



# FES Aragón

Anexo 2010







# FES Aragón

## 2010

*Director*

**Dr. Fernando González Villarreal**

*Coordinador Ejecutivo*

**Dr. Rafael Val Segura**

*Coordinador Balance Hidráulico*

**Ing. José Daniel Rocha Guzmán**

*Coordinadora de Calidad del Agua,  
Instituto de Ingeniería*

**Dra. María Teresa Orta Ledesma**

*Calidad del Agua, Instituto de Ecología*

**Dra. Marisa Mazari Hiriart**

*Calidad del Agua, Facultad de Medicina*

**Dra. Yolanda López Vidal**

*Coordinadora Comunicación / Participación*

**M. en C. Cecilia Lartigue Baca**

*Coordinador Sistema de Información Geográfica*

**M. en C. Javier Osorno Covarrubias**

*Coordinador de PUMAGUA en FES Aragón*

**M. en I. Martín Ortiz León**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

*Rector*

**Dr. José Narro Robles**

*Secretario General*

**Dr. Sergio M. Alcocer De Castro**

*Secretario Administrativo*

**Lic. Enrique Del Val Blanco**

*Abogado General*

**Lic. Luis Raúl González Pérez**

*Coordinadora de Humanidades*

**Dra. Estela Morales Campos**

*Coordinadora de la Investigación Científica*

**Dr. Carlos Arámburo de la Hoz**

*Secretario de Desarrollo Institucional*

**Mtro. Javier De la Fuente Hernández**

*Secretario de Servicios a la Comunidad*

**M. C. Ramiro Jesús Sandoval**

*Dirección General de Comunicación Social*

**Lic. Enrique Balp Díaz**

## Índice de Contenido

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Presentación.....                                                                | 5  |
| Actividades Gestionadas por el Coordinador del Programa PUMAGUA FES Aragón ..... | 6  |
| Cultura del Agua .....                                                           | 7  |
| Geomática .....                                                                  | 21 |
| Diseño de Red de Agua Potable FES Aragón .....                                   | 23 |
| Medición .....                                                                   | 26 |
| Rehabilitación de Plazas y Jardines .....                                        | 32 |
| Agua Pluvial .....                                                               | 33 |
| Proyecto Experimental de Reforestación.....                                      | 37 |
| Reciclaje de Agua .....                                                          | 46 |
| Calidad del Agua.....                                                            | 49 |



## Índice de Figuras

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Área destinada al proyecto experimental de reforestación. .... | 37 |
| Figura 2. Marcas de terreno donde se realizaron las cepas.....           | 38 |
| Figura 3. Elaboración de cepas con la retroexcavadora.....               | 39 |
| Figura 4. Zona con las cepas para el trasplante de árboles.....          | 39 |
| Figura 5. Transporte de árboles .....                                    | 40 |
| Figura 6. Llenado de cepas con composta. ....                            | 41 |
| Figura 7. Corte longitudinal para eliminar la bolsa. ....                | 41 |
| Figura 8. Raíces en árbol de Tamarix aphylla.....                        | 42 |
| Figura 9. Trasplante de T. Aphylla .....                                 | 42 |
| Figura 10. Colocación de corteza o “much”. ....                          | 42 |
| Figura 11. Riego a los árboles trasplantados.....                        | 43 |
| Figura 12. Zona reforestada. ....                                        | 44 |
| Figura 13. Trabajo de propagación con crasuláceas .....                  | 45 |
| Figura 14. Propagación vegetativa de Graptopetalum paraguayense.....     | 45 |
| Figura 15. Macetones con cactáceas y otras plantas suculentas.....       | 45 |



## Presentación

El martes 13 de octubre de 2009, en el auditorio del Centro Tecnológico Aragón, se hizo la presentación del **Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM, PUMAGUA** a la comunidad de la FES Aragón, mediante la conferencia que impartió el Dr. Fernando González Villarreal, Coordinador General del Programa, en la que destacó las ventajas y resultados que se han obtenido en su implementación en Ciudad Universitaria.

Posterior a la conferencia, el M. en I. Gilberto García Santamaría, Director de la FES Aragón, anunció la incorporación de la Facultad al Programa, PUMAGUA. Las metas a alcanzar se refieren a *disminuir las fugas en las tuberías, fomentar un uso eficiente del agua, implementar sistemas de tratamiento para el aprovechamiento del agua residual y pluvial, contar con información actualizada de la topografía y de las redes hidráulicas en formato digital, conocer la calidad del agua, así como, el diseño e implementación de campañas de cultura del agua.*

En este sentido, el 16 de octubre, se nombraron a las personas que dirigirían cada uno de los grupos de trabajo para desarrollar el programa PUMAGUA en la FES. La coordinación general del programa, en la FES, la tiene el Dr. Fernando Oscar Luna Rojas Coordinador del Centro Tecnológico Aragón.

- **Medición**, Ing. Federique Jauregui Renaud, Superintendente de Mantenimiento.
- **Cultura del agua**, Dr. Jesús Escamilla Salazar, Jefe de la División de Humanidades y Artes; Dra. Gabriella Piccineli Bocchi, Centro Tecnológico Aragón.
- **Geomática**, M. en I. Martín Ortiz León, Jefe de la División de Ciencias Físico Matemáticas y las Ingenierías; Ing. José Antonio Dimas Chora, Secretario Técnico de la Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil.
- **Rediseño de jardines y plazas**, M. en A. María del Carmen Ulloa del Río, Jefa de la Carrera de Arquitectura.
- **Calidad del Agua**, M. en C. Sergio Alfonso Martínez González; M. en C. Marjorie Márquez Vázquez, Centro Tecnológico Aragón.
- **Agua pluvial**, Dr. Javier Jiménez García, Centro Tecnológico Aragón y el M. en I. Martín Ortiz León.

A continuación se describen las principales actividades y logros que ha tenido cada uno de los grupos desde su constitución hasta el mes de diciembre de 2010.

## **Actividades Gestionadas por el Coordinador del Programa PUMAGUA FES Aragón**

Se organizaron las siguientes conferencias:

- “La hidráulica en la Ingeniería Civil”, impartida por el Mtro. Víctor Franco, Investigador del Instituto de Ingeniería. 18 de noviembre de 2009.
- “El Túnel Emisor Oriente dentro del programa de sustentabilidad hídrica de la cuenca de la cuenca del Valle de México”, impartida por el Dr. Rafael Bernardo Carmona Paredes, Coordinador Adjunto Técnico en la Coordinación de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento del Valle de México, de la CONAGUA. 27 de noviembre de 2009.
- “La Construcción de la Línea 12 del Metro de la Ciudad de México”, impartida por el Ing. Enrique Horcasitas, Director General del Proyecto Metro. 17 de febrero de 2010.

El Dr. Fernando González Villarreal hace entrega, como donación, de siete micro – medidores de agua, para que empiecen a ser instalados en diciembre de 2009 y se pueda conocer el consumo de agua por edificio.

En noviembre se estableció contacto con el Ing. Ricardo Estrada Núñez, Subdirector de Reciclaje de la Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal, en la que se acordó la donación de la composta necesaria para la restauración de los suelos de la FES, a través del Vivero Bordo Poniente IV Etapa.

## Cultura del Agua

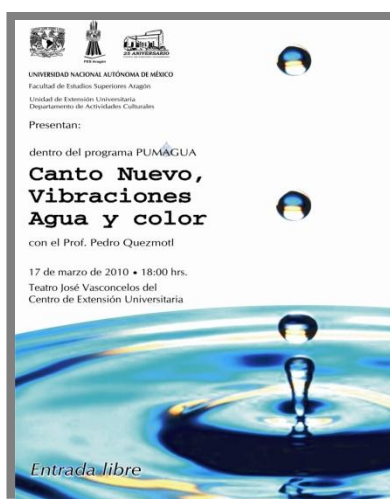
### Objetivo

Sensibilizar y concientizar a la comunidad de la FES Aragón sobre el uso y reuso del agua mediante actividades académicas, artísticas y culturales.

### Actividades realizadas

Organización de los siguientes eventos:

- “Canto Nuevo, Vibraciones, Agua y Color”. 17 de marzo. Teatro “José Vasconcelos” del Centro de Extensión Universitaria. Asistencia aproximada: 300 alumnos. 18:00 hrs.



- Serie de pláticas “En torno al Día Mundial del Agua. Agua Limpia para un Mundo Sano”. 22 – 25 de marzo.

**Secretaría de Servicios a la Comunidad**  
**Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria**  
**Facultad de Estudios Superiores Aragón**

**En torno al Día mundial del agua**  
"Agua limpia para un mundo sano"  
Marzo 2010 FES Aragón

Informes:  
Coordinación de Servicios a la Comunidad  
5623 0871  
www.tucomunidad.unam.mx

**Lunes 22 Agua azul**  
10:00 horas • Española Central  
Elaboración de un mural "Agua con el agua"  
11:00 horas • Aula Magna de la Biblioteca  
Charla: El Cambio climático y el futuro del agua en México  
Imparte: Dr. Víctor Manuel Huandara,  
Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Modera: Mtro. Luis Manuel López Rojas

**Martes 23 Agua pura**  
11:00 horas • Auditorio A-1  
Charla: Consumo del agua  
Tecnología Zameo Soria  
Especialista en rescate de ríos urbanos  
Modera: Lic. Suselene González Hernández  
17:30 horas • Auditorio A-1  
Proyección de cortometrajes:  
Agua que es tan de beber  
Realizador: Mateo Fabrega  
Argentina, 11:13 min.  
Secursos del agua  
Realizadores: Susi Graydon-Lazarte  
y Frédéric Julien  
Canadá, 30:15 min.  
Ciudad del agua  
Realizadores: Carla A. López Salgado  
México, 21:30 min.  
Las aguas del mal  
Realizadores: Jimena Perschall Lozada  
México, 17:13 min.

**Miércoles 24 Agua cero**  
11:00 horas • Aula Magna de la Biblioteca  
Charla: Escasez del agua en la ciudad de México  
Imparte: Dra. Ana Cecilia Espinosa García  
Instituto de Ecología  
Modera: Mtro. Roberto David Juárez Carrejo

**Jueves 25 PUMAGUA**  
12:30 horas • Auditorio A-1  
Charla: Programa de Manejo Uso y Reuso del Agua en la UNAM  
Imparte: Dra. Zuleyda Pineda Benito  
y Dr. en C. Sergio Martínez González  
Modera: Mtro. C. Roberto Márquez Vázquez

100 UNAM  
ANIVERSARIO  
FES Aragón



- Conferencia “El cambio climático y el futuro del agua en México”. 22 de marzo. Auditorio A1. Instancias: Centro de Ciencias de la Atmósfera, DGACU, RRH, Servicios a la comunidad. Participantes: 200 alumnos. 11:00 hrs.



- “Agua sobre poesía”. 6 y 15 de abril. Sala “Diego Rivera”, Centro de Extensión Universitaria. Asistencia aproximada: 95 alumnos.



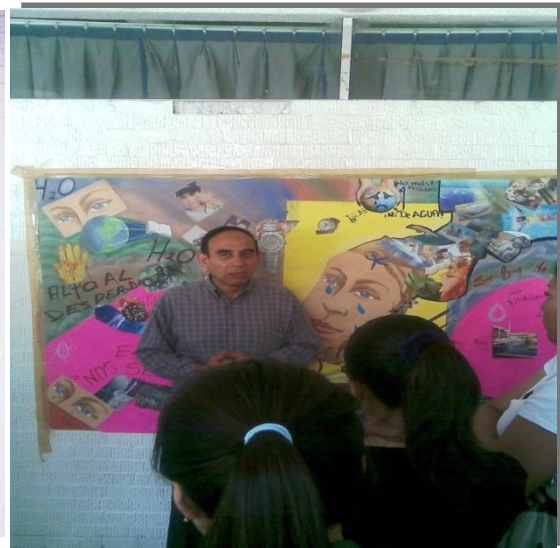
- Kilómetro por la evaporación UNAM. 18 de abril. Licenciatura en Comunicación y Periodismo. Sobre avenida Paseo de la Reforma, en respuesta a la convocatoria mundial emitida por Live Earth. Participaron 50 voluntarios de la UNAM.



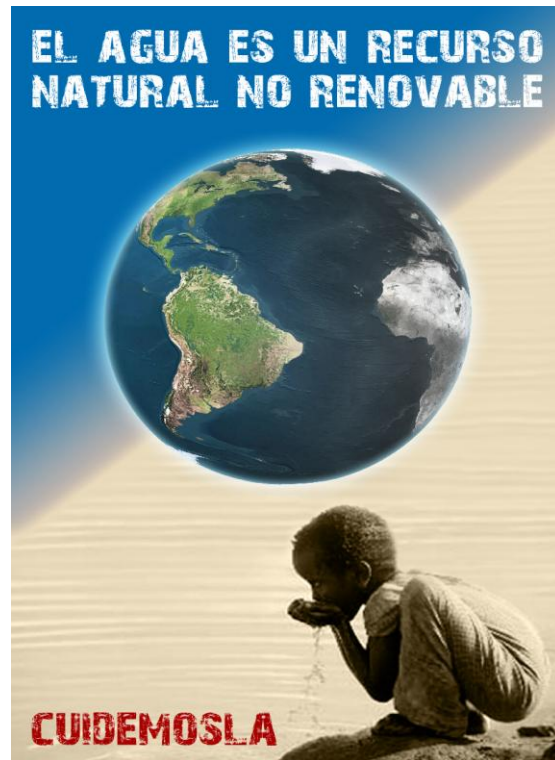
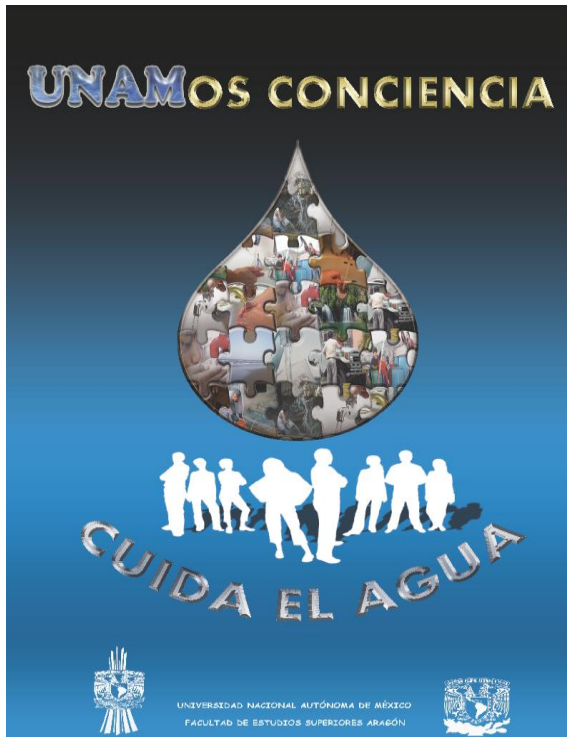
- Teatro “Eso es lo malo”. 21 de abril. Teatro “José Vasconcelos”, Centro de Extensión Universitaria. Asistencia aproximada: 200 alumnos. 18:00 hrs.



- Mural – Pintura. 3 de mayo. Salones de Pedagogía. Asistencia aproximada 150 alumnos.



- Concurso de carteles: “Una mirada a través del agua”. 11 de mayo. Sala “Diego Rivera”, Centro de Extensión Universitaria. Coordinación de Servicios a la Comunidad. Alumnos inscritos: 109. Número de carteles: 86.



- Oratoria Itinerante sobre el Agua. 13 de mayo. Salones de Pedagogía. Asistencia aproximada 120 - 125 alumnos.



- Concurso de mural: "Aguas con el Agua". Mayo.





- Concurso de cortometrajes: “El agua se va en corto”. 19 de mayo. Coordinación de servicios a la comunidad. Auditorio “A1”. Alumnos: 232. Número de cortometrajes: 56. Instancias: Servicios a la comunidad, Comunicación y periodismo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
UNIDAD DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA  
COORDINACIÓN DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD

Invitan a toda la comunidad estudiantil a participar en el concurso cortometrajes

## EL AGUA SE VA EN CORTO

OBJETIVO: Invitar a la comunidad universitaria a reflexionar sobre el cuidado del agua y su importancia para la vida, a través de un cortometraje.

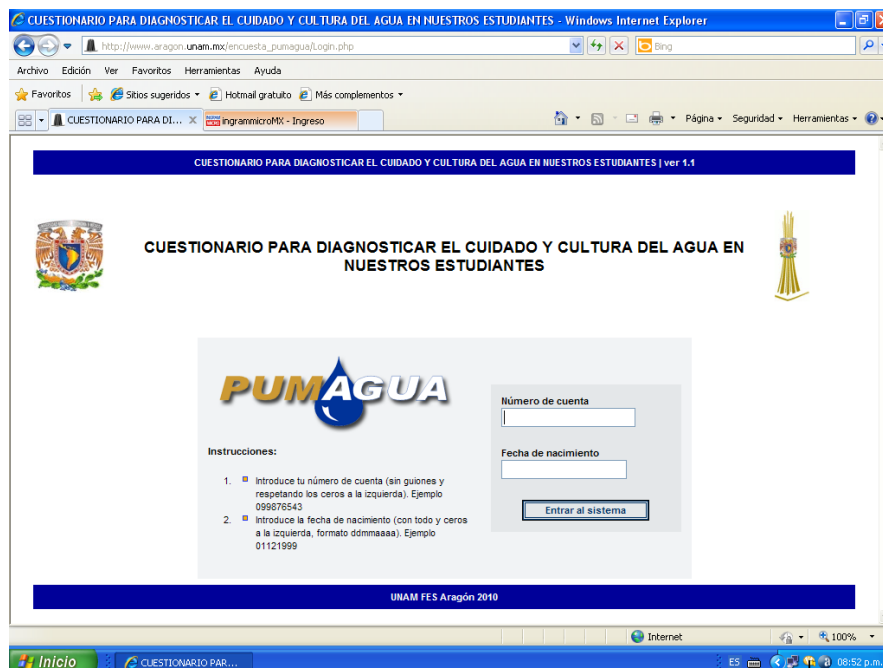
**BASES:**

1. Los participantes deben pertenecer a la comunidad estudiantil de la FES Aragón.
2. La participación podrá ser individual o colectiva, con un máximo de 5 integrantes por cada equipo.
3. El género cinematográfico podrá ser ficción o animación, con una duración mínima de 1 minuto y máxima de 5 minutos.
4. La temática del cortometraje versará sobre la conciencia en torno al cuidado del agua.
5. El cortometraje deberá entregarse en formato electrónico DVD.
6. La información afuera a los participantes, así como el DVD grabado con el cortometraje, deberán ser entregados en un sobre que incluya una tarjeta con los siguientes datos:
  - Título del cortometraje
  - Nombres completos de cada uno de los participantes.
  - Carrera y semestre que cursan
  - Número de cuenta de cada participante
  - Turno
  - Teléfono
  - Dirección de correo electrónico
7. La fecha límite de entrega será el día 7 de mayo de 2010.
8. El jurado estará conformado por especialistas del área y académicos.
9. La deliberación y resolución de lugares se realizará tanto por los asistentes a la proyección de todos los cortometrajes y por el jurado calificador.
10. Cualquier situación no contemplada en la presente convocatoria, será resuelta por el jurado calificador.
11. El fallo del jurado será inapelable.
12. Los ganadores se harán acreedores a atractivos premios.
13. La recepción e inscripción de trabajos se hará en la Coordinación de Servicios a la Comunidad, ubicada en el Edificio de Gobierno, 1er Piso, en un horario de 10:00 a 14:00 y de 17:00 a 20:00 horas con credencial y foto de materias vigentes.

- Video sobre el uso y cuidado del agua de la FES Aragón. 27 de mayo de 2010.  
<http://www.youtube.com/watch?v=42MYhAG0YAg>.

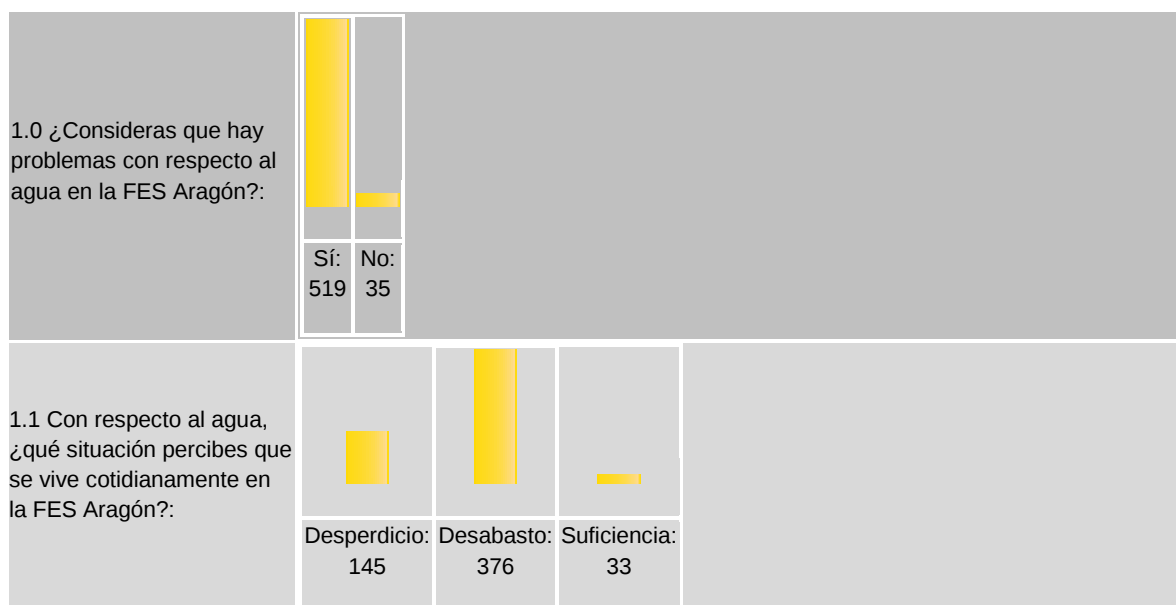
Se generó una encuesta para diagnosticar el cuidado y cultura del agua en los estudiantes de la FES Aragón, a la cual se tiene acceso a través de la página de la Facultad [www.aragon.unam.mx](http://www.aragon.unam.mx).

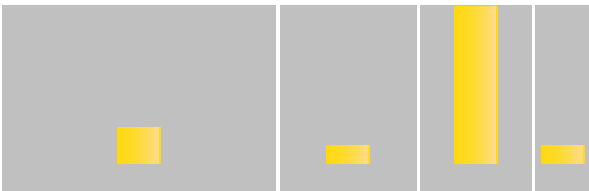
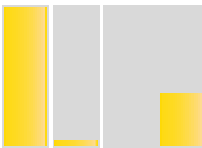
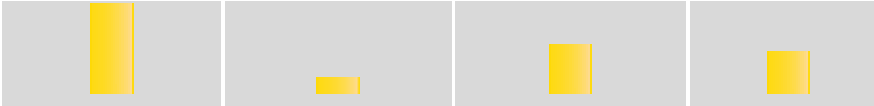
A continuación se presentan imágenes con los resultados de la encuesta que se tienen hasta el momento.



## CUESTIONARIO PARA DIAGNOSTICAR EL CUIDADO Y CULTURA DEL AGUA EN NUESTROS ESTUDIANTES

Alumnos que evaluaron: 554 Total alumnos: 15725 Porcentaje de Evaluación: 3.52% Todas las carreras



|                                                                                                                  |                                                                                      |                                                             |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 1.2 ¿Para qué actividades hace falta el agua en la FES Aragón?                                                   |    |                                                             |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
|                                                                                                                  | Riego de las áreas verdes:<br>101                                                    | Laboratorios:<br>4                                          | Sanitarios:<br>436                          | Otro:<br>2                    |                                        |                                     |                 |
| 1.3 ¿Has detectado mal uso o desperdicio del agua en la FES Aragón?:                                             |     |                                                             |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
|                                                                                                                  | Sí:<br>361                                                                           | No:<br>193                                                  |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
| 1.4 ¿En cuáles de las siguientes áreas lo has detectado?                                                         |    |                                                             |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
|                                                                                                                  | Sanitarios:<br>266                                                                   | Vestidores y regaderas:<br>5                                | Áreas verdes:<br>75                         | Laboratorios o Talleres:<br>2 | Todas las anteriores:<br>39            | Patios, pasillos y andadores:<br>12 | Ninguna:<br>155 |
| 1.5 ¿Te sientes comprometido a participar en busca de posibles soluciones con respecto al uso y ahorro del agua? |   |                                                             |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
|                                                                                                                  | Sí:<br>387                                                                           | No:<br>18                                                   |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
| 1.6. ¿Quién es el principal responsable de evitar el desperdicio del agua en la FES Aragón?                      |  |                                                             |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
|                                                                                                                  | Autoridades universitarias:<br>37                                                    | Profesores:<br>3                                            | Alumnos:<br>33                              | Trabajadores:<br>21           |                                        | Todos los anteriores:<br>460        |                 |
| 1.7. ¿Sabes qué tipo de llaves de agua se utilizan en la escuela?                                                |  |                                                             |                                             |                               |                                        |                                     |                 |
|                                                                                                                  | Llaves que se abren y cierran en cuanto termina de usarse:                           | Llaves que se quedan abiertas aún y sin que se use el agua: | Llaves de perilla que se abren manualmente: |                               | Llaves de agua con sistema automático: |                                     |                 |

|                                                                                                                                   | 250                                     |                            | 45                           | 142                                          | 117 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|-----|
| 1.8. ¿Tú dirías que los aragoneses se preocupan o no por evitar el desperdicio del agua?                                          |                                         |                            |                              |                                              |     |
|                                                                                                                                   | Sí: 166                                 | No: 388                    |                              |                                              |     |
| 1.9. ¿Qué medidas implementarías para que el abastecimiento del agua, cubriera las necesidades mínimas de la comunidad aragonesa? |                                         |                            |                              |                                              |     |
|                                                                                                                                   | Captación de agua de lluvia: 315        | Racionamiento del agua: 78 | El ahorro voluntario: 97     | Lavamanos y regaderas automatizadas: 64      |     |
| 2.1 ¿Conoces alguna iniciativa que se esté llevando a cabo en la FES Aragón a favor del cuidado del agua?                         |                                         |                            |                              |                                              |     |
|                                                                                                                                   | Sí: 61                                  | No: 493                    | Al final: 0                  | Nunca: 0                                     |     |
| 2.2 ¿Cuál de las siguientes medidas aplicarías en el interior de la FES Aragón para prevenir el desperdicio del agua              |                                         |                            |                              |                                              |     |
|                                                                                                                                   | Cerrar bien las llaves que utilizo: 177 | Reportar las fugas: 232    | Evitar jugar con el agua: 43 | Hablar con mis compañeros sobre el tema: 102 |     |
| 2.3. ¿Has visto que alguien dañe la infraestructura hidráulica de la FES Aragón?                                                  |                                         |                            |                              |                                              |     |
|                                                                                                                                   | Sí: 77                                  | No: 477                    |                              |                                              |     |

|                                                                                                                 |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 2.4. ¿Sabes a dónde acudir para reportar alguna falla o daño en la infraestructura hidráulica de la FES Aragón? |    |    |    |    |  |
|                                                                                                                 | Siempre:<br>74                                                                      | Frecuentemente:<br>480                                                              | Pocas veces:<br>0                                                                   | Nunca:<br>0                                                                         |  |
| 2.5. En tu opinión, el manejo que se hace del agua en la Facultad es:                                           |    |    |    |    |  |
|                                                                                                                 | Muy bueno:<br>11                                                                    | Bueno:<br>217                                                                       | Malo:<br>275                                                                        | Muy malo:<br>51                                                                     |  |
| 3.1 ¿Utilizas algunas medidas preventivas para cuidar el agua?                                                  |    |    |                                                                                     |                                                                                     |  |
|                                                                                                                 | Sí:<br>488                                                                          | No:<br>66                                                                           |                                                                                     |                                                                                     |  |
| 3.2 ¿Con qué frecuencia al día lavas tus manos, durante el tiempo que permaneces en la FES Aragón?              |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                 | Ninguna:<br>17                                                                      | Una:<br>113                                                                         | Dos:<br>297                                                                         | Tres o más veces:<br>127                                                            |  |
| 3.3. Siendo totalmente honestos, cuando haces uso de las llaves de agua ¿evitas el desperdicio?                 |  |  |                                                                                     |                                                                                     |  |
|                                                                                                                 | Sí:<br>524                                                                          | No:<br>30                                                                           |                                                                                     |                                                                                     |  |
| 4.1. ¿Consideras necesario implementar actividades orientadas al consumo y cuidado del agua?                    |  |  |                                                                                     |                                                                                     |  |
|                                                                                                                 | Sí:<br>524                                                                          | No:<br>30                                                                           |                                                                                     |                                                                                     |  |

|                                                                                                                                                                                |                                                    |                                                    |                                                  |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------|--|
|                                                                                                                                                                                | 459                                                | 95                                                 |                                                  |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
| 4.2. ¿Cuáles de las siguientes acciones podrían contribuir a solucionar los problemas vinculados con el uso y cuidado del agua en la FES Aragón?                               |                                                    |                                                    |                                                  |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
|                                                                                                                                                                                | Denunciar los malos usos:<br>216                   | Hablar con mis compañeros:<br>36                   | Participar en campañas de difusión:<br>154       | Evitar dejar correr el agua mientras no la utilizo:<br>148 |                 |                 |                      |             |  |
| 4.3. De existir campañas sobre el cuidado del agua en la Facultad, te gustaría que:                                                                                            |                                                    |                                                    |                                                  |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
|                                                                                                                                                                                | La campaña sea dirigida por los estudiantes:<br>38 | La campaña sea dirigida por las autoridades:<br>29 | La campaña sea dirigida por ambas partes:<br>487 |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
| 5.1 ¿Has visto letreros al interior de la FES que hablen al respecto del cuidado del agua?                                                                                     |                                                    |                                                    |                                                  |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
|                                                                                                                                                                                | Sí:<br>243                                         | No:<br>311                                         |                                                  |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
| 5.2 ¿Qué medios consideras deben ser empleados para difundir el uso y cuidado del agua?                                                                                        |                                                    |                                                    |                                                  |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
|                                                                                                                                                                                | Volantes:<br>26                                    | Trípticos:<br>21                                   | Carteles:<br>176                                 | Mantas:<br>196                                             | Letreros:<br>37 | Internet:<br>36 | Gaceta Aragón:<br>38 | Otro:<br>24 |  |
| 5.3. De existir una campaña sobre la cultura y cuidado del agua, a través de carteles, ¿en qué espacios te gustaría que fueran exhibidos para que tus compañeros se enteraran? |                                                    |                                                    |                                                  |                                                            |                 |                 |                      |             |  |
|                                                                                                                                                                                | Mamparas:<br>58                                    | Vestíbulo de la Biblioteca:<br>39                  | Al aire libre:<br>378                            | Vitrinas o avisadores:<br>79                               |                 |                 |                      |             |  |

La Coordinación de Servicios a la Comunidad de la FES Aragón promovió el Proyecto Ecológico Ahorro del Agua y Mejora Tu Jardinera, el cual se llevó a cabo para mejorar una jardinera ubicada frente al edificio A6. A continuación se muestran algunas imágenes que sirven de evidencia de este proyecto.





## Geomática

### Introducción

Las necesidades ante los retos planteados por la creciente demanda poblacional, particularmente en el segmento estudiantil, han desembocado en el replanteamiento de las características de la infraestructura instalada.

El proceso de diagnóstico de la obra civil que conforma la FES Aragón, ha tocado necesariamente la información técnica útil disponible. De lo anterior, se tienen hallazgos que indican la necesidad de recopilar mediante trabajos de levantamiento topográfico prácticamente toda la información gráfica requerida (planos).

### Objetivo

Elaborar el plano en proyección horizontal (planta) que contenga la ubicación precisa de las diferentes instalaciones de infraestructura, especialmente la hidráulica, conformantes de la Facultad de Estudios Superiores Aragón.

### Actividades realizadas

- Revisión de información desarrollada en ejercicios académicos (tesis, trabajos REALIZADOS POR LOS RESPONSABLES DEL GABINETE DE TOPOGRAFÍA), en los meses de octubre y noviembre de 2009.
- Captación y capacitación de recursos humanos, principalmente prestadores de servicio social, interesados en participar en el grupo de Geomática, durante los meses de noviembre y diciembre de 2009.
- Ejecución del levantamiento topográfico, entre diciembre de 2009 y febrero de 2010.
- Procesamiento informático y organización digital de la información topográfica obtenida, desde febrero de 2010 a la fecha.

### Resultados

- Se cuenta con el plano en planta de la FES Aragón en formato digital, con un avance del 90%. Cabe aclarar que es difícil llegar a un 100%, debido a que existe una modificación continua de la infraestructura.
- Se ha conjuntado a 25 alumnos de Ingeniería Civil, quienes han trabajado por brigadas realizando los levantamientos de campo principalmente.
- Se realizó el trazo de los sitios que serán para las actividades de forestación, en el lindero sur de la Facultad, durante marzo de 2010.

- La información generada se ha compartido con el grupo encargado de desarrollar el proyecto de la red de agua potable, y se han desarrollado actividades de nivelación paralelas en sitios críticos para completar dicho proyecto, en los meses de mayo y junio de 2010.

**Actividades por realizar**

- Se aprovechará la dinámica que representa la administración y actualización de la información topográfica, para la renovación e incorporación de prestadores de servicio social en dichas actividades, con el consecuente beneficio que esto representa para la especialización de los egresados, y con temporalidad permanente.
- Se iniciará la gestión para la adquisición de la plataforma informática del Sistema de Información Geográfica, para la administración integral del PUMAGUA en la FES Aragón.
- Se capacitará al recurso humano en el manejo del software para administrar el Sistema de Información Geográfica.

## **Diseño de Red de Agua Potable FES Aragón**

### **Antecedentes**

Estos trabajos no estaban contemplados originalmente en el planteamiento de conformación del Programa PUMAGUA en la FES Aragón. Surgen como una consecuencia de la evaluación que los responsables del Programa, en esta unidad multidisciplinaria, hicieron del estado que guarda la red de distribución de agua potable.

Dada la antigüedad de la red, de más de treinta años, así como las constantes fugas que se presentan en la misma, se consideró pertinente su sustitución.

Los trabajos se iniciaron el 16 de marzo de 2010, con un grupo de tres personas: un responsable de los trabajos y dos ingenieros de apoyo.

### **Recopilación de Información**

Se llevó a cabo un exhaustivo trabajo de investigación documental, consultando tesis relacionadas con la temática, trabajos previos institucionales, reportes presentados por otros grupos del Programa PUMAGUA de esta entidad académica, así como registros de diversas instancias administrativas y operativas de la misma.

La información se revisó y, en el caso de la relativa a infraestructura, se verificó en campo.

Se llevaron a cabo recorridos a las diversas instalaciones de la red de agua potable de la facultad: toma de agua potable, cisternas, equipos electromecánicos, cajas de interconexión, muebles de baño, etc.

Con la verificación en campo se elaboró un reporte, que forma parte del informe del diagnóstico del estado actual de la red.

Los trabajos mencionados se llevaron a cabo entre el 16 de marzo y el 15 de abril de 2010

### **Determinación de los datos de proyecto**

A partir de la información recopilada y analizada, se determinaron los datos básicos de proyecto, como la dotación asignada a cada miembro de la comunidad, el gasto demandado por edificio, el gasto total requerido de la red municipal, así como la capacidad recomendada de almacenamiento en las cisternas.

El análisis y los cálculos se llevaron a cabo entre el 16 de abril y el 30 de abril de 2010.

### **Análisis del funcionamiento del sistema**

En un proyecto de rehabilitación o readecuación de la red de agua potable, lo conveniente habría sido llevar a cabo la simulación del funcionamiento de la red, a fin de determinar aquellos sectores con un desempeño inadecuado y proponer las modificaciones pertinentes.

En el caso de la red de distribución de la FES Aragón, no se llevó a cabo la simulación del estado actual, en virtud de que lo que se busca es realizar un proyecto nuevo. A lo anterior hay que agregar, que no existe un plano de la red en la cual se señalen los distintos tipos de materiales, conexiones y diámetros que la conforman, y que no se considera en la red futura la utilización de ningún tramo existente.

Como se mencionó, la red actual data de hace más de treinta años, presentándose una cantidad importante de fugas en las tuberías, generadas por las condiciones físicas en que se encuentran así como por factores externos, entre los que podemos señalar: el colchón insuficiente sobre los conductos, la existencia de vegetación que incide sobre éstos y prácticas inapropiadas de relleno de las zanjas después de reparar las fugas.

El análisis del funcionamiento hidráulico, se hará a partir de la propuesta de disposición de la red de proyecto.

### **Problemática de la red de distribución**

Con base en la revisión física de la red, así como la demanda de agua potable, se concluye lo siguiente:

- La red rebasa por mucho la vida útil considerada para un sistema de distribución de agua potable, de 20 años
- El gasto suministrado por la red municipal es irregular e insuficiente
- La mayoría de las instalaciones de la facultad son abastecidas a partir de los equipos del edificio de mantenimiento
- Los asentamientos de los edificios afectan las conexiones de las tuberías en las cajas de operación
- La vegetación afecta la estabilidad de las tuberías, al modificar las condiciones de trazo y profundidad de las mismas
- La erosión en las áreas de tránsito ha reducido el colchón de suelo sobre las tuberías, el cual las protege de las cargas superficiales
- Los materiales de relleno utilizados en la reparación de fugas no son los apropiados

## **Propuestas**

La red actual resulta inoperante, ya cubrió su vida útil; se propone una nueva red de distribución, considerando nuevos trazos a fin de librar las interferencias existentes

- En la construcción de la red se contemplará el encofrado de la tubería, poniendo especial atención en la protección de las conexiones de las líneas con las cajas
- El arreglo de la red de distribución se considerará separado de la red de riego
- Se propone incrementar la capacidad de regularización (cisterna), con la construcción de una cisterna que pertenezca al sistema del edificio de mantenimiento, que permita incrementar la reserva de agua.
- Se hará una distribución más equitativa del gasto suministrado, aprovechando lo más posible las instalaciones electromecánicas del edificio de vestidores y gimnasio. Para lo anterior, se hará un replanteamiento de los dos sistemas de abastecimiento existentes.

El análisis del estado del sistema de abastecimiento de agua potable, así como la determinación de la problemática y las propuestas, se llevaron a cabo del 3 al 14 de mayo de 2010.

## **Proyecto de la red de distribución de agua potable de la FES Aragón**

A partir de la información que se ha proporcionado por el grupo de Geomática, se ha conformando el plano base de proyecto, y se ha generado la base de datos en el programa EPA NET, que servirá para el proyecto final.

Cabe mencionar, que los levantamientos topográficos aún no se han concluido, los cuales son indispensables para la simulación hidráulica, la propuesta final y el proyecto ejecutivo.

Se han generado asimismo los formatos base para el catálogo de conceptos y se cuenta con los manuales de tuberías, piezas especiales y accesorios necesarios para detallar el proyecto ejecutivo.

Los trabajos descritos se han llevado a cabo desde el 17 de mayo hasta la fecha.

La simulación hidráulica de la red, cuya propuesta final será la que se integre al plano de proyecto de la red, se podrá efectuar una vez que se tenga la información completa del levantamiento topográfico, procediendo posteriormente a la elaboración de la información complementaria del proyecto ejecutivo. Se estima que una vez que se cuente con la información de campo mencionada, en un plazo máximo de dos meses se concluirán los trabajos.

## Medición

### Actividades realizadas

Se ha recopilado y clasificado la información básica necesaria para actualizar los planos hidráulicos de este plantel, mismos que estarán terminados en la primera semana del mes de junio del año 2010.

Se adquirieron los medidores de agua que se describen en la tabla siguiente, para que se instalen en la red hidráulica de la FES y conocer los consumos de agua en cada edificio que conforma la Facultad.

| Cantidad | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3        | Medidor volumétrico, tipo disco mutante, cuerpo de plástico o de bronce, modelo RCDL M25, tamaño DN 13 mm (1/2") con radio Orión integrado.                                                                                                                       |
| 7        | Medidor volumétrico, tipo disco mutante, cuerpo de plástico o de bronce, modelo RCDL M25, tamaño DN 20 mm (3/4") con radio Orión remoto 22 m de cable.                                                                                                            |
| 7        | Medidor de turbina, tipo woltman, cuerpo de bronce, modelo RCDL turbo series 1000, DN 100 mm (1") con radio Orión remoto 22 m de cable.                                                                                                                           |
| 1        | Medidor electromagnético modelo magnetoflow carrete y bridas acero al carbón, brida ANSI 150 RF (psi) interior goma dura, electrodos hastelly A, anillos a tierra 316 ss, amplificador remoto 15 mts. de cable fuente 110v" con radio Orión remoto 22 m de cable. |

Cabe hacer mención que hasta el mes de abril de 2010 aún no se ha completado este pedido, ya que faltan medidores por suministrarse.

El programa Pumagua, donó a este plantel siete medidores, cuyas características y ubicaciones recomendadas se enlistan a continuación:

| Medidor                    | Modelo | Ubicación      |
|----------------------------|--------|----------------|
| <b>Diámetro 1" (25 mm)</b> | M40    | Edificio 1 y 4 |
| <b>Diámetro 1" (25 mm)</b> | M40    | Edificio 2 y 3 |
| <b>Diámetro 1" (25 mm)</b> | M40    | Edificio 5 y 6 |

|                              |     |                         |
|------------------------------|-----|-------------------------|
| <b>Diámetro 1" (25 mm)</b>   | M40 | Comedor y Centro Medico |
| <b>Diámetro 1" (25 mm)</b>   | M40 | Centro Tecnológico      |
| <b>Diámetro ¾" (19 mm)</b>   | M25 | Edificio de Gobierno    |
| <b>Diámetro 5/8" (16 mm)</b> | M25 | Edificio L-1            |

Los medidores que se han instalado de acuerdo con las especificaciones que se proporcionaron por PUMAGUA CU se encuentran ubicados en los siguientes lugares, dando un total de 14 medidores de 21 necesarios.

- Módulo de Extensión Universitaria
- Centro Médico y Comedor
- Edificio de Gobierno
- Biblioteca
- Edificios A-1/A-3
- Edificios A-2/A-4
- Edificios A-5/A-6
- Edificios A-7/A-8
- Centro Tecnológico
- Laboratorio L1
- Laboratorio L2
- Laboratorio L3
- Laboratorio L4
- Gimnasio

Paralelamente a la instalación de los micro medidores, se están sustituyendo las válvulas de seccionamiento, a efecto de garantizar el corte de agua adecuadamente. Los sitios donde se ubicaron estas válvulas son:

- Dos válvulas de seccionamiento de 6" Ø, 125 # en la salida de hidroneumáticos la cisterna principal del plantel.

- Válvula de seccionamiento de 3" Ø, 125 # en la acometida de los edificios A-5/A-6.
- Válvula de seccionamiento de 3" Ø, 125 # en la acometida de los edificios A-2/A-3.
- Válvula de seccionamiento de 3" Ø, 125 # en la acometida de los edificios A-1/A-4.

En lo referente a sustitución de muebles ahorradores de agua en los sanitarios del plantel así como válvulas economizadoras al día de hoy se han colocado:

- 25 WC de 4.8 L
- 25 Mingitorios de 0.5 L
- 20 Lavabos
- 3 WC de Tanque bajo
- 30 Fluxómetro P/WC de 4.8 L
- 30 Fluxómetro P/Mingitorio de 0.5 L
- 137 Llaves Economizadoras

Dicho equipos y dispositivos fueron instalados en:

- Baños de hombres y mujeres en la sala Diego Rivera
- Baños de hombres y mujeres en sala de Firmas
- Baños de planta baja y planta alta del laboratorio L-1
- Baños y vestidores
- Edificios de aulas A1-A4, A2-A3, A5-A6, A7-A8, A9-A10 y A11-A12
- Baño de Servicio Médico

La suma total de dichos dispositivos y equipos suma un total de 270 piezas que representan el 27.43% del total de muebles y dispositivos instalados en el plantel.

En el mes de abril se realizó una visita por personal de PUMAGUA CU, para detectar el punto óptimo para la instalación de la antena receptora de señal de los micro y macro medidores.

En lo referente a las fugas que se han presentado en la Red de Distribución de Agua Potable, se tienen las siguientes estadísticas:

- Durante el año 2009 se presentaron 42 fugas de agua

| Material     | Diámetro | No. de Fugas |
|--------------|----------|--------------|
| <b>PAD</b>   | 6" Ø     | 28           |
| <b>PVC</b>   | 4" Ø     | 2            |
| <b>PVC</b>   | 2" Ø     | 9            |
| <b>PVC</b>   | 1 ½" Ø   | 1            |
| <b>COBRE</b> | ¾" Ø     | 1            |
| <b>A.C.</b>  | 2 ½" Ø   | 1            |

- En el año 2010 hasta la fecha se registraron 28 fugas siendo estas:

| Material     | Diámetro | No. de Fugas |
|--------------|----------|--------------|
| <b>PAD</b>   | 6" Ø     | 21           |
| <b>PVC</b>   | 2" Ø     | 2            |
| <b>PVC</b>   | 1" Ø     | 3            |
| <b>COBRE</b> | ¾" Ø     | 2            |

La administración del plantel ha otorgado todas las facilidades para la compra de materiales así como la disposición de recursos humanos tanto en la Jornada Normal como tiempo extraordinario.

Durante el período vacacional de julio, se les dio mantenimiento a las cinco cisternas, consistiendo en limpieza, resanado de grietas y pintado. A continuación se presentan algunas imágenes de estas actividades.



Cisterna de Vestidores Chica



Cisterna Vestidores Grande



Cisterna de Mantenimiento



Cisterna del Módulo de Extensión Universitaria



Cisterna del Centro Tecnológico Aragón

## Rehabilitación de Plazas y Jardines

### Objetivos generales

- Mejorar la imagen física de las instalaciones de la FES Aragón
- Fortalecer y complementar las acciones de mejora ambiental existentes.
- Introducir nuevos criterios de mejora ambiental en la FES Aragón.

### Avances

Se encuentra en la etapa de estudios preliminares, y como primera acción se desarrolló un levantamiento topográfico preliminar con el fin de realizar una primera imagen conceptual del diseño y que constará de cinco acciones:

1. Re – pavimentación de las áreas de circulación.
2. Construcción de casetas de salida para vehículos.
3. Adecuación de casetas de acceso vehicular.
4. Reposición de guarniciones.
5. Diseño y colocación de señalizaciones.

También se desarrolló un catálogo de plantas existentes en la periferia de la FES Aragón, con la finalidad de aprovechar estas especies para mejorar el entorno.



## Agua Pluvial

### Objetivo

Aprovechar el agua de lluvia en diversos usos, a fin de reducir el consumo de agua potable y disminuir los encharcamientos en áreas de tránsito de la FES Aragón.

### Avances

Las siguientes tablas muestran los datos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto (Superficie y precipitación total anual)

| Uso de suelo        | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------------------------|
| Edificios           | 19,500                       |
| Plazas y andadores  | 19,040                       |
| Áreas verdes        | 139,500                      |
| Estacionamiento     | 36,000                       |
| Canchas deportivas  | 40,000                       |
| Reserva territorial | 96,760                       |
| Total               | 350,800                      |

| Estación           | Periodo   | Precipitación promedio | Precipitación del año más seco | Precipitación del año más lluvioso |
|--------------------|-----------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Acolman            | 1981-2000 | 596.7                  | 437.6                          | 885.3                              |
| San Juan de Aragón | 1941-2000 | 586.9                  | 361.5                          | 850.5                              |

A partir de los datos anteriores se procedió a calcular el gasto de agua pluvial que se puede obtener durante la época de lluvias:

$$\text{Área de escurrimiento} = 19,500\text{m}^2 \text{ (Edificios)} + 19,040\text{ m}^2 \text{ (Plazas y andadores)} + 36,000\text{ m}^2 \text{ (Estacionamiento)}$$

$$= 74,540\text{ m}^2$$

$$I = 26.8\text{ mm/hr (Tr = 5 años, d = 30 min)}$$

$$C = 0.83$$

$$A = 7.45\text{ Ha}$$

$$Q = 27.78(0.83)(26.8)(7.45)$$

$$= 4,604\text{ L/s (4.60 m}^3\text{/s)}$$

Si se quisiera captar esta cantidad de agua pluvial, el colector debería tener las siguientes características, ser de concreto reforzado de 152 cm de diámetro, con una pendiente de 5 milésima y una velocidad de 2.85 m/s (máxima permisible) y las tuberías existentes de drenaje combinado de la FES Aragón son de 61 cm y 107 cm de diámetro, las cuales descargan a un colector en la calle Bosques de África de 122 cm de diámetro.

Por lo anterior, no se considera viable la descarga de un sistema combinado hacia la red municipal, a la calle Bosques de África, debido a que se saturaría el colector existente, el cual es insuficiente para el desalojo del agua de lluvia de la colonia Bosques de Aragón, en la que se presentan severos encharcamientos y hacer la descarga hacia la Avenida Hacienda de Rancho Seco, implicaría una reestructuración de la red de drenaje.

Se plantearon tres propuestas para hacer una adecuada captación de agua pluvial, las cuales se analizan a continuación:

1. Captar el agua de lluvia de todos los edificios, estacionamientos y plazas y andadores, canalizarla hacia estructuras de concreto en los sitios bajos de la topografía de la Facultad y conducirlos hacia una estructura de concentración y tratamiento.

Esta propuesta no se considera conveniente, debido a que:

- Se tendría que construir el sistema de captación del agua de lluvia de los edificios
- No existe suficiente espacio en los puntos topográficos bajos de la facultad para la construcción de las estructuras de almacenamiento de agua de lluvia.

2. Captar el agua de lluvia de los estacionamientos, a través de canales paralelos a las guarniciones de las banquetas, con rejillas a nivel de superficie de rodamiento, cuyo gasto será concentrado en estructuras de concreto. Las aportaciones pluviales de los edificios que están próximos a los estacionamientos, se canalizarán hacia dichas estructuras.

El agua recibirá tratamiento para la remoción de sedimentos así como de otros agentes contaminantes detectados en estudios de caracterización, para ser enviada posteriormente a las cisterna principal del edificio de mantenimiento para abastecer la red de distribución.

3. Infiltrar el agua de lluvia a través de pozos.

No es aplicable a la zona en la que se encuentra ubicada la FES Aragón, por estar conformada por suelo arcilloso.

Los pozos de infiltración se construyen en zonas en las que se ubican grietas en el subsuelo, a través de las cuales el líquido puede infiltrarse hasta los acuíferos.

Después de la evaluación de las tres alternativas, se considera viable la número 2, tomando en cuenta lo siguiente:

- La obra se llevaría a cabo en espacios abiertos perimetrales a los edificios, lo que ocasionaría menos molestias a los miembros de la comunidad
- No implica la modificación de la infraestructura existente
- El gasto que puede captarse es considerable:

$$Q = 27.78(0.83)(26.8)(3.6) \\ = 2,225 \text{ L/s (2.22 m}^3\text{/s)}$$

Que representaría, aproximadamente, el consumo de 5 días de la comunidad de toda la Facultad, considerando solamente el área de los estacionamientos.

- Se reduciría sensiblemente la aportación de agua al drenaje.

La siguiente imagen muestra las zonas de captación de agua de lluvia.



## Proyecto Experimental de Reforestación

A principios de marzo del presente año se inició el programa experimental de reforestación en la FES-Aragón, UNAM. El área elegida consta de 2000 metros cuadrados localizada junto a la barda perimetral sur de la facultad que colinda con la avenida Prados del Roble. Es una de las zonas más deterioradas de la escuela y no contaba con presencia de vegetación (Fig.1)



**Figura 1. Área destinada al proyecto experimental de reforestación.**

Se realizaron estudios físico-químicos del suelo en el laboratorio de Ingeniería Ambiental con la finalidad de conocer las características del suelo del área experimental para la adecuada selección de las especies de árboles.

Los análisis de suelo indican presencia considerable de sales y un pH muy alcalino por lo que se seleccionaron especies halófitas, esto es árboles y arbustos que crecen en medios salinos y alcalinos. También se considero la escasez de agua por lo que se seleccionaron especies que toleran un riego escaso o moderado.

Se decidió realizar la reforestación de la zona comenzando con la colocación de una doble cortina de árboles que funcione como barrera contra viento y permita el posterior desarrollo de otras plantas.

Se trazo una línea a 5 metros de distancia de la barda perimetral y una segunda línea a 3 metros de separación. Se realizaron marcas con estacas y pintura cada 3 metros (Fig. 2)



**Figura 2. Marcas de terreno donde se realizaron las cepas.**

Debido a la dureza del terreno con ayuda de una máquina retroexcavadora se hicieron 120 cepas de 1.20 metros de largo por 1 m. de ancho y 1 m. de profundidad en las cuales se los árboles (Fig. 3 y 4.)



Figura 3. Elaboración de cepas con la retroexcavadora.



Figura 4. Zona con las cepas para el trasplante de árboles.

Se tuvo dificultad para conseguir las especies idóneas de árboles. Por lo que se visitaron diferentes viveros. Hasta la fecha se ha recibido la donación de árboles y arbustos del vivero Nezahualcóyotl y del vivero de Bordo Poniente los cuales consisten en: 50 ejemplares de *Tamarix aphylla* (tamarix), 100 *Fraxinus udhei* (fresno), 20 *Buddleia cordata* (tepozán), 20 *Acacia retinoides* (acacia), 20 *Dodonaea viscosa* (chapulixtle) y 40 *Crassula ovata* (siempreviva) (Fig.5)



Figura 5. Transporte de árboles

Las cepas fueron llenadas con composta (Fig. 6) que fue donada por la planta de Bordo Poniente. A finales de abril se comenzó el transplante de árboles y se espera que en dos semanas más se concluya esta actividad.



Figura 6. Llenado de cepas con composta.

Las diferentes especies de árboles fueron trasplantados teniendo mucho cuidado de no dañar su raíz (Figs. 7-10)



Figura 7. Corte longitudinal para eliminar la bolsa.



Figura 8. Raíces en árbol de *Tamarix aphylla*.



Figura 9. Trasplante de *T. Aphylla*



Figura 10. Colocación de corteza o “much”.

Se tiene la problemática del riego, debido a que la zona no cuenta con conexiones cercanas de agua. El riego se ha hecho manual 2 veces a la semana mientras inicia la temporada de lluvias (Fig.11). En las actividades de trasplante y riego se ha contado con la valiosa colaboración de voluntarios y alumnos del laboratorio de Ingeniería Ambiental y de la carrera de Ingeniería Mecánica-Eléctrica.



Figura 11. Riego a los árboles trasplantados.

Durante los siguientes meses se vigilara el adecuado establecimiento de los árboles y arbustos (Fig.12), se realizaran labores de mantenimiento relacionados con la prevención y combate de enfermedades, colocación de tutores, poda y riego en caso de ser necesario.

Se plantea la finalización de la fase experimental para el mes agosto en la que se evaluará el índice de sobrevivencia de árboles que se espera sea superior al 60%.



Figura 12. Zona reforestada.

### Vivero experimental

Se está trabajando en un vivero experimental (Fig. 13 y 14) para la propagación de plantas suculentas (cactáceas, agaváceas, crasuláceas), son plantas que almacenan agua en sus hojas o tallos por lo que requieren poco riego y mantenimiento, además de ser plantas vistosas de gran importancia biológica y cultural.

Se construyó un área de sombreadero de 4 x 7.5 metros donde se está propagando material vegetal proveniente de donaciones de Jardín Didáctico de Cactáceas y Suculentas “In Atecocolli”, Bosque de Tláhuac. Estas plantas serán utilizadas para el embellecimiento de áreas verdes de la escuela, así como del interior de los edificios, tal como se ha hecho en el Centro Tecnológico donde se han colocado 17 macetones en los pasillos (Fig.15).

Se realizó el rescate y adopción de 70 ejemplares de *Crassula ovata* (siempreviva) de un domicilio particular al sur de la Ciudad de México.



Figura 13. Trabajo de propagación con crasuláceas



Figura 14. Propagación vegetativa de *Graptopetalum paraguayense*



Figura 15. Macetones con cactáceas y otras plantas suculentas

## Reciclaje de Agua

La preocupación del uso de agua potable en el riego de áreas verdes dentro de la FES Aragón y la sustitución de la misma por agua residual tratada, no es reciente. Se han planteado alternativas en trabajos de tesis donde se proponen tecnologías como los lodos activados, reactores anaerobios de flujo ascendente y humedales artificiales de flujo subsuperficial. Sin embargo, todavía no se cuenta con una planta de tratamiento en la facultad, motivo por el cual este grupo tiene por objetivo recopilar y generar la información necesaria para establecer los criterios de diseño adecuados que aseguren una calidad óptima para su aplicación en el riego de áreas verdes.

### Actividades desarrolladas

- Recorrido a lo largo del colector principal de aguas residuales.



- Inspección visual de atarjeas.



- Determinación de algunos parámetros mencionados en la NOM-002-SEMARNAT- 1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a sistemas de alcantarillado, de una muestra compuesta proveniente del colector.



Derivado de lo anterior se identificaron las siguientes situaciones:

- El colector principal presenta contra pendientes considerables, provocando azolves y estancamientos de agua.
- El colector descarga de oriente a poniente de la facultad hacia la calle bosques de África, en dirección opuesta de donde se localiza el terreno disponible para albergar una planta de tratamiento de aguas residuales.
- El tipo de suelo posee una baja capacidad de carga.
- El flujo del agua residual disminuye, durante la noche, fines de semana y períodos vacacionales.
- Se carece de equipo para la medición de gastos reales dentro de la red de alcantarillado.
- Falta mantenimiento en la red y colector, pues hay presencia de grandes cantidades de sedimento, así como de residuos de gran tamaño como vasos, hojas, envases de refresco, etc.
- De acuerdo a la medición de conductividad eléctrica que se hizo se pueden inferir infiltraciones del suelo.
- El agua residual puede considerarse como de carga débil, ligeramente alcalina y en condiciones anaerobias.

#### **Actividades por realizar**

- Muestreo y análisis de agua residual en estiaje y lluvia en conjunto con el grupo de Calidad de Agua.
- Evaluar y recopilar la información existente de tesis, planos y documentos referentes a la FES Aragón en materia de agua residual.
- Establecimiento de las consideraciones y lineamientos que ha de cumplir una planta de tratamiento para la FES Aragón.
- Evaluar si es posible diseñar un sistema de distribución y riego del agua tratada haciendo uso de la infraestructura disponible para minimizar el costo de crear una completamente nueva.

## Calidad del Agua

### Objetivo

Evaluar la calidad del agua potable, agua residual y agua pluvial dentro de la FES Aragón, con la finalidad de garantizar la calidad sanitaria que se establece en el marco legal vigente y de no ser así, realizar las propuestas convenientes que garanticen un contacto directo seguro y un posible reuso del agua residual.

### Actividades realizadas

Las actividades encaminadas a cumplir el objetivo, que se han desarrollado por el Grupo de Calidad del Agua de la FES Aragón durante el período de enero a abril del presente año, se describen a continuación.

- En la primera quincena de febrero, se realizan los primeros muestreos del agua almacenada en las cinco cisternas que conforman la red de distribución de agua potable.



- Se registran lluvias inusuales en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, ocasionando el desbordamiento del Río de los Remedios, por lo que las colonias que rodean a la FES Aragón (Impulsora Avícola, Las Antenas, Plazas de Aragón, Las Armas, Bosques de Aragón y Ciudad Lago) se inundan con aguas residuales. Por tal situación, se decide monitorear la calidad del agua de alimentación a la Facultad durante los días 8 al 11

de febrero y detectar oportunamente condiciones que representen riesgos a la salud de la comunidad universitaria.



- Se enviaron muestras del agua de alimentación y de las cisternas de baños y vestidores, a la FES Zaragoza para su análisis bacteriológico. Los resultados indican que no hay contaminación de tipo fecal, pero sí hay presencia de bacterias que hacen al agua no apta para consumo.





- Los datos de laboratorio son evaluados con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1996, generándose, en el mes de febrero, el reporte “Calidad del Agua en las Cisternas y Línea de Alimentación en la Facultad de Estudios Superiores Aragón”.
- Se recolectaron muestras de agua en los baños de todos los edificios y niveles de la FES con la finalidad de conocer la calidad del agua en el sistema de distribución del agua, identificando sitios de contaminación.



- El 9 de marzo se hizo una presentación de avances al Dr. Fernando González Villarreal y a los grupos de trabajo de PUMAGUA en Ciudad Universitaria.
- Como apoyo al “Proyecto Experimental de Reforestación”, liderado por la Biól. Araceli Gutiérrez, en el mes de marzo se hacen análisis de laboratorio en muestras de suelo, a una profundidad de 0.5 m, 1.0 m y 1.5 m y cada 100 m sobre el lindero sur de la FES. Esta información ayudará a seleccionar el tipo de especies de árboles adecuadas para el suelo de la Facultad.



- Participación con la conferencia “Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la FES Aragón, PUMAGUA”, en el evento “En torno al día mundial del agua”, organizado por la Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria. Llevado a cabo del 22 al 25 de marzo de 2010.
- En la primera quincena de abril se realizó otro muestreo de agua potable en la línea de alimentación, las cisternas y en el nivel superior de todos los edificios.
- El lunes 12 de abril inició la lectura diaria de los medidores de agua que instaló el Grupo de Medición, estos medidores están ubicados en los edificios de “Comedor y Servicio Médico”, “Gobierno”, “Biblioteca” y “A5-A6”.



- El miércoles 28 de abril, se tuvo una reunión con el Ing. Francisco Montellano, Director de Planeación y Evaluación de Obras de la Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM, como primer acercamiento, ya que se tiene la intención de apoyar a la FES Aragón para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Se generan los siguientes reportes “Calidad del Agua en los Edificios de la FES Aragón. Período Enero – Febrero” y “Calidad del Agua en las Cisternas y Edificios de la FES Aragón. Período Marzo - Abril”.

#### **Acciones por realizar**

- Continuar con los análisis bimestrales de laboratorio en todo el sistema de distribución de agua potable.
- Dar seguimiento a la calidad del suelo cercano a los árboles sembrados por la Biól. Araceli Gutiérrez.
- Conocer la concentración de los parámetros importantes para establecer las bases de diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales. La medición se debe hacer en época de estiaje y en época de lluvias, para conocer su variación. Trabajo conjunto con el grupo de Reciclaje de Agua.
- Mantener el contacto con la Dirección de Planeación para la construcción de un sistema de tratamiento de agua residual, a través del Ing. Mario Ugalde Salas, Coordinador de Planta Física.
- Fomentar la participación de alumnos como voluntarios, prestadores de servicio social y tesisistas.





[www.pumagua.unam.mx](http://www.pumagua.unam.mx)