química				X						X
37	Jardín Botánico			X	X		X	X	X	X	
38	Museo Universitario de Arte Contemporáneo	X				X	X	X			
39	Museo Universum	X									
40	Museo Universum, Casita de las Ciencias	X			X		X	X			
41	Posgrado de Contaduría	X		X	X						X
42	Posgrado de Economía	X					X	X	X		
43	Relaciones Laborales, subestación	X			X		X				
44	Salas Culturales	X			X					X	X
45	Subdirección de registro y aplicación de examen de selección	X									
46	Talleres de Conservación	X		X	X			X	X		X
47	Tienda UNAM #3	X			X			X			
48	Torre de Humanidades II						X	X			
49	Torre de Ingeniería							X			X
50	Torre de Rectoría	X	X		X	X	X	X	X	X	X
51	Unidad de Seminarios	X	X		X						
52	Unión de Universidades de América Latina y el Caribe	X	X			X			X		

***Equivalencias**

1. Superficies metálicas oxidadas en contacto con el agua (escaleras, tubos).
2. Ausencia de sardinel que impida escurrimientos hacia el interior del tanque.
3. Falta de mantenimiento en tapas.
4. Falta de limpieza dentro de la cisterna.
5. La cisterna no está protegida contra vandalismo.
6. falta de protección con malla de tipo mosquitero o similar en dispositivos de ventilación, rejillas, tubos u otros ductos
7. Falta Impermeabilización en paredes interiores y superficies metálicas en contacto con el agua.
8. Presencia de fauna en el agua.
9. Presencia de flora en el agua.
10. Faltan ductos de ventilación en forma de "u" o de codo invertido.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Tabla 14. Porcentaje de cumplimiento del parámetro cloro residual libre en tanques de almacenamiento de agua para uso y consumo humano

N° de cisterna	Nombre de la cisterna de almacenamiento	N° de mediciones realizadas	Cumplimiento de la NOM-127-SSA1-1994 (2000) parámetro cloro residual libre			
			Por debajo del límite mínimo (%)	Por arriba del límite máximo (%)	Fuera de norma (%)	Dentro de norma (%)
1	Biblioteca Central	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
2	Bicipuma CU	8	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
3	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	8	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
4	Centro de Desarrollo Infantil	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
5	Centro de Estudios Cinematográficos	5	40.00%	0.00%	40.00%	60.00%
6	Coordinación de Servicios Urbanos	7	0.00%	28.57%	28.57%	71.43%
7	Dirección de Teatro y Danza (1)	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
8	Dirección de Teatro y Danza (2)	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
9	Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
10	DGTIC (antes Dirección General de Servicios de Computo Académico DGSCA)	8	0.00%	25.00%	25.00%	75.00%
11	Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
12	Dirección General de Obras y Conservación	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
13	División de Universidad Abierta - DUA (antes posgrado de Derecho)	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
14	Estadio Olímpico Universitario, palomar	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
15	Facultad de Ciencias, Principal	7	0.00%	28.57%	28.57%	71.43%
16	Facultad de Ciencias, Tlahuizcalpan	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
17	Facultad de Filosofía y Letras	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
18	Facultad de Medicina, torre de Investigaciones	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
19	Facultad de Psicología	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
20	Facultad de Química, conjunto D	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
21	Facultad de Química, conjunto E (Exterior)	8	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
22	Facultad de Química, conjunto E (Interior)	8	12.50%	0.00%	12.50%	87.50%
23	Filmoteca UNAM 1	7	28.57%	14.29%	42.86%	57.14%
24	Filmoteca UNAM 2	4	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
25	Gimnasio-Tae kwon do	8	0.00%	25.00%	25.00%	75.00%
26	Hemeroteca Nacional	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
27	Instituto de Biología, edificio A-B	7	14.29%	0.00%	14.29%	85.71%
28	Instituto de Biología, edificio C-D	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
29	Instituto de Fisiología Celular	5	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
30	Instituto de Investigaciones Biomédicas	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
31	Instituto de Investigaciones en Materiales, edificio C	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
32	Instituto de Investigaciones en Materiales, edificio E	6	0.00%	16.67%	16.67%	83.33%
33	Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
34	Instituto de Investigaciones Sociales	8	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
35	Instituto de Matemáticas	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
36	Instituto de Química	6	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
37	Jardín Botánico	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
38	Museo Universitario de Arte Contemporáneo	7	14.29%	0.00%	14.29%	85.71%
39	Museo Universum	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
40	Museo Universum, Casita de las Ciencias	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
41	Posgrado de Contaduría	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
42	Posgrado de Economía	7	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
43	Relaciones Laborales, subestación	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
44	Salas Culturales	8	0.00%	12.50%	12.50%	87.50%
45	Subdirección de registro y aplicación de examen de selección	8	25.00%	0.00%	25.00%	75.00%
46	Talleres de Conservación	7	0.00%	28.57%	28.57%	71.43%
47	Tienda UNAM #3	8	12.50%	25.00%	37.50%	62.50%
48	Torre de Humanidades II	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
49	Torre de Ingeniería	5	0.00%	20.00%	20.00%	80.00%
50	Torre de Rectoría	7	0.00%	28.57%	28.57%	71.43%
51	Unidad de Seminarios	7	0.00%	14.29%	14.29%	85.71%
52	Unión de Universidades de América Latina y el Caribe	8	0.00%	37.50%	37.50%	62.50%

Agua residual tratada

Con el fin de asegurar la calidad del agua residual tratada que se produce en la planta de tratamiento de aguas residuales Cerro del Agua, destinada para el riego de áreas verdes en CU, se verificó el cumplimiento de algunos parámetros establecidos en la norma NOM-003-SEMARNAT-1997, en la cual se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Para ello, se llevó a cabo un monitoreo de la calidad del agua en el efluente de la planta de tratamiento, cisternas de almacenamiento y aspersores de riego. Debido a que la Planta solo produce agua para riego de áreas verdes durante época de secas, operó de este modo hasta abril de 2015 y se reestableció hasta noviembre de 2015.

Durante el periodo de monitoreo el agua residual tratada cumplió con todos los parámetros analizados, conforme a los límites permisibles de norma. Sin embargo, dada la escasez de recursos económicos, las frecuencias de muestreo no fueron las fijadas en dicha norma, y tampoco se midieron todos los parámetros establecidos, lo cual es necesario para una evaluación correcta y aseguramiento de la calidad del agua.

Resultados agua residual tratada

Todos los parámetros monitoreados cumplen en todo momento con lo establecido en la normatividad, evidenciando el buen funcionamiento del sistema de remoción de la planta de tratamiento.

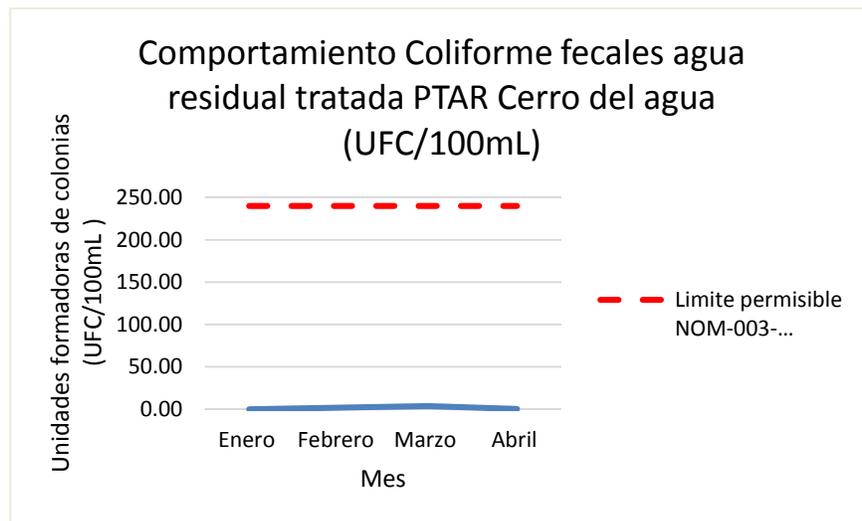


Figura 31. Comportamiento coliformes fecales agua residual tratada PTAR Cerro del Agua.

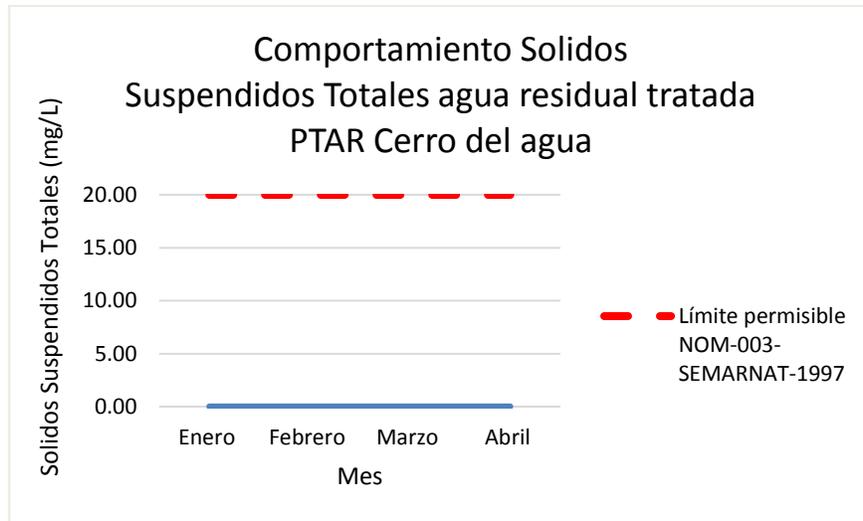


Figura 32. Comportamiento Solidos Suspendidos Totales agua residual tratada PTAR Cerro del Agua.

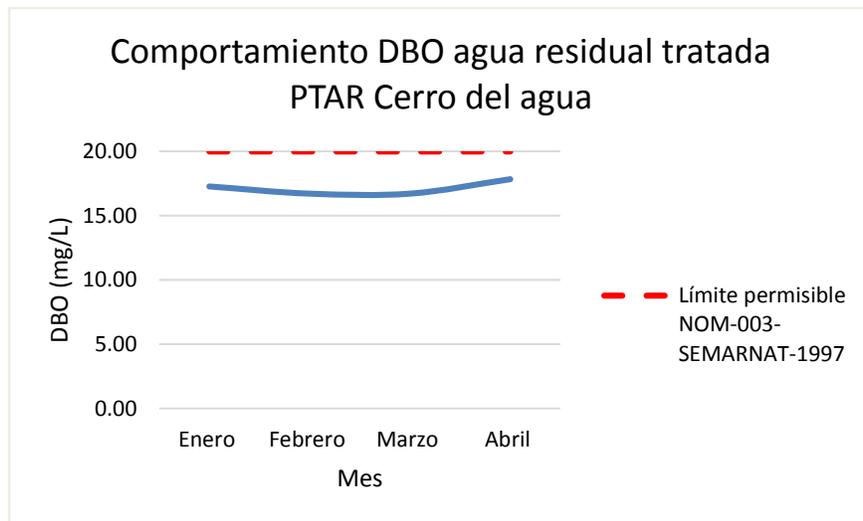


Figura 33. Comportamiento Demanda Bioquímica de Oxígeno agua residual tratada PTAR Cerro del Agua.

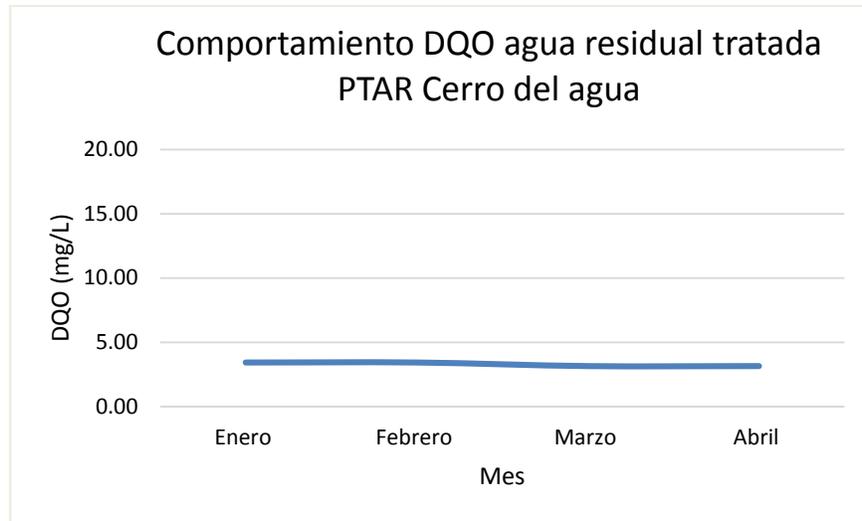


Figura 34. Comportamiento Demanda Química de Oxígeno agua residual tratada PTAR Cerro del Agua

Además de los parámetros de normados, se realizó la medición de la concentración de cloro residual libre, siendo 0.29 mg/l el valor más alto detectado.

En cuanto a las condiciones sanitarias durante el almacenamiento del agua residual tratada, es necesario que se realicen mantenimientos preventivos y correctivos que permitan proteger la calidad del agua que se produce a un alto costo y con buena calidad en la Planta de tratamiento. Como señala Stephanie Paola Espinosa García en su tesis, el sistema de ultrafiltración de la planta de tratamiento de agua residual Cerro del Agua es muy eficiente en la remoción de microorganismos, al no encontrar adenovirus ni sus componentes moleculares. Por lo tanto se llega a la conclusión que el agua proveniente de la planta de tratamiento cumple con lo establecido en la normatividad e incluso tiene una capacidad de remoción de microorganismos que supera los que se muestran en esta.

Observatorio del Agua UNAM, Plataforma digital.

Se trabajó en el desarrollo de la plataforma (funcionalidad, diseño y estructura), entregando el listado de correcciones para la entrega final del proyecto, se calcula que se encuentre funcionando para principios del 2016. Con esta herramienta será más eficiente el monitoreo de la calidad del agua así como el análisis de la información recopilada, además de proporcionar a la población universitaria la capacidad de conocer el estado de la calidad del agua y del sistema de distribución de esta.

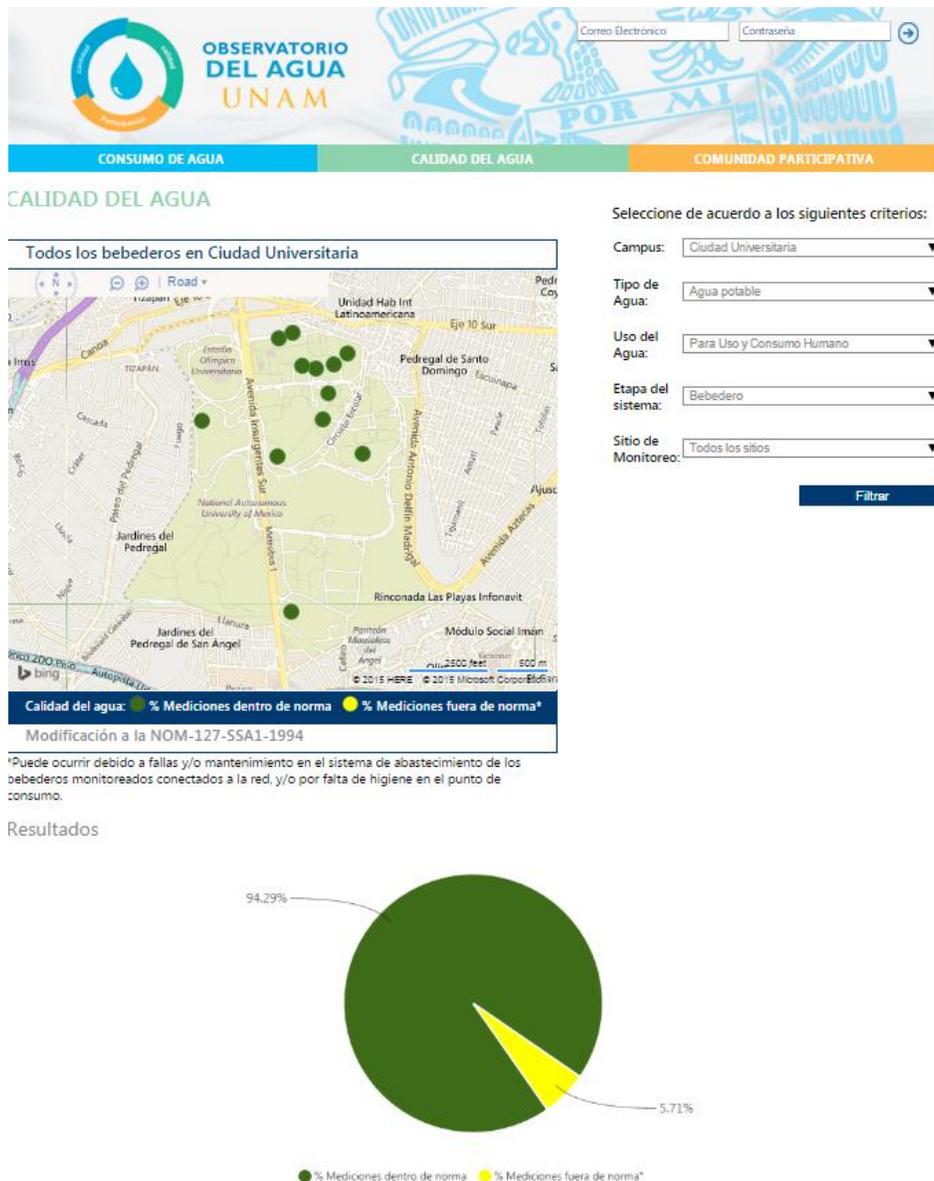


Figura 35. Borrador de la plataforma digital del Observatorio del agua UNAM.

Actividades en otros campus

Facultad de Estudios Superiores Acatlán

Respecto a los resultados del año 2014 reportados para la FES Acatlán, por la falta de un sistema de desinfección del agua extraída, así como por la mala calidad microbiológica que esta presentaba, el sistema de desinfección se instaló nuevamente y se monitorea el cloro residual libre en la red de distribución de acuerdo con las frecuencias establecidas en la NOM-179-SSA1-1998 y los límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994, (2000), encontrándose dentro de los límites establecidos.

La FES Acatlán además instaló 20 bebederos distribuidos dentro del campus. Sin embargo, PUMAGUA recomendó la realización del análisis de todos los parámetros de la NOM-127-SSA1-1994, (2000) para asegurarse de que el agua tiene la calidad para uso y consumo humano. En caso de cumplimiento con la norma señalada, los bebederos se pondrán en funcionamiento.

Conclusiones y Recomendaciones

- Los resultados del monitoreo integral permanente evidencian que el agua que se abastece en el campus Ciudad Universitaria es apta para uso y consumo humano, en todo momento.
- La Dirección General de Obras y Conservación requiere garantizar de manera permanentemente una operación eficiente de los sistemas de desinfección, de tal forma que se mantengan concentraciones de cloro residual libre dentro del límite permisible de norma (0.2 a 1.5 mg/L), asegurando la inocuidad del agua.
- Las dependencias del campus que cuentan con cisternas de almacenamiento de agua potable en edificios deben mantener condiciones sanitarias adecuadas para proteger la calidad del agua.
- El diagnóstico de calidad del agua realizada en la FES Acatlán evidencia que el sistema de desinfección está en funcionamiento, sin embargo, para certificar que el agua es apta para uso y consumo humano es imprescindible el análisis completo de la NOM-127-SSA1-1994 (2000).
- El agua residual tratada usada para riego de áreas verdes en el campus, producida en la planta de tratamiento “Cerro del Agua”, cumplió con todos los parámetros analizados conforme a los límites permisibles de la NOM-003-SEMARNAT-1997. Sin embargo, por falta de presupuesto, las frecuencias de muestreo no fueron las señaladas en la norma, y tampoco se midieron todos los parámetros establecidos, por lo que se recomienda realizar

un monitoreo que se ajuste a norma para una correcta evaluación y aseguramiento de la calidad del agua.

Formación de recursos humanos

En este año cinco estudiantes han colaborado en las actividades del área de Calidad del Agua: 2 de servicio social, 2 desarrollan su tesis de licenciatura, y 1 estudiante que logró concluir su tesis.

Tabla 13. Servicio Social en el grupo de calidad del agua.

Prestador	Servicio Social	Dependencia	Periodo	
Maria Cristina Ramírez Gutiérrez	Inventario y evaluación de los Xerojardines en Ciudad Universitaria	Facultad de Ciencias	14/08/2015	08/03/2016
Emmanuel Alejandro Medina Armendáriz	Descripción del sistema de distribución de agua en Ciudad Universitaria: desde el punto de origen hasta el punto de consumo	Instituto Politécnico Nacional	10/08/2015	20/02/2016

Tabla 14. Tesis en desarrollo en el grupo de calidad del agua.

Tesista	Título de la tesis
Griselda Raquel Rocha Díaz	Remoción de Nonilfenol y Bisfenol A mediante ozonización en planta de tratamiento de agua residual Cerro del Agua

Tabla 15. Tesis concluidas en el grupo de calidad del agua.

Tesista	Título de la tesis	Dependencia	Año de titulación
Stephanie Paola Espinosa García	Capacidad del método de microfiltración para la remoción de adenovirus del agua residual	Instituto de Ecología	2015

Fomento a la Participación Social, 2015

Indicadores de avance

- ✓ La página web de PUMAGUA ha recibido 34% más visitas que el año pasado.
- ✓ La página de Facebook cuenta con 6,661 amigos, es decir, dos mil más que en el año 2014.
- ✓ La cuenta de Twitter tiene 5,509 seguidores, es decir, 1,200 más seguidores que en año pasado.
- ✓ Los cineminutos grabados a partir del concurso de guion “H2O en rodaje” han tenido más de 3,500 visualizaciones. Se contó la participación de 67 estudiantes y 6 profesores de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)
- ✓ Por la exposición artística *El disfrute del agua* en las vitrinas del metro Hidalgo de la línea azul, donde transcurren de 850 a 1,000 mil personas al mes.
- ✓ PUMAGUA tuvo presencia en 2 canales de televisión, 4 programas de radio, 4 medios escritos digitales, en una plataforma de proyectos de sustentabilidad y se realizaron 6 artículos del tema del agua en la UNAM.

Estrategia general

La estrategia del área de Fomento a la Participación Social fue diseñada tomando en cuenta que la comunidad universitaria tiene sectores, identificables por las actividades que realizan en la Universidad y/o por el uso que le dan al agua, y/o por la aceptación que tiene con respecto a distintos medios de comunicación. A continuación se muestra las actividades generales que se llevan a cabo en el área de acuerdo al público específico:

Sector	Actividades							
	Talleres	Concursos	Investigaciones con valor curricular	Festivales	Auditorías	Artículos	Tesis	Medios Masivos
Estudiantes		X	X	X	X	X	X	X
Académicos		X	X	X		X	X	X
Personal de mantenimiento	X							X
Jardineros	X							X
Autoridades				X		X		X
Público en general				X		X		X

Figura 36. Actividades generales para el público objetivo

Las actividades emprendidas en el año 2015 se enmarcan dentro de esta estrategia general, cuyo propósito es informar e incentivar la participación de la comunidad universitaria y externa a la UNAM en el manejo responsable del agua.

A continuación se detallan las acciones realizadas

Estudiantes y académicos:

Concurso de guion *H2O en rodaje*

Con el objetivo de fomentar el uso responsable del agua en las instalaciones de la UNAM, así como la participación de los estudiantes de nivel medio superior, PUMAGUA en colaboración con la fundación Todo por el Cine A. C., llevaron a cabo el concurso de guion *H2O en rodaje*. En el mes de febrero se lanzó la convocatoria y posteriormente se visitaron los planteles concursantes, invitando a los profesores a asesorar a su grupo de alumnos.

Las escuelas concursantes fueron la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) plantel 5, 6 y 7, y el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Azcapotzalco, Vallejo y Sur.

La convocatoria cerró en abril, se recibieron y participaron:

Guiones recibidos	Alumnos	Profesores asesores de los proyectos
23	67	6

Figura 37. Proyectos recibidos

El jurado estuvo compuesto por PUMAGUA y por la Fundación Todo por el Cine A. C. Se seleccionaron cinco guiones que fueron puestos a votación en redes sociales y los ganadores fueron realizados en cine-minuto. La grabación de los guiones se realizó en el mes de julio y la producción estuvo a cargo de PUMAGUA y Todo por el Cine. La difusión de los cortos se continúa realizando en redes sociales y medios digitales de PUMAGUA, así como en eventos universitarios.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

La Universidad Nacional Autónoma de México, a través del Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA) y el Circuito de Cine Universitario convocan al :

h₂O en rodaje

Concurso de guiones para realizarse en cineminuto sobre el Disfrute Responsable del Agua

Objetivo
Crear conciencia sobre el uso y manejo responsable del agua en la comunidad universitaria de los planteles de la Escuela Nacional Preparatoria 5, 6 y 7, así como del Colegio de Ciencias y Humanidades Académicas, Ser y Trabajo, a través del cine.

BASES
De los participantes
I. En cada plantel se abrirán dos grupos, conformados por un máximo de 50 y un mínimo de 20 estudiantes, estos grupos estarán dirigidos por profesores de la misma institución, los alumnos participantes deberán estar inscritos en cualquier año o semestre de alguno de los planteles de la Escuela Nacional Preparatoria o del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, ambas mencionadas, que puedan acreditar mediante credencial vigente.
II. Los participantes inscritos recibirán dos talleres acerca de:
I) La elaboración de un guion para cineminuto y 2) El uso y manejo responsable del agua. Los talleres serán impartidos por el personal del Circuito de Cine Universitario y PUMAGUA.
De los trabajos
I. Para participar, se deberá enviar un guion para cineminuto con una extensión máxima de 10 cuartillas.
II. Los trabajos deberán ser inéditos, de la autoría de los participantes y no haber sido inscritos en otro certamen con anterioridad.
III. Se podrá concursar con un guion de forma individual o por grupos de cinco participantes como máximo.
IV. Los trabajos deberán contener una sinopsis del guion, con una extensión máxima de 900 caracteres.
V. El idioma de los trabajos deberá ser en español.
De la recepción de los trabajos
I. La recepción de los trabajos se llevará a cabo a partir del 2 de marzo y hasta el último minuto del 14 de marzo de 2015.
II. Las obras se enviarán junto con el formulario de inscripción que se descarga en www.pumagua.unam.mx o en www.cineuniversitario.com, al correo electrónico lbhemendicm@ingen.unam.mx. En el asunto del correo deberá escribirse la leyenda "CONCURSO DE GUION".
III. Los participantes deberán adjuntar una imagen, en formato .jpg, de las credenciales vigentes, frente y vuelta, que identifique a los estudiantes como alumnos de cualquiera de los planteles concursantes de la ENP o del CCH.

Deliberación y votación
I. Los trabajos serán dictaminados por un jurado conformado por especialistas propuestos por las instituciones convocantes, quienes decidirán qué trabajos son acreedores a pasar a la siguiente fase como finalistas, siendo de fallo inapelable.
II. Posteriormente, las sinopsis de los guiones seleccionados por el jurado serán presentados en las redes sociales de PUMAGUA (facebook Pumagua UNAM) y twitter @PUMAGUA y del Circuito de Cine Universitario (facebook Circuito de Cine Universitario), en donde el público en general podrá votar por los que, a su criterio, merezcan ser los ganadores.
III. El voto del público consistirá en dar "me gusta" o "revertir" a cada uno de los guiones publicados en las redes sociales de las instituciones convocantes. Todos los votos recibidos serán contabilizados, registrando un voto por cada persona.
IV. Los finalistas en el certamen tienen la posibilidad de promover sus guiones, a través de los medios que consideren adecuados.
V. Los ganadores serán los dos guiones con más votos recibidos. En caso de empate entre tres trabajos, el jurado evaluador de la primera fase decidirá los dos ganadores.

De los premios
Dos primeros lugares: Realización del guion en cineminuto.

Consideraciones finales
I. Los ganadores se darán a conocer a través de las redes sociales y las páginas web de PUMAGUA (www.pumagua.unam.mx) y de Circuito de Cine Universitario (www.cineuniversitario.com).
II. Los dos guiones ganadores serán realizados en cineminuto y serán exhibidos en las escuelas participantes.
III. Los asuntos no especificados en la presente convocatoria, serán resueltos por los organizadores y sus determinaciones serán irrevocables.
IV. La participación en el concurso implica la aceptación de estas bases.

Panasonic | 50 años | 1965-2015 | CCH | PUMAGUA | Circuito de Cine Universitario

www.pumagua.unam.mx | www.cineuniversitario.com | @PUMAGUA | Pumagua UNAM | Circuito de Cine Universitario | Tel: 56 23 35 00 ext. 1526

Figura 38. Convocatoria del concurso

PUMAGUA en la XLII Expo de Libros y Revistas en la Facultad de Contaduría y Administración (FCA), UNAM

Durante la semana del 9 al 14 de febrero se llevó a cabo la *Expo Libros y Revistas* que organiza cada semestre la FCA. En esta ocasión, se colocó el stand PUMAGUA en la entrada de la exposición. De esta manera los alumnos que transitaban desde el acceso principal de la facultad hacia las aulas, fueron informados sobre las acciones que lleva a cabo la Universidad a favor del agua. Se les platicó acerca de las áreas de PUMAGUA y sobre las acciones que se realizan a favor del medio ambiente, haciendo énfasis en la instalación de despachadores de agua.

En fechas próximas se instalará un despachador de agua. Una vez que eso ocurra, se realizará una encuesta para evaluar su aceptación.

Celebración del Día Mundial del Agua en la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia (ENEO), UNAM

El 24 de marzo se llevó a cabo la celebración del Día Mundial del Agua en la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia (ENEO), UNAM. El Programa participó con una presentación dirigida a los estudiantes, académicos y administrativos de la escuela; se abordaron algunas recomendaciones sobre el manejo responsable del agua, entre ellas, se mencionaron las acciones para realizar en las instalaciones, como: 1) el reporte de fugas y el aviso del mal funcionamiento de los muebles de baño al Jefe de Servicio Generales; 2) no activar manualmente los escusados automáticos, y 3) no tirar residuos tóxicos en la tarja del laboratorio. Además se señaló la cantidad de agua que es posible ahorrar mediante conductas responsables.

Como resultado de la plática, los profesores y administrativos presentes solicitaron el apoyo de PUMAGUA para diseñar una encuesta y determinar la necesidad de instalar bebederos o despachadores de agua en sus instalaciones. La Mtra. Ofelia Flores y el Biol. Víctor Valverde reunieron a sus estudiantes para aplicar 500 cuestionarios. Actualmente PUMAGUA analiza los resultados obtenidos para establecer el monto económico que invierte la comunidad en el consumo de agua embotellada y proponer a las autoridades la colocación de un bebedero que además de mejorar la economía de los estudiantes, reduzca la cantidad de residuos de PET y fomente la salud de los usuarios.

Primer Festival del Agua en El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala

El 26 de marzo PUMAGUA estuvo presente en la explanada del Palacio Municipal del Carmen, Tequexquitla, Tlaxcala, para celebrar el Primer Festival del Agua. El evento fue organizado por el Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT) y contó con la presencia de organizaciones como la Red del Agua de la UNAM, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el Centro Virtual de Tecnología del Agua (agua.org) y la Comisión Estatal del agua del Tlaxcala.

Al festival asistieron 200 alumnos de primaria, secundaria y bachillerato quienes realizaron un recorrido por cada uno de los módulos que las organizaciones presentes diseñaron para el evento. PUMAGUA participó con un stand y un juego “¡Que no se desperdicie el agua!”, el cual fue dirigido a los estudiantes de nivel primaria y secundaria. El juego consistía en crear dos equipos alumnos, quienes debían contestar correctamente las preguntas sobre el uso responsable del agua. El equipo ganador era aquél que evitaba que se desparramara el agua se la cubeta.

Infografía sobre el tema del agua en la Facultad de Odontología

Con base en el resultado de los cuestionarios aplicados por los estudiantes de la Facultad de Odontología en su misma dependencia, se diseñó una infografía para comunicar el alto consumo de agua embotellada en las instalaciones. La infografía muestra la opción que promueve PUMAGUA con los despachadores que ofrecen agua de calidad. La infografía se publicó en redes sociales y medios digitales de la Facultad de Odontología y de PUMAGUA. Además, los resultados fueron

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

enviados por correo electrónico a las autoridades de la Facultad, con el objetivo de promover la instalación de despachadores de agua con las recomendaciones del Programa.



Figura 39. Infografías para la Facultad de Odontología.

Rodada H2O en Ciudad Universitaria

A partir del año 2015, la Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria (DGACU) lleva a cabo el evento “Campus sobre ruedas”, el cual estimula a la comunidad universitaria y externa a realizar un recorrido en las bicicletas de Bici PUMA. A través de la invitación realizada por la DGACU al Programa PUMAGUA, en el mes de mayo se llevó a cabo la “Rodada H2O” con el tema de manejo

y uso del agua en CU. Dado el elevado nivel de respuesta, DGACU decidió repetir el evento en el mes de junio.

El Ing. Josué Hidalgo Jiménez, Responsable del área de Balance Hidráulico y el Biol. Carlos Kegel, Responsable de Calidad del Agua, marcaron el itinerario del recorrido en los principales puntos relacionados con el recurso. Los asistentes se trasladaron del metro Universidad a la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en Cerro del Agua, al pozo y al tanque de agua “Vivero alto”, conocieron las especificaciones de los despachador de agua en el Centro de Lenguas Extranjeras e ingresaron al jardín demostrativo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San ángel (REPSA), dentro del Jardín Botánico.

Se abordaron temas como la ubicación y la importancia de las fuentes de abastecimiento de agua, los métodos de desinfección a la salida de los pozos, los beneficios de instalar bebederos y despachadores, el riego de áreas verdes con agua tratada, entre otros. En los dos eventos de la Rodada H2O se contó con la asistencia de más de 60 personas, en su mayoría estudiantes del campus, así como académicos y trabajadores de la UNAM.



Figura 40. Rodada H2O



Figura 41. Estudiante rellenando su cilindro en el CELE

Autoridades universitarias

Reunión sobre la generación de biodiésel en Ciudad Universitaria

Con el objetivo de mejorar el manejo de residuos en el campus y evitar la contaminación del agua por medio de aceite de cocina, PUMAGUA y la Dra. Alejandra Castro de la Facultad de Ingeniería, UNAM, propusieron reunir el aceite de las cocinas, barras y comedores para darle un tratamiento y generar biodiésel como combustible del pumabús. De esta manera se reunieron a las autoridades y representantes de las dependencias vinculadas, entre ellas la Dirección General de Obras y Conservación, la Oficina del Abogado General, la Dirección General de Patronato Universitario, la Facultad de Derecho, la Facultad de Ingeniería, el Instituto de Investigaciones Jurídicas y la Dirección General de Servicios Generales. Desafortunadamente, la Dra. Castro no le dio seguimiento al tema.

Calendario agosto 2015 – julio 2016

El Programa PUMAGUA en colaboración con la Red del Agua UNAM, el Instituto de Ingeniería y la empresa mexicana Helvex, publicó y distribuyó en Calendario del agua 2015, el cual reúne imágenes del agua y del medio ambiente del fotógrafo José Manuel Posada de la Concha. Los ejemplares del calendario fueron distribuidos dentro de la UNAM y obsequiados a las autoridades universitarias, al personal de difusión de las diversas dependencias y entidades que colaboran y a las que aún no participan en el Programa, así como a personal de entidades externas a la UNAM, tanto de gobierno, como de medios de comunicación.

Administrativos y Jefes de Servicios

Reunión con dependencias y entidades universitarias

Para dar seguimiento a las acciones PUMAGUA realizadas en las instalaciones universitarias y recibir retroalimentación de los Secretarios Administrativos, Técnico y Jefes de Servicios, se les convocó a una reunión para platicar acerca de los avances del Programa y sobre el Observatorio del Agua. En las reuniones estuvieron presentes las siguientes entidades/dependencias:

Abril

Facultad de Química

Centro de Enseñanza para Extranjeros (CEPE)

Facultad de Odontología

Facultad de Derecho

Facultad de Filosofía y Letras

Facultad de Psicología

Facultad de Economía

Mayo

Facultad de Ingeniería

Instituto de Ingeniería

Alberca Olímpica de la Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas (DGADyR)

Subdirección de fútbol americano de la DGADyR

Cibarium

Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas

Centro de Lenguas Extranjeras (CELE)

Junio

Instituto de Investigaciones Matemáticas Aplicadas y Sistemas

Instituto de Biomédicas

Departamento de Psiquiatría y Salud Mental de la Facultad de Medicina

Coordinación de Áreas Verdes y Forestación de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC)

Biblioteca Central

Restaurante Azul y Oro, Torre de Ingeniería

Torre de Ingeniería

A partir de las reuniones realizadas se acordó la instalación de dos despachadores de agua en el CELE y uno en la Facultad de Ingeniería. Las Facultades de Economía y Derecho solicitaron asesoría sobre la red hidráulica que comparten ambas dependencias, debido a los constantes problemas que presentan en los baños. Respecto al comedor Cibarium se determinó instalar un medidor de agua para conocer sus consumos y evitar que se queden sin agua en situaciones donde las facultades cercanas tienen problemas en su propia red hidráulica.

Comunidad universitaria

Dependencias activas en PUMAGUA

Para fomentar la participación de las instituciones universitarias, PUMAGUA sugiere acciones concretas que permitan realizar un manejo y uso eficiente del agua dentro de las instalaciones. Hasta el año 2014 el Programa proponía cinco acciones: 1) sustitución de muebles de baño por equipos ahorradores de agua; 2) Difusión del material enviado por PUMAGUA; 3) Asistencia a talleres y seminarios impartidos por el Programa y 4) Sustitución de vegetación nativa por plantas de bajo consumo de agua.

A partir del 2015 se integró la acción de Instalación de bebederos o despachadores que cumplan con las normas de calidad del agua y con las especificaciones de PUMAGUA.

La participación de las dependencias activas dentro del Programa se muestra a continuación:

Acciones PUMAGUA			
Hasta el año 2014		Año 2015	
Dependencias universitarias activas	65%	Dependencias universitarias activas	70%
Dependencias que realizan de 1 a 5 acciones		Dependencias que realizan de 1 a 6 acciones	
Tres o más acciones	35%	Tres a seis acciones	50.9%
Dos acciones	27%	Dos acciones	12.50%
Una acción	37%	Una acción	6.25%

Figura 42. Porcentaje de dependencias activas

Diseño y desarrollo del componente de participación social para el Observatorio del Agua

Con el objetivo de impulsar una herramienta para el monitoreo del agua en tiempo real en la UNAM, tanto en cuestiones de calidad, como de cantidad, así como la difusión de esta información y la

interacción con los usuarios, PUMAGUA y la empresa RGOV han trabajado en una plataforma digital que constituye el Observatorio del Agua UNAM. Por parte del área de Fomento a la participación social se diseñó y desarrollo la sección de *Comunidad participativa* para el Observatorio del Agua, la cual incluye el módulo de *Mapa de acciones*, donde a través de un mapa de CU, se localizan las dependencias y entidades, y se despliegan las actividades de uso responsable del agua implementadas por cada una de ellas. A cada institución se le otorga una medalla (oro, plata y bronce) según la evaluación de sus acciones.

Módulo de encuestas

Para esta sección, el área de Fomento a la Participación Social de PUMAGUA ha realizado las siguientes:

Compilación de las coordenadas geográficas de cada institución universitaria (longitud y latitud) a partir de un mapa de Google maps. Además, se laboró una clasificación y ordenamiento de cada entidad para señalar la dependencia a la que pertenece y su tipo de sector (docencia, administrativo, servicios, cultural y de investigación). Actualmente se consideran 87 dependencias/entidades, ubicadas dentro de CU, así como fuera del campus.

← COMUNIDAD PARTICIPATIVA

Módulo de Sedes

Nombre	Latitud	Longitud	Dependencia	Tipo Sede	Acciones
DGOC Dirección General de Obras y Conservación	19.335417	-99.194222	Dirección General de Obras y Conservación	Administrativa	 
Alberca Olímpica	19.330083	-99.185867	Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas (DGADyR)	Servicios	 
Coord. Difusión Cultural	19.314222	-99.184583	Coordinación de Difusión Cultural	Administrativa	 
CENDI	19.328472	-99.174889	Dirección General de Personal	Docencia	 
C. Ciencias de la Atmósfera	19.32585	-99.176233	Centro de Ciencias de la Atmósfera	Investigación	 
DGAE Direccion General de Administracion Escolar	19.327733	-99.174717	Dirección General de Administracion Escolar	Administrativa	 

Figura 43. Módulo de sedes

Diseño de la página de la plataforma del Observatorio del agua, que en comparación con el diseño de formato de RGOV, la nueva imagen representa la identidad universitaria y los colores se unifican con el planteamiento inicial del Observatorio. Además, se desarrolló una nueva estructura para los botones y el aspecto general de los enlaces de la página de la plataforma.



OBSERVATORIO DEL AGUA

Nuestro propósito es mejorar el sistema de manejo de agua en la UNAM.
¡Involúcrate!

- Conoce el **consumo y la magnitud de las fugas** de tu entidad/dependencia.
- Infórmate sobre la calidad de agua en **bebederos y puntos de la red** de agua potable.
- Conoce la **calificación de tu entidad/dependencia; responde nuestras encuestas**.



Figura 44. Diseño de la página de inicio de la plataforma

Actualización de las acciones PUMAGUA realizadas por las dependencias. De acuerdo con las recomendaciones hechas por PUMAGUA, se tienen actualmente las siguientes: 1) sustitución de muebles de baño por equipos ahorradores de agua; 2) Difusión del material enviado por PUMAGUA; 3) Asistencia a talleres y seminarios impartidos por el Programa; 4) Sustitución de vegetación nativa por plantas de bajo consumo de agua e 5) Instalación de bebederos o despachadores que cumplan con las normas de calidad del agua y con las especificaciones de PUMAGUA.

La base de datos con estas acciones se realizó en Excel y la información será publicada y validada en la plataforma del Observatorio, una vez que RGOV termine de programar sección de Administración de acciones.

Informe de Actividades PUMAGUA, 2015

Comunicación y Participación Universitaria

Administración de Acciones

Descarga de detalle de acciones 

Seleccionar un campus	Todas las instituciones universitarias	Todos los tipos de acciones	Q Buscar
-----------------------	--	-----------------------------	----------

Acción	Tipo	Avance	Aprobado	Publicado	
accion_1	Medidores	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Acción_1	Muebles de baño	100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
accion_13	Asistencia a talleres	25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
accion_2	Bebedores	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acción_2	Medidores	25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
accion_3	Muebles de baño	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
medidor	Medidores	100	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Medidores	Medidores	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
medidores	Medidores	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Muebles de baño	Muebles de baño	80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

1 2 Siguiente >

Módulo de sedes
Análisis de tendencias
Agregar

Figura 45. Administración de acciones en la plataforma

Reclasificación de los porcentajes de acciones.

Para calificar la participación de las dependencias de acuerdo a los avances que realizan al interior de sus instalaciones para un manejo y uso eficiente del agua, se catalogó cada acción y se le asignó un porcentaje para poder determinar el tipo de medalla que le corresponde.

	Muebles de Baño. Colocación de muebles de baño de bajo consumo.	Porcentaje 25%
	Medidores. Número de medidores de agua instalados.	30%
	Difusión. Divulgación de material enviado por PUMAGUA.	15%
	Asistencia a Talleres. Participación en talleres y seminarios impartidos por PUMAGUA.	10%
	Bebedores. Instalación de bebederos con especificaciones PUMAGUA.	20%
	Jardines. Sustitución de vegetación por plantas de bajo consumo de agua.	Mención especial
Total		100%
	Puntuación - Medalla de Oro. Dependencias que logren más del 90% del puntaje total.	
	Puntuación - Medalla de Plata. Dependencias que logren entre el 70% y 89% del puntaje total.	
	Puntuación - Medalla de Bronce. Dependencias que acumulen menos del 69% del puntaje total.	

Figura 46. Porcentaje de las acciones PUMAGUA

Encuestas

El objetivo de este módulo es recibir la retroalimentación de la comunidad universitaria sobre el manejo y uso del agua en la Universidad. Para ello, el módulo contará con cuestionarios de diversos temas y dirigidos a distintos públicos o a toda la comunidad. Mediante las respuestas será posible conocer las percepciones, creencias, actitudes y conductas respecto a la temática en cuestión. Cada participante que conteste la encuesta tendrá la oportunidad de revisar las respuestas del cuestionario o, consultar los resultados de otros cuestionarios. La plataforma permitirá descargar los datos obtenidos, los cuales serán analizados por parte de PUMAGUA.

Para la sección de Encuestas, se trabajó en los siguientes aspectos:

Reestructuración del formato del módulo de Encuestas, debido a que el planteamiento original de esta sección causaba dudas en su funcionalidad, PUMAGUA sugirió un nuevo diseño, en el cual: 1) se ordenan en la parte superior los botones para elaborar una encuesta; 2) a través de dos botones “Cerradas” y “Abiertas” se tiene una mejor jerarquización de los cuestionarios enviados; 3) la misma tabla del módulo permite descargar en Excel los resultados obtenidos de cada encuesta y 4) únicamente los resultados son presentados en la parte inferior .

Módulo de Encuestas

Nombre	Sector de encuesta	Fecha Inicial	Fecha Final	Total de respuestas	
Calidad del servicio	Estudiante, Académico, Administrativo	17/08/2015	01/07/2015	2	
Prueba comparación	Estudiante, Académico, Administrativo	21/08/2015	02/07/2015	2	
Encuesta de prueba 26 agosto	Estudiante, Académico, Administrativo	26/08/2015	30/09/2015	10	

Resultados

Graficas Tablas Comparar encuestas Cuestionario Participantes
Gráficas

Figura 47. Módulo de encuestas

Codificación de las preguntas del cuestionario para analizarlas en el programa SPSS. Con el objetivo de examinar y comparar los resultados que se obtengan en el envío de las encuestas, la plataforma permitirá descargar la base de datos en Excel. Al comenzar a diseñar la encuesta, las preguntas del cuestionario deben ser sintetizadas y codificadas para poder exportar los datos al programa SPSS y ser analizados a detalle.

	A	B	C	D	E	F
1	Folio	1OrigenBebeAgua1	2Ordena1	2Ordena2	2Ordena3	2Ordena4
2		1	1	3	5	4
3		2	3	3	1	2

Figura 48. Archivo de excel con la codificación de respuestas

Módulo de preguntas. De acuerdo con las necesidades de PUMAGUA sobre la estructura y funcionalidad de la plataforma, el Programa solicitó la creación de un *Módulo de preguntas* para editar la configuración de cada una de ellas, así como su tipo (abiertas, cerradas y de orden) y sus opciones de respuesta.

Agregar Pregunta

Nombre de pregunta:

Pregunta:

Texto de referencia para respuesta a la pregunta:

Tipo de pregunta: *

Respuestas

Figura 49. Módulo de preguntas

Finalmente, con el apoyo de la Dirección General de Estudios de Legislación Universitaria (DGELU) se elaboró el aviso de privacidad de la plataforma, donde se define la finalidad de la solicitud de los datos personales de la encuesta, aclarando a los usuarios del sitio que la información no será tratada ni transferida por personas externas a la UNAM.

Aviso de Privacidad

La Universidad Nacional Autónoma de México con domicilio en Av. Universidad No. Exterior 3000, Colonia Universidad Nacional Autónoma de México C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México D.F., es responsable de recabar sus datos personales, del uso que se le dé a los mismos y de su protección.

Su información personal será utilizada única y exclusivamente con fines estadísticos y de difusión de información del sitio "PUMAGUA y Observatorio del agua de la UNAM". Para las finalidades antes mencionadas, requerimos obtener los siguientes datos personales: correo electrónico, sector en la población universitaria, campus e institución universitaria, edad, fecha de nacimiento y sexo.

Usted tiene derecho de acceder, rectificar y cancelar sus datos personales, así como de oponerse al tratamiento de los mismos o revocar el consentimiento que para tal fin nos haya otorgado, a través de los procedimientos que hemos implementado. Para conocer dichos procedimientos, los requisitos y plazos, se puede poner en contacto con nuestro (departamento o área de datos personales) o a través de nuestro correo electrónico contacto@pumagua.unam.mx.

Asimismo le informamos que sus datos personales no pueden ser transferidos y tratados dentro y fuera del país, por personas distintas a la UNAM. En este sentido, su información no puede ser compartida.

Si usted desea dejar de recibir mensajes promocionales de nuestra parte puede solicitarlo a través de contacto@pumagua.unam.mx.

Figura 50. Aviso de privacidad para la plataforma

En ambos módulos PUMAGUA establecerá un enlace por cada institución universitaria, es decir, en el módulo de *Mapa de acciones* se trabajará de manera estrecha con el Jefe de Servicios Generales o con el Secretario Administrativo/Técnico para conocer los avances realizados y comunicarlos dentro de la plataforma. En el módulo de Encuestas el vínculo se generará con el personal de Difusión, Comunicación o con el área de Cómputo para invitar a la comunidad a participar en las encuestas.

Fiesta de las Ciencias y las Humanidades de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, (DGDC), UNAM

El 16 y 17 de octubre, la DGDC celebró la fiesta de las Ciencias y las Humanidades en la explanada del Universum. Alrededor de 315 investigadores, profesores y diversos miembros de la comunidad científica estuvieron presentes en el evento con más de 300 actividades entre charlas, mesas de discusión, presentación de proyectos y eventos culturales.

El Instituto de Ingeniería invitó a PUMAGUA a su stand, donde se ofreció información sobre el manejo eficiente del agua en el hogar, la escuela y el trabajo. La DGDC evalúa la presencia de 30 mil personas en el evento, en su mayoría estudiantes de nivel secundaria y bachillerato que, interesados en temas de medio ambiente, agua e ingeniería, solicitaron información o, eran atraídos por los cortos ganadores del concurso de guion *H2O en rodaje* proyectados en una pantalla.



Figura 51. PUMAGUA en la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades

Comunidad externa

Colaboración de PUMAGUA en la planeación del concurso *Reunamos Acciones por el Agua* en Puebla, Tlaxcala y Oaxaca

El PADHPOT solicitó la asistencia de PUMAGUA para organizar y funcionar como jurado para el concurso *Reunamos acciones por el agua*, el cual ha contado con dos ediciones, organizadas por PUMAGUA, con la participación de estudiantes de escuelas y facultades de la UNAM en el Distrito Federal y de las Facultades de Estudios Superiores.

El concurso tiene el objetivo de fomentar el uso responsable del agua dentro de las instalaciones universitarias, así como la participación de los estudiantes de licenciatura en el mejoramiento de la problemática ambiental del país. Con este mismo propósito se llevó a cabo el concurso, el cual se

difundió en las universidades de los tres estados mencionados y en los medios digitales del PADHPOT, PUMAGUA y de la Red del Agua, UNAM.

El jurado seleccionó las propuestas más destacadas para mejorar la gestión de los recursos hídricos dentro de las localidades, de esta manera se eligió un estudiante ganador por cada estado. Los proyectos fueron:

Oaxaca

Prototipo de captación de agua de lluvia en San Miguel, Huautla de Jiménez, desarrollado por Luz Bernardita Silva Ramírez.

Tlaxcala

Tratamiento de un pozo de agua con presencia de Bario, para su uso en una comunidad estudiantil, elaborado por Miguel Paredes Hernández.

Puebla

Salvemos el agua de muchas maneras con corazón y conciencia, por Laura Elena García Sánchez.

Los estudiantes ganadores recibieron una beca por parte del Instituto de Ingeniería de la UNAM, con la cual tendrán la oportunidad de continuar desarrollando sus proyectos.

PUMAGUA en la escuela de bachillerato de la Universidad del Distrito Federal (UDF)

Con la finalidad de informar a los estudiantes sobre los avances de manejo inteligente del agua en las instalaciones de la UNAM e incentivar su participación en la realización de acciones efectivas en su escuela y en el hogar, PUMAGUA visitó a los jóvenes del bachillerato de la UDF para asesorarlos con pláticas sobre el uso y cuidado del agua. Se realizó una exposición que contenía información sobre la distribución y el consumo de líquido en el mundo, además de la situación particular del agua en nuestro país.

Posteriormente se llevaron a cabo dinámicas y juegos para que los alumnos analizaran las posibilidades que tenía su escuela para implementar las acciones de cuidado responsable del agua.

Exposición “El disfrute del agua” en el Metro Hidalgo

Por invitación de Fundación UNAM, durante el mes de octubre y noviembre, PUMAGUA presentó en las vitrinas del Metro Hidalgo las obras artísticas de *El disfrute del agua*. A través de las esculturas de Ulises Solano, las fotografías de Manuel Posada y del foto club de ingenieros Ojo de Obsidiana,

el objetivo fue transmitir la dicha, felicidad y la vida que nos brinda tener el agua, no sólo para ser humano, también para todos los seres vivos nuestro planeta.

Fundación UNAM estima un tránsito de 850 a 1,000 personas al mes en el pasillo donde se colocó la exposición.

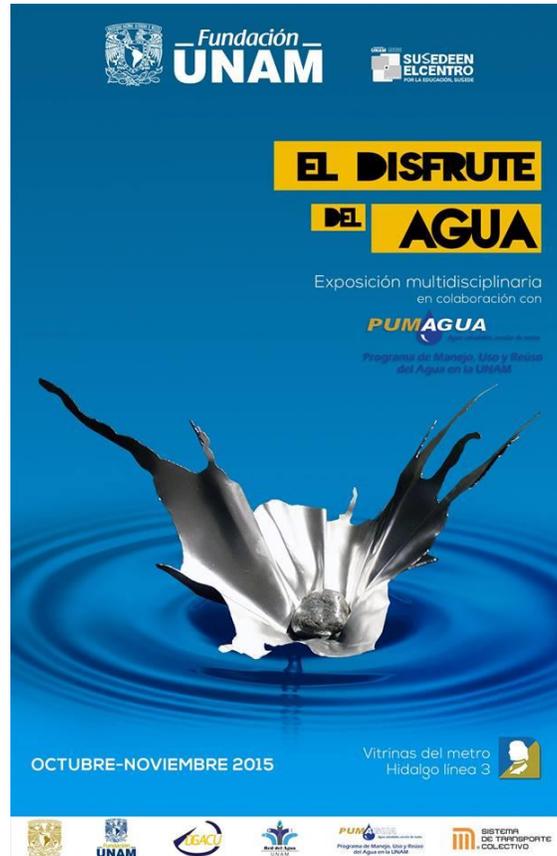


Figura 52. Cartel del evento

Presentación en SEREA 2015 en Guanajuato

Del 7 al 10 de septiembre en Guanajuato, Guanajuato, se celebró el XIV Seminario Iberoamericano de redes de agua y drenaje, SEREA 2015, en la Universidad de Guanajuato, Campus División de Ingenierías. El evento efectuado cada año alberga profesionistas, investigadores, académicos, técnicos y estudiantes dedicados a los servicios de abastecimiento de agua, el propósito del evento es compartir avances y experiencias en un ambiente multidisciplinario en el entorno de la hidráulica urbana.

El primer día del evento el Ing. Josué Pablo Hidalgo, Responsable del área de Balance Hidráulico de PUMAGUA participó en la primera sesión de ponencias con el tema PUMAGUA-UNAM: una visión integral del manejo del agua, donde expuso el objetivo y las metas del Programa, así como los avances en materia del agua dentro de la Universidad.

PUMAGUA en el jurado del MC2 de la Ciencia

La DGDC llevó a cabo la convocatoria para jóvenes entre 14 y 24 años de edad que demostraran creatividad en rimas de hip hop o rap sobre los temas de 1) ciencia; 2) energía y agua y 3) salud y alimentación. Invitó a PUMAGUA como jurado en la ronda preliminar, quienes realizaron rimas sobre el tema del agua, ciencia y energía. PUMAGUA calificó la habilidad para rimar, así como el manejo de la información respecto al agua. El evento se desarrolló en la ENP 5, donde PUMAGUA seleccionó a 3 jóvenes quienes pasaron a la ronda final efectuada en la fiesta de las Ciencias y las Humanidades en el Universum.

A partir de este evento, la DGDC y PUMAGUA decidieron planear para principios del año 2016 un concurso de cine dirigido a la comunidad de bachillerato de la UNAM y externa, donde el tema principal sea agua y ciencia.



Figura 53. Raperos concursantes

Plática sobre el Observatorio del agua en el Primer Encuentro: Reunamos Acciones por el Agua

El 29 de septiembre se celebró el Primer Encuentro: Reunamos Acciones por el Agua en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). La finalidad del evento fue analizar y debatir las propuestas de solución a la problemática ambiental e hídrica que atraviesa el país.

El evento contó con la presencia de autoridades correspondientes a los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala, así como de instituciones gubernamentales, académicas y asociaciones civiles.

La Mtra. Cecilia Lartigue Baca, Coordinadora ejecutiva de PUMAGUA, presentó el tema “El Observatorio del agua de la UNAM: herramienta para la rendición de cuentas”, el cual fue expuesto en la mesa de discusión sobre las tecnologías para el uso eficiente del agua, esta sesión participó el Dr. Carlos Díaz Delgado, Investigador del Centro Interamericano de Recursos del Agua de la UAEMEX, el Dr. Miguel Ángel Córdova Rodríguez del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y la Mtra. María del Rayo Vázquez Torres de la BUAP, quien fungió como moderadora de la mesa.



Figura 54. Encuentro Reunamos acciones por el agua

Carteles PUMAGUA en ANEAS 2015, Chihuahua

La Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS) efectuó del 9 al 13 de noviembre la XXIX Convención y Expo 2015 en Chihuahua, evento que reúne a las empresas e instituciones del sector hidráulico para presentar sus productos, proyectos y servicios, en un marco de reflexión sobre el papel del agua y el desarrollo sostenible en el contexto urbano y rural.

En el Centro de Convención Expo Chihuahua, se presentó un stand del Instituto de Ingeniería de la UNAM, donde fueron expuestos los carteles de los proyectos hidráulicos que albergan en el instituto, entre ellos un cartel sobre el objetivo, las metas y una descripción de los avances de PUMAGUA realizados dentro de la UNAM.

Diseño de una aplicación para teléfonos móviles inteligentes

El académico David Escárcega del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey, trabajó con sus estudiantes el diseño de una aplicación encomendada a las necesidades de PUMAGUA, la aplicación tiene la función de mostrar 1) el objetivo del Programa; 2) noticias relacionadas con el manejo y usos del agua en la UNAM, así como eventos sobre el medio ambiente y del sector hídrico; 3) compartir proyectos y tesis sobre el tema del agua; 4) reportar fugas, desperdicios de agua o descomposturas de los equipos sanitarios en el campus; 5) acceder a la cuenta de Facebook, Twitter y Youtube del Programa y 6) actividad de realidad aumentada, donde al identificar el logotipo de PUMAGUA con la cámara fotográfica del teléfono, la aplicación reproduce un video de PUMAGUA.

Actualmente Luis Enrique Mendoza, becario del Programa y estudiante de la carrera de Informática de la Facultad de Contaduría y Administración UNAM, trabaja en el rediseño de la aplicación, donde la realidad aumenta muestre el material gráfico o audiovisual que PUMAGUA decida comunicar. Además, para la sección de noticias se habilitará una columna para ilustrar cada noticia con fotografías referentes al tema.

Actualización de la página web

El sitio web de PUMAGUA cuenta con 72,616 visitas en el 2015, las secciones constantemente actualizadas fueron en las siguientes:

Consumos de agua en las dependencias: consumo mensual, histórico, semáforo de fugas e inclusión de nuevas dependencias con consumos de agua.

Reporte de fugas: datos de contacto del Jefe de Servicios Generales, Secretario Administrativo / Técnico de las dependencias que asisten a las reuniones de PUMAGUA.

Dependencias activas: modificación en el número de acciones en el porcentaje de avances que se llevan a cabo para un manejo eficiente del agua en las instalaciones.

Eventos y actividades: acontecimientos realizados por PUMAGUA a favor del agua y del medio ambiente dentro y fuera de la Universidad.

Boletines: Noticias sobre PUMAGUA y acciones realizadas en el sector hídrico.

Prensa: Medios impresos y digitales, radio y televisión.

Valores UNAM: banner sobre los valores universitarios que la Dirección General de Comunicación Solicita (DGCS), UNAM, solicita difundir en los sitios web.

Informes PUMAGUA: informe de actividades y resumen ejecutivo de PUMAGUA.

Actualización de las redes sociales

Las cuentas Facebook y Twitter de PUMAGUA han estado al día, comunicando sobre los avances y los objetivos del Programa, difundiendo las innovaciones universitarias relacionadas con el agua y el medio ambiente, atendiendo los comentarios y preguntas de los seguidores.

La página de Facebook cuenta con 6,588 "Me gusta", la cuenta de Twitter tiene 5,517 seguidores. Esto representa alrededor de 2,000 seguidores más que el año pasado, en el caso de Facebook, y de 1,500, en el caso de Twitter. En el canal de youtube, los cine-minutos ganadores del concurso de guion H2O en rodaje, han obtenido las siguientes reproducciones: *Conservarla es ley* tiene 569 vistas, *Ciclo del Agua* 278 vistas y *Día de muertos PUMAGUA* con 53 vistas.

A pesar de que el canal de videos Vine fue abierto recientemente (en julio), se cuenta con más de 500 repeticiones entre todas las publicaciones de PUMAGUA. También se abrió el canal de Vimeo, en donde se publicaron los dos cine-minutos.

Boletín PUMAGUA

En este año se publicaron 5 boletines y se publicarán 2 más en lo que resta del año:

Boletín #23: Instalación de medidores, Últimas fugas reparadas, Percepciones sobre el manejo del agua entre los universitarios, Baños que nutren la tierra y no gastan agua.

Boletín #24: Reporte de fugas en la Alberca Olímpica Universitaria, Instalación de medidores de agua en el CRIM-UNAM, Calidad de aguas residuales en la UNAM, Premio Perspectivas Universitarias 2016.

Boletín #25: Rodada H2O, Instalación de bebederos confiables en Ciudad Universitaria, Concurso Reunamos Acciones por el Agua en Tlaxcala, Puebla y Oaxaca.

Boletín #26: Instalación de bebederos, En rodaje H2O, nuevo calendario del agua.

Boletín#27: Reducción de consumo en zona de institutos, H2O en rodaje, Celebración del Día de muertos.

Elaboración de artículos

Revista Agua y Saneamiento

Yáñez Noguez, Isaura; Cázares, Jorge; Orta, María. *Calidad del agua de reúso en Ciudad Universitaria*. Revista Agua y Saneamiento de ANEAS. No.58, enero-febrero 2015: 59-60.

H2O Gestión del agua

González Villarreal, Fernando, *et al.* *Una visión integral para el manejo responsable del agua*, H2O Gestión del Agua, Sistema de Aguas de la Ciudad de México, abril-junio 2015: 66-69.

Revista Ingeniería Mexicana

González Villarreal, Fernando; Lartigue Baca, Cecilia; Rocha Guzmán, José. *Sectorización y control de presiones en Ciudad Universitaria*. Revista Ingeniería Mexicana, octubre, 2015:11-14

Teorema ambiental

González Villarreal, Fernando; Lartigue Baca, Cecilia; Toscano Vélez, Leonardo. *Beber el agua de CU con toda confianza*. Teorema ambiental, Revista técnico ambiental, junio-julio 2015: 32-36

Seminario Iberoamericano de Agua Potable y Drenaje (SEREA) 2015

González Villarreal, F.J., Lartigue Baca, C., Hidalgo Jiménez, J., Hernández Mastache, B., Kegel Pacheco, C. 2015 PUMAGUA-UNAM: una visión integral del manejo del agua. Seminario Iberoamericano de Agua Potable y Drenaje, 2015. Guanajuato, Guanajuato.

Revista Agua y Saneamiento

PUMAGUA. "H2O en rodaje": un concurso de PUMAGUA. Revista Agua y Saneamiento de ANEAS, abril 2015:31

González Villarreal, Fernando; Lartigue Baca, Cecilia; Rodríguez Briseño, Emiliano; Padilla Ascencio, Eduardo. Percepción del sistema de agua potable y nivel de Cultura del Agua en México. Revista Agua y Saneamiento de ANEAS, octubre 2015.

González Villarreal, F. y Lartigue Baca, C. (2015) Jardines ahorradores de agua: una acción efectiva para disminuir el consumo de agua. Revista Agua y Saneamiento de ANEAS, volumen 35

En revisión en revistas especializadas:

Revista Ciencias y Tecnologías del Agua (IMTA)

Fernando González Villarreal, Ramón Aguirre Díaz, Cecilia Lartigue Baca. "Percepciones, actitudes y conductas respecto al servicio de agua potable en el Distrito Federal"

Indian Journal of Science Communication:

Lartigue, C., Negrete, A., Velasco, E. Photocomic narratives as a means to communicate scientific information about use, treatment and conservation of water"

Presencia en medios de comunicación

Televisión

- Creadores universitarios de Foro TV
- Política ambiental de Green TV

Radio

- Ingeniería en Marcha por Radio UNAM
- Puentes por internet
- Big Bang por Reactor 105.7 en el IMER
- Puentes, radio por internet

Medios digitales

- *Agua de la llave: ¿tomar o no tomar?*

Crail, Alejandra. Agua de la llave: ¿tomar o no tomar?, Másformás. [En línea]. 13 de octubre de 2015. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2015]. Disponible en:http://ciudadanosenred.com.mx/noticia/agua-de-la-llave-tomar-o-no-tomar/?utm_campaign=envios&utm_medium=email&utm_source=Boletin_IP_101

- ¿Y si la salvamos, en vez de regalarla a la industria?

Rivera, Ramiro. ¿Y si la salvamos, en vez de regalarla a la industria? *Sin embargo. Periodismo digital con rigor*. [En línea]. 14 de marzo de 2015. [Fecha de consulta: 14 de abril de 2015]. Disponible en: <http://www.sinembargo.mx/14-03-2015/1278194>

- México, primer lugar en agua embotellada

Suarez, Alejandro. México, primer lugar en agua embotellada, 24 horas. [En línea]. 12 de marzo de 2015. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2015]. Disponible en:<http://www.24-horas.mx/mexico-primer-lugar-en-agua-embotellada/>

- México continúa como primer lugar en consumo de agua embotellada

24 HORAS, *México continúa como primer lugar en consumo de agua embotellada*, Vanguardia, 12 de marzo de 2015, [en línea] Disponible en: <http://bit.ly/1JkDEP4>

Otras actividades

Video reportaje “PUMAGUA en Hacer en Común”

La plataforma de videos de proyectos sustentables, Hacer en Común, publicó dos capsulas sobre las áreas y los avances de PUMAGUA. Una de ellas fue una entrevista al Ing. Guillermo Montero, Responsable de Balance Hidráulico (https://www.youtube.com/watch?v=Tq-UA_9NOvU) y otra entrevista a la Lic. Berenice Hernández Mastache, Responsable de Fomento a la Participación Social (<https://www.youtube.com/watch?v=NHfZIUo-8>).

Banner sobre la calidad del agua potable en los despachadores y bebederos

Para informar a la comunidad universitaria sobre la calidad del agua potable en los despachadores y bebederos que promueve PUMAGUA, el Programa acordó con las dependencias universitarias colocar un banner en sus sitios web para comunicar a su población sobre la última revisión realizada por el Programa y ofrecer confianza a los universitarios sobre la calidad del agua que consumen en el campus, la Facultad de Ciencias y la Facultad de Ingeniería agregaron el banner de PUMAGUA en su sitio web. La Facultad de Derecho imprimió un cartel que situaron en los puntos donde se ubican los bebederos y despachadores de agua. Por su parte, la Coordinación de Estudios de Posgrado solicitó el banner para presentarlo en su pantalla digital.

Carteles sobre las acciones PUMAGUA en dependencias de Ciudad Universitaria

Con la finalidad de dar a conocer a la comunidad universitaria el Programa PUMAGUA y las acciones que se realizan a favor del manejo y uso responsable del agua dentro de las instalaciones, se realizó un diseño de cartel que menciona en cada dependencia cuántos medidores han sido instalados, si el agua de los bebederos y despachadores cumplen con las normas de calidad, el porcentaje de muebles de baño sustituidos por equipos de bajo consumo de agua, la difusión que se realiza sobre el manejo y uso del agua y, finalmente, si se ha efectuado el cambio de vegetación por especies que no requieren riego. El porcentaje de estas acciones se califica con medallas de oro, plata y bronce, de esta manera se busca incentivar la participación de las instituciones y hacer del conocimiento de los universitarios las acciones implementadas por su propia dependencia.

Las entidades que difundieron el cartel en sus medios fueron:

- Facultad de Arquitectura
- Facultad de Derecho
- Facultad de Ingeniería
- Facultad de Psicología
- Facultad de Economía
- Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
- Escuela Nacional de Trabajo Social
- Instituto de Astronomía
- Instituto de Investigaciones Bibliográficas
- Instituto de Ciencias Nucleares
- Instituto de Ecología
- Instituto Fisiología
- Instituto de Geografía
- Instituto de Geología
- Instituto Filológicas
- Instituto de Investigaciones Sociales
- Instituto de Química



Figura 55. Cartel de acciones PUMAGUA

Video promocional de PUMAGUA para día de muertos

Para la conmemoración del día de muertos en México y en Ciudad Universitaria, PUMAGUA realizó un pequeño video que difundió en sus redes sociales y medios digitales, el video mostraba emblemáticos sitios universitarios de CU y a un grupo de esqueletos caminando, los cuales llegaban a los bebederos recomendados por el Programa y una vez hidratados, comenzaban a bailar. El video en Facebook tuvo un alcance de 4,349 personas, 1,340 reproducciones, 52 likes y fue compartido 54 veces; en Youtube tuvo 53 vistas.



Figura 56. Video del Día de muertos

Material promocional impreso de PUMAGUA

Con el objetivo de informar y promocionar el Programa en eventos universitarios y externos a la UNAM, se realizaron cuatro diseños de postales con recomendaciones de uso eficiente del agua en el hogar y la escuela, además se diseñó un separador de libros que invita a los universitarios a beber agua de la llave y de los despachadores de agua recomendados por PUMAGUA.

Cortometrajes ganadores del concurso H2O en rodaje

Los guiones ganadores del concurso *H2O en rodaje* “Conservarla es ley” y “Ciclo del agua” que fueron grabados en cineminuto en colaboración con la fundación Todo por el Cine, han sido transmitidos a través de las redes sociales y medios digitales de PUMAGUA.

Cortometraje	Personas alcanzadas en Facebook	Reproducciones en Facebook	Me gusta en Facebook	Compartidos en Facebook	Vistas en Youtube
Conservarla es ley	7,701	1,333	28	6	551
Ciclo del agua	6,066	1,596	46	56	276

Figura 57. Alcance de los cortometrajes ganadores

Ambos cortometrajes se encuentran en las cuentas de Vimeo de PUMAGUA y de la fundación. Por su parte, Todo por el Cine compartió los videos en su plataforma *Video te conecta, historias que merecen ser vistas*.

Creación de un blog de PUMAGUA en el sitio web de iAgua

iAgua es una web española e independiente, centrada en la gestión y difusión de temas relacionados con el agua que informa y promueve los avances del sector hidráulico. iAgua ofrece a las empresas, dependencias académicas y gubernamentales la elección de dar de alta y administrar un blog en su página de internet, con el objetivo de comunicar y debatir los avances en el tema del agua. A partir de noviembre del 2015 PUMAGUA cuenta con un dominio web en el que promueve las acciones realizadas por el Programa.

El sitio web de iAgua cuenta con más de 2 millones 648 mil visitas y más de 944 mil usuarios son parte de esta plataforma. Las noticias que son publicadas en el blog de iAgua son compartidas en las redes sociales de España y México.

Congresos, Publicaciones, Talleres y Conferencias.

- Taller “Intercambio de experiencias en la operación de sistemas municipales de agua potable”.
- Participación en la mesa “El agua en diferentes latitudes: impresiones a partir del 7° foro mundial del agua”
- “La UNAM y tú: corresponsabilidad en el manejo de agua”, CCH Sur.
- 2° Encuentro del Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad de Guanajuato.

Participantes en PUMAGUA

Balance Hidráulico

Responsable del Área

Ing. Josué Pablo Hidalgo Jiménez

Programa de Manejo Uso y Reúso del Agua en la UNAM

Becarios

Omar Sebastián Martínez Morales

Oscar Jiménez Félix

Jesús Roberto Paredes Becerra

Jesús de León Ortega

David Ramírez Fuentes

Luis Enrique Mendoza Fuentes

Armando García Hernández

Jose Eduardo Hernández Crisóstomo

Iván Alejandro Cornejo Alcalde

Calidad del Agua

Responsable del Área

Biól. Carlos Kegel Pacheco

Programa de Manejo Uso y Reúso del Agua en la UNAM

Dra. Ma. Teresa Orta Ledesma

M. en C. Isaura Yáñez Noguez

Dr. Ignacio Monje Ramírez

Pas. Biología. Griselda Raquel Rocha Díaz

Coordinadora en Instituto de Ingeniería

Dra. Marisa Mazari Hiriart

Dra. Ana Cecilia Espinosa García

Pas. Biología. Antonio Barajas

Coordinadora en Instituto de Ecología

Fomento a la Participación Social

Responsable del Área

Lic. Berenice Hernández Mastache

Programa de Manejo Uso y Reúso del Agua en la UNAM

Becarios

Jazmin González Salazar

Nestor Abraham Infante Olvera

Servicio Social

Karen Guerrero López

Alejandra Izamar Núñez Machorro

Apoyo de Maestría

Lic. Rocio Carranza Flores

Bibliografía

1. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21° edición. Centennial Edition. Estados Unidos. 2005:9-63.
2. Ashbolt, N. J., W. O. K. Grabow, M. Snozzi. 2001. Indicators of microbial water quality. En: Fewtrell L. and J. Bartram Eds. Water Quality: Guidelines, Standards and Health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. World Health Organization Press.
3. Castillo-Rodal, A. I., M. Mazarí-Hiríart, L. Lloret-Sánchez, B. Sachman-Ruíz, P. Vinuesa and Y. López-Vidal (2011). Potentially pathogenic Non-tuberculous Mycobacteria found in aquatic system. Analysis from a reclaimed water and water distribution system in Mexico city. EJCMI 2011. DOI 10.1007/s10096-011-1359-y
4. Cázares Venegas Jorge Jesús. Calidad del Agua de Reúso: Generación-Almacenamiento-Distribución, Posterior a la Renovación de la Planta De Tratamiento "Cerro Del Agua". Facultad de Ciencias. Ciudad Universitaria. Fecha de titulación: 2014. TUTOR: M en C. Isaura Yañez Noguez.
5. COFEPRIS; CONAGUA (2010). Lineamientos generales para el monitoreo de cloro residual libre y muestreo bacteriológico en sistemas formales de abastecimiento de agua para uso y consumo humano. 13 p.
6. Comisión Federal para la prevención de riesgos sanitarios (COFEPRIS), 2010. Agua de Calidad Bacteriológica. <http://www.cofepris.gob.mx/>
7. CONAGUA (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento. 152 p.
8. CONAGUA (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de agua potable. 270p.
9. CONAGUA (2010). Estadísticas del agua en México. 258 p.
10. DOF (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 modificada en el 2000. Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. México, D.F., 22 de noviembre.
11. DOF (2000). Norma Oficial Mexicana, NOM-013-CNA-2000. Redes de distribución de agua potable especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba. México, D.F., 9 de julio, 2003.
12. DOF (2000). Norma Oficial Mexicana, NOM-179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público. México, D.F. 19 de junio.
13. DOF (2000). Norma Oficial Mexicana, NOM-181-SSA1-1998. Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua, de tipo doméstico. México, D.F., 20 de junio.
14. DOF (2003). Norma Oficial Mexicana, NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. México, D.F., 23 de abril.

15. DOF (2003). Norma Oficial Mexicana, NOM-230-SSA1-2002. Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua, procedimientos sanitarios para el muestreo. México, D.F., 1 de agosto.
16. DOF (2009). NORMA Oficial Mexicana, NOM-015-CONAGUA-2007. Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua. México, D.F., 25 de julio.
17. Eshcol J., P. Mahapatra, S. Keshapagu. 2009. Is fecal contamination of drinking water after collection associated with household water handling and hygiene practices? A study of urban slum households in Hyderabad, India. *Journal of Water and Health* 7(1):145-149.
18. Espinosa, G. P. S. (2015). Capacidad de microfiltración para la remoción de adenovirus del agua residual. Tesis de Licenciatura. Ciudad Universitaria. México, D.F.
19. Figueroa, M., C. Troncoso, P. López, P. Rivas and M. Toro (2009). Occurrence and enumeration of *Campylobacter* spp. during the processing of Chilean broilers. *BMC Microbiol.* 9:94.
20. Guías de la OMS para la calidad del agua potable (2006). Organización Mundial de la Salud (OMS).
21. Herman Bouwer, (2004). Artificial recharge of groundwater: Systems, design, and management.
22. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010. Censo de Población y vivienda 2010. <http://www.censo2010.org.mx/>
23. ISO, 1995. 10705-1: Water quality—Detection and enumeration of bacteriophages-part 1: Enumeration of F-specific RNA bacteriophages. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
24. Joseph A. Cotruvo, (2002). Unconventional methods for providing safe drinking water in small systems: Arsenic removal demonstration.
25. Kim, H., H. S. Kim, T. S. Shim, M. N., G. H. Bai, Y. G. Park, S. H. Lee, C. Y. Cha, Y. H. Kook, B. J. Kim (2005). PCR restriction fragment length polymorphism analysis (PRA)-algorithm targeting 644 bp Heat Shock Protein 65 (hsp65) gene for differentiation of *Mycobacterium* spp. *J. Microbiol. Methods.* 62(2):199-209
26. Lambertini E., S. K. Spencer, B. A. Jr. Kieke, F. J. Loge, M. A. Borchardt. 2011. Virus contamination from operation and maintenance events in small drinking water distribution systems. *J Water Health* 9(4):799-812.
27. Lothigius, A., A. Janzon, Y. Begum, A. Sjöling, F. Qadri, A. M. Svennerholm and I. Bölin, (2008). Enterotoxigenic *Escherichia coli* is detectable in water samples from an endemic area by real-time PCR. *J. Appl. Microbiol.* 104:1128–113
28. Maier R., I. L. Pepper, C. P. Gerba. 2009. *Environmental Microbiology.* Academic Press. China. 598 pp.
29. Marshall, H. M., R. Carter, M. J. Torbey, S. Minion, C. Tolson, H. E. Sidjabat et al. (2011). *Mycobacterium lentiflavum* in drinking water supplies, Australia. *Emerg Infect Dis* [serial on the Internet].

30. Martínez H. S., Coronel O. C., Hernández M. A., Miranda L. J. M. y Rodríguez Á. J. A. 2008. Control de la calidad del agua tratada en una depuradora a través de los Bioindicadores bacterianos *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* Laboratorio de Ciencias Ambientales.
31. Mazari, M. (2003). Bacteria and disinfection byproducts in water from southern Mexico City. 5 p. 129 p.
32. Mazari-Hiriart, M., Y. López-Vidal, G. Castillo-Rojas, S. Ponce de León and A. Cravioto (2001). Presence of *Helicobacter pylori* and other enteric bacteria in freshwater environments. *Archives of Medical Research*. 32:1-10.
33. National Research Council, Ground water recharge using waters of impaires quality, Washington (1994). "Soil and Aquifer Processes".
34. Nguyen, T. V., P. Le Van, C. Le Huy, K. N. Gia and A. Weintraub (2005). Detection and characterization of diarrheagenic *Escherichia coli* from young children in Hanoi, Vietnam. *J. Clin. Microbiol.* 43:755-6.
35. OMS (2006). Guías para la calidad del agua potable, primer apéndice a la tercera edición, Vol. 1. 408 p.
36. Orta de Velásquez M. T. Yañez-Noguez I. González Villareal F.J. García Santiago E.I. (2012). Implementation proposal of safety plan for reuse of treated wastewater in green areas, Case Study: University City. Disinfection of Water, Wastewater and Biosolids Conference 25-29 November 2012. México, City.
37. Pierre Payment and Will Robertson. 2004, Water Sanitation Health The microbiology of piped distribution systems and public health. OMS.
38. Sánchez-Monedero, M. et al. Generación de Bioaerosoles en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales. *Ingeniería 11-1* (2007) 37-42.
39. Tomar P; Surindra S (2011). Tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un sistema de Vermi-Biofiltración. Volumen 43. PP1 811-1822. Volumen 282. PP 95-103.
40. Toranzos GA, McFeters GA, Borrego JJ, Savill M. "Detection of microorganisms in environmental freshwaters and drinking waters" en *Manual of environmental microbiology*. Hurst CJ, Crawford RL, Garland JL, Lipson DA, Mills AL, Stetzenbach LD. Washintong D. C. ASM Press. 2007: 249-25.
41. Toze, Simon. Water reuse and health risks. *Desalination* 187 (2006) 41–51.
42. World Health Organization (WHO). 2011. Guidelines for drinking water quality. 4th Ed. Geneva, Switzerland.