



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

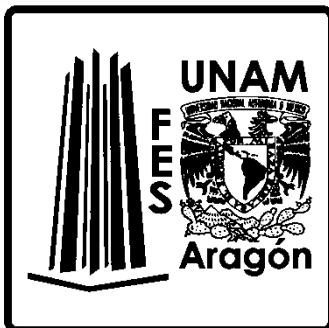
“Estudio de Factibilidad de la Construcción
de una Planta de Tratamiento de Aguas
Residuales Para la FES- Aragón”

**MEMORIA DE DESEMPEÑO DE
S E R V I C I O S O C I A L**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :
JOSÉ EDUARDO RIVERA HERNÁNDEZ

ASESOR:

M. EN I. MARTÍN ORTIZ LEÓN





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mis Padres

Que me han brindado la oportunidad de desarrollarme académicamente, por brindarme su apoyo en cada una de las etapas de mi vida, por creer en mí y enseñarme a siempre mirar hacia adelante y nunca darme por vencido, por enseñarme que el esfuerzo y el trabajo duro traen recompensas, por que mi mayor triunfo es ser hijo de tan admirables personas quienes siempre serán mi mejor ejemplo a seguir.

A mis Hermanos

Quienes han estado ahí en todo momento, por brindarme su ayuda incondicional, por sus consejos los cuales me han ayudado a formar mi carácter y mi forma de ser, por los buenos momentos que hemos compartido, porque además de ser mis hermanos son mis amigos, con los cuales podre contar incondicionalmente al igual que ellos conmigo.

A mi Asesor

M. en I. Martin Ortiz León por permitirme ser parte de este proyecto, por sus observaciones, por sus asesorías, sus puntos de vista, su tiempo, paciencia y sugerencias con relación a la realización de este trabajo

A mis Profesores

Los cuales han compartido sus conocimientos, anécdotas y consejos para crecer como estudiante y con los cuales he podido desarrollarme académicamente.

A la Facultad

Donde compartí con mis compañeros momentos de gran aprendizaje, así como grandes recuerdos en las aulas, en las áreas recreativas, en el Centro Tecnológico, como en la Biblioteca. Gracias a la UNAM por permitirme crecer como estudiante para así poder ser un mejor profesionista.

A mis Amigos

Con quienes he compartido buenos momentos, historias, anécdotas, chistes, bromas, etc. Porque a pesar de la cantidad de trabajo, la limitación del tiempo y los problemas externos, siempre estuvieron para poder compartir buenos momentos, porque a pesar de no tener un lazo familiar los considero mi familia y sé que puedo contar con ellos en todo momento así como ellos pueden siempre podrán contar conmigo.

A mis Sobrinas y Sobrino

Quienes han sido una motivación para llegar a ser un ejemplo a seguir. Esperando con mucho gusto y anhelo el momento en que ellos sean mejores que yo

A mis Ángeles

Que a pesar de que las circunstancias de la vida no les permitieron estar conmigo en estos momentos, siempre los he tenido presentes y sé que ellos me han acompañado en todo momento.

Índice

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1. Objetivos..... | 1 |
| CAPÍTULO 2. Marco Teórico..... | 2 |
| 2.1. FES-Aragón..... | 2 |
| 2.2. Reseña histórica | 3 |
| 2.3. Instalaciones | 4 |
| 2.4. Obras de infraestructura en la FES Aragón durante el periodo 2009-2013..... | 6 |
| 2.4.1. Obras y trabajos realizados durante el año 2009..... | 6 |
| 2.4.2. Obras y trabajos realizados durante el año 2010..... | 8 |
| 2.4.3. Obras y trabajos realizados durante el año 2011..... | 12 |
| 2.4.4. Obras y trabajos realizados durante el año 2012..... | 17 |
| 2.4.5. Obras y trabajos realizados durante el año 2013..... | 22 |
| 2.5. Problemática hidráulica en el Distrito federal..... | 25 |
| 2.6. Problemática hidráulica en el Estado De México | 28 |
| 2.7. Problemática hidráulica Delegacional | 28 |
| 2.7.1. Gustavo A. Madero | 28 |
| 2.7.2. Venustiano Carranza | 29 |
| 2.7.3. Iztacalco | 30 |
| 2.7.4. Iztapalapa | 30 |
| 2.8. Obras de infraestructura para resolver la problemática delegacional..... | 31 |
| 2.8.1. Gustavo A. Madero | 31 |
| 2.8.2. Venustiano Carranza | 31 |
| 2.8.3. Iztacalco | 32 |
| 2.8.4. Iztapalapa | 33 |
| 2.9. Problemática hidráulica Municipal | 34 |
| 2.9.1. Ecatepec de Morelos | 34 |
| 2.9.2. Nezahualcóyotl..... | 35 |
| 2.10. Infraestructura para atender los problemas hidráulicos del Valle de México..... | 37 |
| 2.10.1. Túnel Emisor Oriente (TEO) | 37 |
| 2.10.2. Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco | 38 |
| 2.11. Tipo de Suelo y Problemática..... | 40 |

| | |
|---|----|
| 2.12. Reportajes sobre la problemática hidráulica en Nezahualcóyotl | 42 |
| 2.12.1. MILENIO | 42 |
| 2.12.2. EL UNIVERSAL | 45 |
| 2.13. Proyecto PUMAGUA en la FES-Aragón..... | 47 |
| 2.13.1. Actividades Gestionadas por el Coordinador del Programa PUMAGUA FES Aragón..... | 48 |
| 2.13.2. Cultura del Agua | 48 |
| 2.13.3. Trabajos de Geomática | 49 |
| 2.13.4. Red de Agua Potable FES Aragón | 50 |
| 2.13.5. Medición..... | 51 |
| 2.13.6. Rehabilitación de Plazas y Jardines..... | 52 |
| 2.13.7. Agua Pluvial..... | 52 |
| 2.13.8. Proyecto Experimental de Reforestación | 53 |
| 2.13.9. Vivero experimental..... | 53 |
| 2.13.10. Reciclaje de Agua..... | 54 |
| 2.13.11. Calidad del Agua | 55 |
| CAPÍTULO 3. Actividades Realizadas Durante El Servicio Social..... | 56 |
| 3.1. Normatividad | 56 |
| 3.1.1. Norma oficial mexicana NOM-003-ECOL-1997..... | 56 |
| 3.1.2. Norma oficial mexicana NOM-001-ECOL-1996..... | 57 |
| 3.1.3. Norma mexicana NMX-AA-003 | 60 |
| 3.1.4. Norma mexicana NMX-AA-005 | 60 |
| 3.1.5. Norma mexicana NMX-AA-006 | 61 |
| 3.1.6. Norma mexicana NMX-AA-028 | 62 |
| 3.1.7. Norma mexicana NMX-AA-42 | 62 |
| 3.2. Proyección Poblacional | 62 |
| 3.2.1. Método De Interés Compuesto..... | 63 |
| 3.2.2. Método Aritmético..... | 64 |
| 3.2.3. Método Geométrico..... | 64 |
| 3.2.4. Método De Mínimos Cuadrados..... | 65 |
| 3.3. Operaciones, Procesos y Tratamientos de Aguas Residuales | 66 |
| 3.3.1. Procesos y Tratamientos Usados en Las Plantas de Tratamiento..... | 67 |

| | | |
|--|---|----|
| 3.3.2. | Tratamientos recomendados según la NOM-127-SSA1-1994..... | 69 |
| 3.4. | Caracterización del Agua Residual de la FES – Aragón..... | 70 |
| 3.4.1. | Muestra 2003 | 70 |
| 3.4.2. | Comparativa con NOM-001-ECOL-1996 y NOM-003-ECOL-1997 | 73 |
| 3.5. | Estructuras de tratamiento | 74 |
| 3.5.1. | Estructuras de Cribado | 74 |
| 3.5.2. | Humedales..... | 75 |
| 3.6. | Ecuaciones de diseño..... | 76 |
| 3.6.1. | Gastos | 76 |
| 3.6.2. | Estructura de cribado..... | 77 |
| 3.6.3. | Humedal..... | 79 |
| 3.7. | Alternativa 1..... | 80 |
| 3.7.1. | Gastos | 80 |
| 3.7.2. | Estructura de cribado..... | 81 |
| 3.7.3. | Humedal..... | 82 |
| 3.8. | Alternativa 2..... | 83 |
| 3.8.1. | Gastos | 84 |
| 3.8.2. | Estructura de cribado..... | 85 |
| 3.8.3. | Humedales..... | 86 |
| CAPÍTULO 4. Observaciones y Recomendaciones..... | | 88 |
| 4.1. | Conclusiones..... | 88 |
| 4.1.1. | Proyecto Planta de Tratamiento..... | 88 |
| 4.1.2. | Conclusiones del servicio social..... | 89 |
| Bibliografía..... | | 90 |

Tabla de Imágenes

| | |
|--|----|
| 1. Ubicación FES- Aragón | 2 |
| 2. Croquis de localización de la FES Aragón | 2 |
| 3. Escudo y símbolo de La FES-Aragón | 3 |
| 4. Infraestructura de la FES-Aragón..... | 5 |
| 5. Municipios cercanos a Nezahualcóyotl | 36 |
| 6. Mapa del Túnel Emisor Oriente..... | 37 |
| 7. Esquema Planta de tratamiento de Atotonilco..... | 39 |
| 8. Hundimientos diferenciales a través de los años | 41 |
| 9. Fotografía de Calle de Neza Inundada..... | 42 |
| 10. Fotografía de Calle inundada en Neza..... | 44 |
| 11. Fotografía Sobre Inundación En Calles De Neza | 45 |
| 12. Logo del Programa PUMAGUA..... | 47 |
| 13. Carteles Sobre El Cuidado Del Agua | 49 |
| 14. Zonas De Captación De Agua Pluvial | 53 |
| 15. Reforestación en la FES- Aragón..... | 53 |
| 16. Plantas Suculentas | 54 |
| 17. Análisis de Calidad | 55 |
| 18. Escudo del Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos | 56 |
| 19. Población Estudiantil de la FES- Aragón..... | 62 |
| 20. Planta de Regeneración de agua de Stickney..... | 66 |
| 21. Muestras de Agua Residual | 70 |
| 22. Estructura de Cribado | 74 |
| 23. Procesos de depuración de los humedales artificiales | 75 |
| 24. Croquis de edificios que comparten sanitarios | 83 |

Introducción

La Facultad De Estudios Superiores Aragón ubicada en el municipio de Nezahualcóyotl que alberga a más de 18,000 alumnos en sus diferentes Licenciaturas y Posgrados, además del personal que labora en sus horarios de 7:00 de la mañana a las 10:00 de la noche, enfrenta la problemática que ha tomado gran importancia en los últimos años, la cual es el tratamiento de aguas residuales, la importancia de esta problemática radica en que la cantidad de aguas negras que son generadas por la población puede llegar a afectar en el futuro al medio ambiente, trayendo como consecuencias enfermedades y graves problemas en la infraestructura no solo de la Facultad, sino de las colonias cercanas a ella.

Lo que se busca es dar una alternativa con la cual se pueda favorecer a la FES Aragón, así como también a las comunidades cercanas esto con la intención de que el problema disminuya y traiga también un beneficio durante un período de tiempo.

Es necesario darle la importancia que se merece el tratamiento de aguas residuales para poder aprovecharla en zonas verdes y así darle un mejor uso al agua potable, como podría ser el consumo personal y doméstico del agua, además de que el uso del agua tratada en el riego de aguas verdes puede ayudar al abastecimiento de los mantos acuíferos y así evitar que su nivel baje de forma que provoque lo que conocemos como hundimientos diferenciales.

En la Zona del Valle de México se presenta la problemática de los hundimientos diferenciales lo que ha provocado el dislocamiento del drenaje, encharcamientos en diferentes zonas del Valle de México, mal funcionamiento en el sistema de drenaje producidos por las contrapendientes provocadas por los hundimientos esto ha traído como consecuencia el mal funcionamiento del drenaje profundo, el cual fue durante mucho tiempo un pilar en el desalojo de aguas negras en el Valle de México.

El gobierno ante esta problemática a tomado algunas medidas importantes como lo ha sido la construcción del Túnel Emisor Oriente (TEO), esto con la intención de ayudar en el desalojo de aguas negras así como en el desalojo del agua pluvial producidas por las temporadas de lluvia, así de esta forma trabajar de manera simultánea con el drenaje profundo lo cual beneficiará a más de 20 millones de habitantes del Distrito Federal.

Así como el Túnel Emisor Oriente (TEO) ayuda en el transporte y desalojo de aguas negras se puso en marcha la construcción de la planta de tratamiento Atotonilco la cual tratará 23 metros cúbicos por segundo siendo esto el 90 % del agua del Distrito Federal, además de que se buscará aprovechar todos los productos resultado del tratamiento, por ejemplo los lodos activados y la limpieza del agua, esta planta tendrá lugar en Atotonilco de Tula, Hidalgo. Con lo cual, traerá grandes beneficios a dicha comunidad en aspectos sociales y ambientales.

La UNAM ha tomado en cuenta la problemática del agua, buscando obtener el mejor provecho a este recurso natural, por lo que se comenzó el programa "PUMAGUA", en el cual busca hacer conciencia a la comunidad universitaria de la importancia que tiene el agua, concientizando en el buen uso del agua, su mejor aprovechamiento y el reúso que puede tener.

Es por eso que la Facultad de Estudios Superiores Aragón a través del Centro Tecnológico y el programa PUMAGUA, le da su importancia al Tratamiento de Aguas Residuales, ya que trae beneficios, tanto para el ambiente como para las comunidades vecinas, también dando un paso en beneficio a la problemática del Medio Ambiente la cual ha sido de gran importancia en los últimos años.

CAPÍTULO 1. Objetivos

Disminuir las descargas de aguas residuales de la FES Aragón al drenaje municipal y así lograr un mejor funcionamiento del mismo en temporada de lluvias.

Mitigar el problema de dislocamiento de las tuberías de drenaje de la FES Aragón a partir de la recolección de aguas residuales en el interior del campus y conducir las hacia su posterior tratamiento.

Mejorar las condiciones del agua residual para que pueda reusarse en riego de áreas verdes y para abastecer los muebles sanitarios.

CAPÍTULO 2. Marco Teórico

2.1. FES-Aragón

Facultad de Estudios Superiores Aragón, ubicada en Av. Rancho Seco S/n., Colonia Impulsora, Nezahualcóyotl, Estado de México, C.P 57130. Perteneciente a la zona norte del municipio de Nezahualcóyotl. Esta zona se encuentra cercana a los límites entre el municipio de Ecatepec de Morelos y la delegación Gustavo A. Madero. Algunas de las colonias más importantes son: Bosques de Aragón, Impulsora, Valle de Aragón, Plazas de Aragón, Prados de Aragón, Jardines de Guadalupe, Vergel de Guadalupe, Ciudad Lago, El Tesoro, también se cuenta con el edificio de administración municipal zona norte conocido como "La Bola".

El municipio de Nezahualcóyotl se localiza al oriente del Distrito Federal y Estado de México. Entre las paralelas 19° 21' 56" y 19° 30' 04" de latitud norte y las meridianas 98° 57' 59" y 99° 04' 17" de longitud oeste con, una altitud media de 2,240 metros sobre el nivel medio del mar. Sus límites territoriales con otras entidades son: al norte con el municipio de Ecatepec; norponiente con la delegación Gustavo A. Madero del Distrito Federal; nororiente con el municipio de Texcoco; al sur con las delegaciones Iztacalco e Iztapalapa del Distrito Federal; al oriente con los municipios de La Paz y Chimalhuacán y al poniente con la delegación Venustiano Carranza del Distrito Federal.

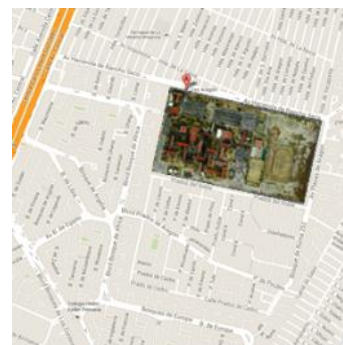
El municipio forma parte de la región hidrológica denominada Alto Pánuco y se localiza en la cuenca del Río Moctezuma (Subcuenca del Lago de Texcoco y Zumpango). El sistema hidrológico del municipio se conforma por los canales de desagüe (receptores de las aguas residuales de la zona): Río Churubusco, Río de la Compañía y Río de los remedios, y el lago artificial localizado en el Parque del Pueblo.

Gran parte del municipio se localiza en terrenos del antiguo Lago de Texcoco. Esta área es ocupada por un acuífero de aproximadamente 800m de espesor. Su superficie es plana sin accidentes orográficos.

Predominan dos climas: semiseco templado con lluvias en verano (verano cálido) en el 99.65% de la superficie municipal y templado subhúmedo con lluvias en verano (de menor humedad) que corresponde al 0.35% de la superficie municipal. La temperatura máxima entre abril y junio oscila entre 30 y 32 °C. Durante la estación de lluvias, julio a octubre, las temperaturas máximas oscilan entre los 26 y 29 °C. En la estación fría las temperaturas máximas varían entre los 26 y 28 °C. La precipitación media anual es de 774 mm.



1. Ubicación FES- Aragón



2. Croquis de localización de la FES Aragón

2.2. Reseña histórica¹

La Facultad de Estudios Superiores Aragón cuenta con más de tres décadas de trabajo continuo de académicos, trabajadores, alumnos y funcionarios que emprendieron la labor educativa el 16 de enero de 1976, fecha en que se inauguró la más joven de las unidades multidisciplinarias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El campus inició clases el 19 de enero del mismo año con 2 mil 122 alumnos, 82 profesores y 200 trabajadores. Se ofrecían 10 carreras profesionales: Arquitectura, Derecho, Economía, Diseño Industrial, Ingenierías Civil y Mecánica Eléctrica, Pedagogía, Periodismo y Comunicación Colectiva (hoy Comunicación y Periodismo), Relaciones Internacionales y Sociología. En 1980, 1981 y 2004 se crearon las licenciaturas en Planificación para el Desarrollo Agropecuario, Ingeniería en Computación y Derecho en el Sistema de Universidad Abierta, respectivamente.

En el recuento de historias de quienes fueron testigos de este nacimiento, destaca la modificación del contexto urbano de una zona semidesértica que rápidamente se pobló y comenzó a ofrecer servicios útiles para la comunidad como alumbrado público, suministro de agua potable, drenaje e incluso fuentes de trabajo.

En el nivel de posgrado, el 2 de septiembre de 1980, por acuerdo del H. Consejo Universitario, en una primera etapa, se dio impulso a la creación de este tipo de estudios, el primero fue la Maestría en Enseñanza Superior (actualmente se cuenta con el Programa de Maestría y Doctorado en Pedagogía). En un segundo periodo se estableció la Especialización en Ciencias Penales y la Maestría en Derecho, en enero de 1985 (ahora Programa de Maestría y Doctorado en Derecho). En ese mismo año se abrió la maestría en Economía Financiera (hoy Programa de Maestría y Doctorado en Economía) y en 1989 surgió la Especialización en Puentes. Finalmente en febrero de 2006 se creó la Maestría en Arquitectura, con orientación en Tecnología.

Las demandas sociales de la comunidad externa y a las necesidades de actualización de los estudiantes y egresados, se fundaron en 1976 el Centro de Lenguas Extranjeras y en 1990 el Centro de Educación Continua. El primero impartía en un inicio los idiomas inglés, francés e italiano, más adelante se incorporó el portugués, alemán, ruso, japonés, latín y náhuatl, con lo cual se ampliaron los servicios que el plantel ofrece al público en general. En el segundo, se atienden los requerimientos de actualización y capacitación profesional que mantienen a nuestra población interna a la vanguardia del conocimiento científico, tecnológico, humanístico y social.

El Centro Tecnológico Aragón refleja progreso y tecnología aplicada a la academia, marca la realización de proyectos en colaboración con la industria. Su construcción se efectuó con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y comenzó sus labores en septiembre de 1996. En este recinto se llevan a cabo investigaciones y proyectos acerca de temas de vanguardia que ha impactado en instituciones públicas y privadas, aunque principalmente han apoyado a las comunidades aledañas a la Facultad.



3. Escudo y símbolo de La FES-Aragón

¹ Plan De Desarrollo Institucional 2009-2013, Apartado 1.1

Durante más de tres décadas de historia, la FES Aragón ha fortalecido la academia, la investigación, la cultura y el deporte, formando integralmente a 30 generaciones; ha ampliado las capacidades operativas, instalaciones y actividades con el propósito de depositar en nuestra comunidad y en la sociedad una semilla de saber y de riqueza espiritual y humana.

2.3. Instalaciones²

La Facultad tiene una superficie total de 400,000 m², con 12 edificios de aulas (edificio A-1 a A-12) donde se realizan las actividades docentes destinadas a más de 17,000 alumnos. A 34 años de su fundación, estos espacios han rebasado su capacidad inicial para los cuales fueron creados, ahora son insuficientes para atender al número cada vez más creciente de alumnos que acuden al plantel; por ello se hace necesaria la construcción de obras nuevas y la optimización de las actuales instalaciones de esta unidad multidisciplinaria.

Se cuenta con los edificios L1, L-2, L-3 y L-4 para los laboratorios que dan servicio a las carreras de la División de las Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías y las carreras de Planificación para el Desarrollo Agropecuario y Diseño Industrial.

La biblioteca Jesús Reyes Heróles juega un papel muy importante en la formación de los alumnos, tanto en las licenciaturas, como en el posgrado y el SUA, además de beneficiar a egresados, personal académico, administrativo e inclusive a la comunidad externa,

El Centro de Lenguas Extranjeras (CLE) participa en la formación integral del estudiante a través de la enseñanza de diversos idiomas como inglés, francés, italiano, alemán, portugués, japonés, ruso y latín; para ello, cuenta con dos laboratorios de idioma, dotados con tecnología moderna que favorecen el aprendizaje de los alumnos.

El Centro de Cómputo, los cuatro Laboratorios de Cómputo Fundación UNAM y el Centro de Apoyo Extracurricular (CAE-504), brindan cursos de capacitación curriculares y extracurriculares a alumnos, académicos y administrativos.

La Unidad de Extensión Universitaria promueve y coordina eventos culturales y académicos que coadyuvan a su formación y propician la difusión cultural entre la comunidad circundante; cuenta con el teatro José Vasconcelos, el cual tiene una capacidad para 585 espectadores y la sala de exposiciones Diego Rivera, así como los auditorios José Vázquez Ramírez y Pablo Ortiz Macedo y el Aula Magna en el interior de la biblioteca.

El Salón de Usos Múltiples es otra instalación de apoyo general, el cual se utiliza para diversos eventos académico-administrativos y deportivo-culturales, tanto en exposiciones, ferias, concursos como en aplicación del examen médico y campañas de vacunación.

En las instalaciones de la FES Aragón, encontramos el edificio de gobierno, lugar donde están ubicadas las oficinas de las licenciaturas, Secretaría General, Secretaría Académica, Secretaría Administrativa, Unidad de Planeación, Unidad de Sistemas, Departamentos de Presupuesto y Personal, Sistema de Universidad Abierta, Divisiones de Ciencias Sociales, Humanidades y Artes, de las Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías, Oficina Jurídica, Coordinación de Servicios a la Comunidad y Dirección.

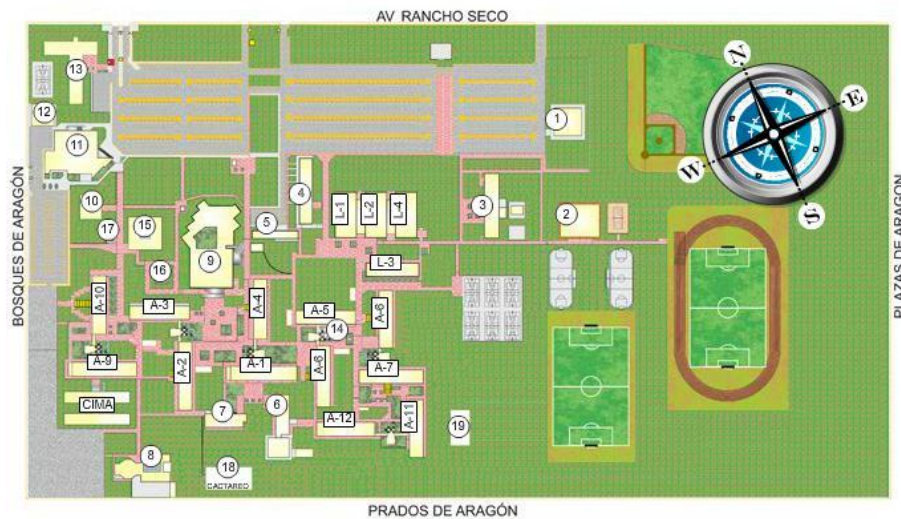
²Plan De Desarrollo Institucional 2009-2013, Apartado 2.2

En el edificio de mantenimiento se ubican los Departamentos de Servicios Generales, Superintendencia de Obras, Intendencia y Jardinería, Adquisiciones e Instalaciones Académicas, que son áreas fundamentales en el quehacer cotidiano de la Facultad y el Centro de Investigación Multidisciplinaria Aragón, donde realizan sus actividades profesores de carrera de este campus.

la FES Aragón posee instalaciones para la realización de prácticas deportivas, las cuales permiten que los alumnos puedan acondicionarse en deportes como atletismo, baloncesto, béisbol, fisicoculturismo, futbol soccer, futbol rápido, gimnasia olímpica, lucha olímpica, montañismo, futbol femenino, taekwondo y voleibol de sala y playero.

Existen problemas por resolver, tales como:

- La insuficiencia en el suministro de agua, lo que se agrava por los hundimientos que afectan la red de agua potable y alcantarillado
- La flora y fauna en la FES Aragón no es adecuada para las condiciones del ecosistema y las instalaciones
- La inseguridad de la zona comienza a afectar a nuestra población académica y estudiantil
- Los espacios físicos deportivos son pocos comparados con la población total de la facultad
- La elevada población ha acrecentado el problema de limpieza en las instalaciones; por ello es muy importante fijar acciones que permitan mejorar las condiciones de las mismas.



4. Infraestructura de la FES-Aragón

2.4. Obras de infraestructura en la FES Aragón durante el periodo 2009-2013³

Mediante la conservación y el fortalecimiento de la infraestructura existente en la FES Aragón se logró una congruencia con la respuesta a las necesidades crecientes de alumnos, docentes y trabajadores administrativos, ya que se buscó optimizar la operación, la seguridad e higiene en todas las áreas de la Institución.

Las mejoras estuvieron a cargo de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOYC) de la UNAM, Superintendencia de Obras de la Facultad de Estudios Superiores Aragón y Personal de base de la misma Facultad en apego a la Cláusula 15 del Contrato Colectivo de Trabajo de la UNAM.

2.4.1. Obras y trabajos realizados durante el año 2009

ACCESOS Y SALIDAS DE EDIFICIOS

- Accesos en las escaleras de concreto

Con el objetivo de conservar y fortalecer la infraestructura de la Facultad, se ha dado especial importancia en este periodo a la creación de espacios nuevos y a la optimización de los existentes, mediante adecuaciones que permitan dar respuesta a las necesidades crecientes de nuestra institución. En las escaleras de concreto de los conjuntos de edificios A1/A4, A2/A3 y A7/A8 se construyeron hasta cuatro accesos adicionales al existente, lo cual permite un mejor tránsito de alumnos y docentes en las aulas, en caso de algún siniestro la evacuación será más segura, rápida, ordenada y se evitará una situación de alto riesgo.

- Instalación de tres escaleras metálicas de emergencia

Con la finalidad de salvaguardar la integridad de la comunidad universitaria y tener mayor seguridad, rapidez y orden en caso de evacuación de las instalaciones, se colocaron tres escaleras metálicas de emergencia en la parte media de los edificios A4, A7 y A8.

CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

- Módulos de alimentos en distintos puntos de la Facultad

Los vendedores autorizados en el interior de la Facultad se encontraban en los pasillos y al pie de las escaleras de los edificios de aulas, enfrente de los sanitarios, dicha situación no brindaba las condiciones adecuadas de seguridad para el tránsito de la comunidad universitaria; por tanto, con el objetivo de despejar y ordenar estas actividades se construyeron dos módulos para expender alimentos que constan de cuatro locales cada uno y brindar este servicio.

³ www.aragon.unam/noticias/gaceta/aragon/gaceta_aragon1.html

REMODELACIÓN, REUBICACIÓN Y REHABILITACIÓN DE ESPACIOS

- Remodelación de las Salas de Profesores y de Firmas

Se amplió la Sala de Profesores y Sala de Firmas ubicadas en el edificio A4 que incluye la optimización y remodelación de espacios, con el propósito de que los docentes cuenten con áreas idóneas para la realización de actividades académicas y revisión de trabajos escolares.

- Rehabilitación del piso de parquet del gimnasio

En el gimnasio techado se rehabilitó el piso de la cancha con parquet de madera de encino con sellado y barnizado. Esto contribuye al desarrollo óptimo de las actividades deportivas que se llevan a cabo en el recinto. Adicionalmente se realizó el suministro y colocación de tres domos en la azotea de dicho espacio, con la finalidad de propiciar un ambiente idóneo para el desarrollo de las actividades de los deportistas de la FES Aragón.

- Reubicación de las oficinas de la División del Sistema Universidad Abierta y Educación Continua

Las instalaciones de esta División, situadas en el segundo piso del Edificio de Gobierno y en el Centro de Extensión Universitaria, se reubicaron en el primer piso del Edificio del Centro de Lenguas Extranjeras (CLE).

- Reubicación de las Cajas

Con el objetivo de contar con un espacio más amplio y con mayor seguridad, las Cajas para realizar diversos pagos, ubicadas en el edificio A4, fueron trasladadas a la planta baja del Centro de Extensión Universitaria, en donde se encontraba la oficina de Educación Continua, perteneciente a la División del Sistema Universidad Abierta. Ahora se dispone de cuatro ventanillas a efecto de beneficiar a la comunidad universitaria, brindándole una atención ágil.

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

- Trabajos realizados por personal administrativo base de la Facultad

: Se realizaron trabajos de pintura en: la reja perimetral de la Facultad, fachada de la biblioteca, Centro de Cómputo, baños, vestidores y pasillos. Asimismo, se hizo limpieza profunda de salones, plazas y sanitarios.

INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRÁULICAS

- Dignificación de sanitarios en la Galería Diego Rivera

Para mantener y conservar la salud e higiene de los alumnos, se llevó a cabo la remodelación de los sanitarios de la Galería Diego Rivera, a fin de brindar instalaciones en condiciones óptimas de funcionamiento.

- Dignificación de sanitarios en el Laboratorio L1

Con la realización de obras de mantenimiento, remodelación y dignificación de los espacios sanitarios, así como la sustitución de cuatro inodoros, dos mingitorios y cuatro lavabos, se busca mejorar la higiene e integridad de los baños del Laboratorio L1, destinados a alumnos y personal administrativo.

- Dignificación de sanitarios en el Servicio Médico

Para cubrir las necesidades de los estudiantes atendidos en el Servicio Médico y con el fin de mejorar las instalaciones, renovar los espacios y garantizar las condiciones óptimas de operación, seguridad e higiene

- Diversos trabajos de mantenimiento

Durante el segundo semestre de 2009 se realizaron trabajos de mantenimiento a: red de telefonía del plantel, equipo hidroneumático principal, en dos ocasiones al elevador de la biblioteca, equipo hidroneumático del Centro de Extensión Universitaria y a los espacios impermeabilizados en diversas áreas.

2.4.2. Obras y trabajos realizados durante el año 2010

ACCESOS Y SALIDAS DE EDIFICIOS

- Construcción de escaleras metálicas de emergencia

Se construyeron siete escaleras metálicas de emergencia ubicadas en los edificios A1, A2, A6, A9, A10 y dos en la parte posterior de la biblioteca Jesús Reyes Heróles. La obra forma parte del Programa de Protección Civil de la FES Aragón implementado en la presente administración, con la finalidad de brindar a la comunidad universitaria un sistema de desalojo seguro y expedito.

- Accesos en las escaleras de concreto

Se realizó la construcción de dos a tres accesos nuevos en cinco escaleras de concreto ubicadas en los conjuntos de los edificios A5/A6, A9/A10, A11/A12 y en el edificio del Centro de Lenguas Extranjeras (CLE).

- Colocación de puertas de emergencia en el Edificio del CIMA

La colocación de dos puertas de emergencia en el Centro de Investigación Multidisciplinaria Aragón (CIMA) obedece a la necesidad de reforzar las medidas de seguridad en dicho conjunto de edificios. Esta obra beneficia el desalojo de los profesores de carrera que ocupan alguno de los 97 cubículos.

CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

- Construcción del Edificio Administrativo del CIMA

Se construyó un edificio que forma parte del conjunto de instalaciones del Centro de Investigación Multidisciplinaria Aragón (CIMA) que cuenta con aula magna, salas de cómputo, multimedia y de trabajo, así como tres oficinas para el desempeño de diversas labores académicas de cuerpos colegiados.

- Construcción del Jardín Académico

En la parte posterior del edificio A4 se construyó el Jardín Académico, el cual constituye un espacio al aire libre donde el personal docente de la Facultad puede realizar diversas actividades académicas.

- Construcción del Jardín de Diseño Industrial y espacio para Router

Fue erigido el Jardín de Diseño Industrial, que consiste en un espacio al aire libre con siete mesas de concreto, donde los alumnos de la Licenciatura en Diseño Industrial pueden realizar trabajos escolares.

- Construcción de una plaza y andador en el edificio A2

Con la intención de crear un área recreativa y de esparcimiento para los alumnos, se construyó una plaza que cuenta con cinco mesas de concreto con cuatro bancos cada una, lo cual permite a los alumnos convivir al aire libre, además se colocó un andador de adocreto de cruz

- Módulos de alimentos en distintos puntos de la Facultad

Se construyeron cuatro módulos de alimentos que albergan en total 10 locales que cuentan con instalaciones hidráulicas y eléctricas, cortinas metálicas y puertas de herrería. Los locales se ubican entre los edificios L3/A5, A3/A9, A4/A5 y en la parte posterior del edificio A12.

REMODELACIÓN, REUBICACIÓN Y REHABILITACIÓN DE ESPACIOS

- Rehabilitación del espacio para comedor de trabajadores y Jardín Administrativo

Con el objetivo de fortalecer las relaciones laborales entre trabajadores y mejorar las condiciones en que desempeñan su labor, se habilitó un comedor en la parte posterior del edificio de impresiones.

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

- Mantenimiento a subestaciones eléctricas: acometida, Centro de Extensión Universitaria y Centro Tecnológico Aragón

Para la realización de dichas obras se hicieron trámites de libranza eléctrica ante la Comisión Federal de Electricidad (CFE) con la finalidad de desconectar equipos de baja y alta tensión para llevar a cabo un proceso de revisión y limpieza general de las celdas de medición, cuchillas, barras, interruptores y equipo de medición conformado por amperímetros, voltímetros y termómetro.

- Plantas de emergencia e instalación eléctrica

Las plantas de emergencia ubicadas en el Edificio de Mantenimiento, Centro Tecnológico Aragón y Centro de Extensión Universitaria, recibieron mantenimiento preventivo y correctivo de manera mensual. Para que la comunidad de la Facultad cuente con áreas comunes bien iluminadas, se realizó la instalación de cableado, reparación de conductores, tableros de conducción, cajas de fusibles, arrancadores y equipos de control eléctrico, sistemas eléctricos de alta y baja tensión en sistemas monofásicos y trifásicos. Asimismo, se entubaron las salidas de apagadores, contactos y alumbrados.

- Trabajos realizados por personal administrativo base de la Facultad

: Con el objetivo de mejorar los espacios, mobiliario y edificios de la FES Aragón se realizaron las siguientes obras: tala de árboles secos o riesgosos, aplicación de pintura vinílica y esmalte en fachadas y plafones del edificio del CLE, cambio de 800 gabinetes por lámparas ahorradoras en diferentes edificios, lavado, resanado y pintado de cuatro cisternas. Se construyó un sanitario a un costado de la caseta de vigilancia en el acceso peatonal de Avenida Rancho Seco en una superficie de 2.55 m², se cambiaron los focos y postes de luminarias ubicadas en los estacionamientos, se dio mantenimiento a la reja perimetral del plantel, a la malla ciclónica del área deportiva y al pasto sintético de las canchas de fútbol rápido, Además, se rehabilitaron y construyeron gradas en el área deportiva. Se dio mantenimiento al piso de duela del gimnasio techado y a los pisos de madera de los auditorios José Vázquez Ramírez y Pablo Ortiz Macedo, a plazas y andadores de adocreto, así como a las áreas verdes y se aplicó pintura en las fachadas de los edificios de aulas, en franjas y guarniciones correspondientes a 784 cajones de estacionamiento.

- Trabajos en las aulas

Con la finalidad de ofrecer espacios propicios para el aprendizaje, en 2010 se realizaron actividades como: cambio de pizarrones, mantenimiento, reparación, reposición y colocación de butacas, sillas y mesas para profesor, lámparas, balastos, contactos, apagadores, chapas, vidrios, persianas o cortinas, además se aplicó pintura sobre grafitis. También se pintaron los casetones de los edificios A2, A3, A7, A8 y A11. Asimismo, se realizó el cambio de 822 gabinetes ahorradores de energía en las aulas.

- Trabajos adicionales

Otras obras realizadas durante este año consistieron en la reparación de la base de los edificios A9 y A11 y rehabilitación de los sistemas de pararrayos ubicados en las azoteas de los edificios. Se efectuó el mantenimiento de postes, placas de bronce, reflectores ubicados en las azoteas, luminarias instaladas en las áreas deportivas, domos, cancelería, vidrios y chapas de vitrinas en diferentes áreas de la Facultad y la colocación de dos antenas parabólicas, una en la Sala de Firmas de profesores y otra en el Centro Tecnológico Aragón; persianas verticales, película reflectiva en cubículos del CIMA, ventanas, mosquiteros y cancelas. Instalación de fibra óptica y cambio de enlace de las redes de voz de los conmutadores de diversas áreas de la Facultad.

SEÑALAMIENTOS Y VIALIDADES

- Colocación de señalizaciones y placas

: Durante 2010 se llevó a cabo la instalación de letreros, placas y señalamientos en lámina galvanizada, aluminio, trovicel y bronce, con la finalidad de que la comunidad de la FES Aragón y visitantes puedan identificar con facilidad el área a la cual desean dirigirse. También se realizó la colocación de señalizaciones en vinil auto adherible de Protección Civil. Adicionalmente se dio mantenimiento a postes y placas de diferentes materiales.

- Cambio de la banqueta y guarnición

Por primera ocasión desde la fundación de la Facultad se realizó el cambio de la banqueta y guarnición que va de la instalación denominada "El kiosco" de alimentos hasta el Centro de Extensión Universitaria, con la finalidad de mejorar la infraestructura peatonal.

TRABAJOS EN TECHOS Y AZOTEAS DE EDIFICIOS Y LABORATORIOS

- Sustitución de la techumbre e impermeabilización de canalones del Laboratorio L4

La techumbre de láminas de asbesto-cemento fue remplazada por una estructura de multipanel de cuatro pulgadas. También se impermeabilizaron los canalones con los que cuenta dicho inmueble para desalojar el líquido pluvial. Este trabajo se realizó como parte de las diversas acciones emprendidas en la Facultad para contribuir a la generación de espacios académicos propicios para que los alumnos puedan realizar sus actividades escolares en condiciones óptimas.

- Cambio de láminas rotas, impermeabilización de canalones y elaboración de gárgolas en el Laboratorio L1 y en el Almacén

Debido al desgaste provocado por el tiempo y el clima en estas instalaciones fue necesario el retiro de las láminas de asbesto. En el Laboratorio L1 y en el Almacén se colocaron láminas nuevas de asbesto, en el primer caso también se pusieron láminas traslúcidas. En ambos espacios se impermeabilizaron los canalones existentes y se construyeron gárgolas para el desalojo del agua de lluvia.

- Cambio de la techumbre e impermeabilización del faldón de la planta de emergencia

El impermeabilizante prefabricado se retiró de la techumbre y se desmontaron las láminas de los canalones, para después realizar la instalación de multipanel sellado con impermeabilizante, desde la techumbre hasta el faldón. Además se construyeron gárgolas.

- Trabajos de impermeabilización en diferentes espacios

Se impermeabilizó la azotea del Centro Tecnológico Aragón para impedir la filtración de agua de lluvia en su estructura, a través del levantamiento del prefabricado existente y la aplicación de acriton rojo. Se realizó el cambio de impermeabilizante prefabricado de fibra de poliéster en la azotea del edificio A9, además se dio mantenimiento correctivo al impermeabilizante de los módulos de escaleras y sanitarios en los edificios A3, A11 y A12.

INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRÁULICAS

- Dignificación de los baños y vestidores

Se remodelaron los baños y vestidores para hombres y mujeres en el gimnasio de pesas. Para ello se cambiaron espejos, puertas, pisos, mobiliario y regaderas

- Dignificación de los sanitarios del Salón de Usos Múltiples y del Centro de Extensión Universitaria

Para realizar esta obra se desmantelaron las mamparas de acero porcelanizado y las lámparas fueron sustituidas por luminarias fluorescentes. Los muros se recubrieron con azulejo y las instalaciones hidráulicas se remplazaron por tuberías y conexiones de PVC. Se instalaron dos espejos, siete inodoros, seis lavabos y dos mingitorios. Asimismo, los dos baños ubicados en el área de ensayos del Centro de Extensión Universitaria fueron reacondicionados.

- Desazolve de la red sanitaria principal y limpieza de pozos

Con el objetivo de contar con instalaciones de drenaje en óptimas condiciones, se llevó a cabo el servicio de mantenimiento de la red sanitaria principal y secundarias, lo cual incluyó la limpieza de bajadas pluviales de los edificios, desazolve de registros y pozos de visita, así como el colector principal, muebles sanitarios y coladeras.

- Equipos hidroneumáticos, red hidráulica y equipos de aire acondicionado

Se dio mantenimiento preventivo y correctivo mensual a los equipos hidroneumáticos ubicados en: Edificio de Mantenimiento, Centro de Extensión Universitaria, Centro Tecnológico Aragón y área deportiva. La alimentación principal y alimentación a muebles y salidas de riego, formó parte de las actividades de mantenimiento correctivo a la red hidráulica principal y secundarias. Los equipos de aire acondicionado de extracción y ventilación instaladas en diversas áreas del plantel, recibieron mantenimiento preventivo de forma mensual. También se realizó el suministro y colocación de unidades de aire acondicionado en diferentes áreas del plantel.

2.4.3. Obras y trabajos realizados durante el año 2011

CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

- Construcción del Jardín de Lectura Estudiantil y remodelación de la Librería

El Jardín de Lectura Estudiantil, ubicado en la parte posterior del edificio A4, es único en su tipo en la UNAM y fue construido para que los estudiantes de la FES Aragón realicen trabajos escolares, se reúnan e intercambien puntos de opinión. Gracias a instalaciones como ésta la comunidad universitaria dispone de espacios caracterizados por su armonía visual y estética.

- Construcción de accesos y salidas vehiculares en avenida Rancho Seco

Con estos trabajos se buscó dar mayor fluidez a la entrada y salida de vehículos de los estudiantes, académicos y personal administrativo, así como fomentar la seguridad al interior del plantel ya que las personas externas deberán registrarse en una bitácora e indicar el motivo de su visita. Estos accesos cuentan con 12 barreras automatizadas, lo cual agiliza el tránsito al ingresar o retirarse de la Facultad. A un costado de las casetas de vigilancia se colocó malla ciclónica y se construyeron sanitarios. Las entradas y salidas vehiculares que operaban anteriormente fueron rehabilitadas para alojar los nuevos accesos peatonales. Como parte de estos trabajos también se adecuó un espacio para estacionar motocicletas y bicicletas y se reubicó y construyó una artesa con áreas destinadas a basura orgánica e inorgánica.

- Construcción del Centro de Capacitación Docente para las Ingenierías en el Laboratorio L1

En la planta alta del Laboratorio L1 se acondicionó el Centro de Capacitación Docente, para ello fue necesario construir un Centro de Cómputo que cuenta con 20 computadoras personales y pizarrón interactivo; dos salones con capacidad para 12 personas cada uno, destinados a efectuar mesas redondas o reuniones de los comités académicos de carrera, un aula de clases para actividades o cursos especializados, sala de espera con acceso a Internet mediante red inalámbrica y servicio de sanitarios. Su construcción se concretó como parte de las actividades correspondientes al proyecto generado entre la UNAM y la Comisión Federal de Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).

REMODELACIÓN, REUBICACIÓN Y REHABILITACIÓN DE ESPACIOS

- Trabajos en el Centro de Extensión Universitaria

El Centro de Extensión Universitaria es uno de los edificios representativos de la Facultad, por ello y para mejorar la imagen física de dicho recinto, se instaló alfombra de nudo en los accesos del Teatro José Vasconcelos, vidrio de 6 mm para el vestíbulo, contramarco de aluminio para acceso al Centro y guardapolvo para la puerta del teatro en cuyo interior se llevó a cabo la colocación de pisa alfombra en los pasillos de butacas y retiro de marcos de aluminio con acrílicos y de cristales en la puerta de acceso a este espacio.

- Reacondicionamiento en el Centro de Apoyo Extracurricular (CAE 504)

El Centro de Apoyo Extracurricular (CAE 504) ubicado en el edificio A5, fue reacondicionado. Para ello, el 25% de los equipos de cómputo fue renovado.

- Adecuación de un espacio para oficina en los Departamentos de Servicio Social y de Personal

Las oficinas del Departamento de Servicio Social se reubicaron y acondicionaron en la planta baja del Edificio del Centro de Lenguas Extranjeras (CLE) para permitir la ampliación del Departamento de Personal.

- Reubicación del Departamento de Servicios Generales

Para brindar un servicio ágil a la comunidad universitaria fue necesario reubicar las oficinas del Departamento de Servicios Generales que anteriormente se encontraban en el primer piso del Edificio de Mantenimiento.

- Remodelación en los accesos en la Biblioteca

Para ofrecer un servicio de calidad y estar a la vanguardia en las tendencias internacionales del servicio bibliotecario, durante 2011 se realizaron trabajos de reacondicionamiento en la Biblioteca Jesús Reyes Heróles, mediante la instalación de un nuevo sistema de control de salida de libros, el cual identifica las obras mediante su código de barras.

- Suministro y colocación de piso laminado en el estrado del Aula Magna de Posgrado

Con la construcción de un estrado en el Aula Magna de Posgrado en el edificio A12 y la colocación de piso laminado se buscó ofrecer a los alumnos y docentes, una instalación adecuada para llevar a cabo las actividades académicas de enseñanza-aprendizaje de manera óptima.

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

- Reparación de piso de parquet en la cancha de basquetbol del gimnasio

La FES Aragón busca ofrecer instalaciones adecuadas para que los alumnos desarrollen diversas actividades deportivas. Por este motivo, se realizó la reparación del piso de la cancha de basquetbol del gimnasio techado, mediante la colocación de parquet de madera de encino con sellado y barnizado.

- Mantenimiento preventivo y correctivo a las plantas de emergencia

El servicio consistió en cambio de aceite y baterías, instalación de relevadores del módulo de control, atención y recisión en los equipos de alta tensión.

- Mantenimiento preventivo a las subestaciones y acometida de la Facultad

El servicio se llevó a cabo de manera mensual, con el propósito de mantener en condiciones óptimas las subestaciones eléctricas y garantizar el suministro de energía en las instalaciones de la Facultad, en caso de presentarse alguna falla.

- Trabajos en las aulas

Con la finalidad de ofrecer espacios propicios para el aprendizaje, en 2011 se realizaron actividades como: cambio de pizarrones, mantenimiento, reparación, reposición y colocación de butacas rotas, sillas y mesas de profesor, lámparas, balastos, contactos, apagadores, chapas, vidrios, persianas y cortinas, además se aplicó pintura sobre grafitis. También se pintaron los casetones de los edificios A2, A3, A7, A8 y A11. Asimismo, en las aulas se realizó el cambio de 822 gabinetes ahorradores de energía.

- Actividades realizadas por personal administrativo de Base de la Facultad

Durante este año se llevaron a cabo trabajos de aplicación de pintura de esmalte en 15 puntos de reunión en caso de evacuación, 174 m² de pintura vinílica en el faldón y pretil del Edificio de Mantenimiento, así como en el Almacén. Se repintaron las franjas y guarniciones de 784 cajones de estacionamiento.

SEÑALAMIENTOS Y VIALIDADES

- Señalización vial exterior para identificación de la Facultad

Para facilitar la ubicación de las instalaciones de la FES Aragón a quienes deseen acceder a ella se realizó el diseño, fabricación e instalación de señalización vial elaborada en lámina galvanizada, la cual se colocó sobre la Avenida Central.

- Suministro y colocación de señalamientos internos

Durante este año se llevó a cabo la colocación de señalamientos de lámina galvanizada, estireno y acrílico, entre otros materiales, en el área de Cajas, Cactáreo Biocalli, Jardín de Lectura Estudiantil y salidas de emergencia de la Biblioteca. Asimismo, se instalaron letreros en diversos puntos de la Facultad con la finalidad de difundir la misión, visión y valores de la FES Aragón. También se dio mantenimiento correctivo a seis placas de bronce de diferentes medidas y se colocaron dos escudos del mismo material fundido en el Edificio de Gobierno.

PROTECCIONES, SEGURIDAD Y EQUIPOS

- Instalación de tarimas de madera y equipo de seguridad utilizado en las subestaciones eléctricas

Se consideró importante dotar de material y equipo de seguridad al personal de mantenimiento de la FES Aragón, para ello se instalaron tarimas y mini-split gavetas con herramientas en todas las subestaciones eléctricas de la Facultad que permiten prevenir y protegerse en caso de descargas eléctricas e incendios; como las ubicadas en el Centro de Extensión Universitaria y en el Centro Tecnológico Aragón (CTA).

- Mantenimiento a las calderas y cambio del tanque de almacenamiento de agua caliente

Con el propósito de mejorar el servicio de las regaderas en los vestidores del gimnasio de pesas y de abastecer con agua caliente de manera continua a la comunidad universitaria, fue necesario remplazar el tanque de almacenamiento de agua debido a que se encontraba en mal estado y bajo rendimiento, por otro con la capacidad de 4 m³, además de la colocación de un filtro suavizador para mejorar la calidad del líquido.

- Instalación de equipo de extracción y filtrado de polvo en el Taller de Maderas

Se colocó un equipo de extracción y filtrado de polvo en el Jardín de Diseño Industrial que comunica al Taller de Maderas, ubicado en el Laboratorio de Diseño y Manufactura del Laboratorio L1, con la finalidad de que los estudiantes de la Licenciatura en Diseño Industrial realicen sus trabajos escolares sin exponerse al exceso de polvo producido con los cortes en dicho material y para prevenir infecciones en las vías respiratorias. Además, se redistribuyeron la canteadora y sierra de mesa, ubicadas en dicho taller con el objetivo de disminuir el riesgo de accidentes.

- Colocación de protección metálica y modificaciones en el Edificio Administrativo del CIMA

En las ventanas del Edificio Administrativo del Centro de Investigación Multidisciplinaria Aragón (CIMA) se colocaron protecciones metálicas de solera y estructuras redondas de acero, con la finalidad de salvaguardar los bienes con los que cuenta la instalación.

- Instalación de equipos de aire acondicionado

Proporcionar condiciones adecuadas en la realización de diversos eventos que conllevan a la concentración de una gran cantidad de personas, además de contar con un ambiente adecuado y procurar el buen funcionamiento de los equipos de cómputo, fueron los objetivos por los cuales se instalaron equipos de aire acondicionado mini-split y su respectiva tubería en el Aula Magna de Posgrado, en los salones 4 y 7 del Centro de Cómputo así como en el espacio para computadoras del Centro de Lenguas Extranjeras (CLE). De igual manera, se dio mantenimiento preventivo anual a los equipos de aire acondicionado mini-split ubicados en: cabinas de Radio, Televisión, salas de cómputo de la Biblioteca, Dirección, Secretaría Administrativa, Sala de Consejo Técnico, área de conmutador y salones A407 y A301.

- Construcción de nicho para la reubicación del equipo de medición en apego a la norma de la CFE

Se construyó un gabinete de concreto con puerta de aluminio y mirilla de cristal. Se colocó una base para wattorímetro de 13 terminales y 20 amperes, se instalaron tubos galvanizados de dos pulgadas en forma visible, suministro de materiales para conexión a tierra física, así como la conexión desde la subestación del tablero de medición hacia la fachada principal de la Facultad.

- Instalación de extractores atmosféricos y de aire tipo axial

Con el objetivo de ofrecer mejores condiciones de trabajo al personal de mantenimiento y brindar mayor seguridad en las diversas actividades que desarrolla, se llevó a cabo el suministro e instalación de extractores atmosféricos en las cubiertas del taller de mantenimiento, así como la colocación de una salida adicional al mismo, impermeabilización de cubiertas y canalones e instalación de un ventilador axial. Se colocó un extractor de aire tipo axial con persiana de gravedad, en el sanitario de hombres de la Sala de Firmas.

INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRÁULICAS

- Red de distribución de agua del equipo para combatir incendios del Centro Tecnológico Aragón

Se realizaron trabajos de mantenimiento correctivo a la red de hidrantes para combatir algún posible incendio en el Centro Tecnológico Aragón. En estos trabajos, se hizo una búsqueda de la tubería para visualizarla y redistribuirla a los diferentes accesos del edificio, se dio mantenimiento a los equipos de bombeo y electrónicos. Las obras incluyeron la colocación de gabinetes nuevos, equipados con mangueras.

- Red de hidrantes y mantenimiento correctivo al gabinete de control del equipo contra incendios en el Centro de Extensión Universitaria

Se colocó en forma externa la red de hidrantes de protección contra incendios en el Centro de Extensión Universitaria, para ello se diseñó una nueva red, se reemplazó la tubería existente y la nueva se instaló de manera visible en la fachada del edificio, conectándola a los diversos hidrantes del perímetro. Se dio mantenimiento correctivo a la línea de llenado de la cisterna del equipo hidroneumático de dicho recinto, los trabajos implicaron la reparación de diversos componentes de los equipos hidroneumáticos y de esta manera asegurar un funcionamiento adecuado. Asimismo, se realizó el mantenimiento correctivo al gabinete de control del equipo contra incendios.

- Mantenimiento preventivo anual a los equipos hidroneumáticos

Este servicio se realizó en el Edificio de Mantenimiento, área deportiva, Centro de Extensión Universitaria y en el Centro Tecnológico Aragón (CTA). En el caso del equipo hidroneumático, ubicado en el área deportiva, se hizo el cambio de arrancador magnético y bobina, con la finalidad de abastecer de agua a los espacios utilizados por los alumnos que practican alguna disciplina. También se dio mantenimiento a los equipos para combatir incendios en el CTA.

- Adecuación de espacio para los baños-vestidores de la Bodega de Intendencia

Se construyeron baños con vestidores en la Bodega de Intendencia del área de Jardinería, ubicada entre los Laboratorios L1 y L2. La obra requirió el levantamiento de muros de tabique para el espacio de regaderas y baños, plafón y muebles sanitarios nuevos.

- Instalación de medidores de agua potable

Con la finalidad de tener un mejor aprovechamiento del agua potable que se utiliza en las diferentes áreas de la Facultad, así como ubicar de manera oportuna fugas en la red hidráulica, se realizó la instalación de medidores en los edificios de esta multidisciplinaria, los cuales fueron donados por el Programa Universitario de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA).

- Dignificación de 17 núcleos sanitarios en los edificios de aulas

Se realizó la dignificación de 17 núcleos sanitarios en los conjuntos de los edificios A1/A4, A2/A3, A5/A6, A7/ A8, A9/A10 y A11/A12. Este trabajo incluyó la sustitución total de muebles sanitarios, fluxómetros y llaves ahorradoras. Las mejoras se efectuaron con base en las especificaciones técnicas del Programa Universitario de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA), para lo cual se cambiaron 167 inodoros y 51 mingitorios que descargan 4.8 y 0.5 litros de agua, respectivamente.

- Desazolve de la red sanitaria principal y limpieza de los pozos

Para este trabajo fue necesario llevar a cabo la succión y extracción de sedimentos alojados en el interior del sistema de drenaje de la Facultad, con ello se busca mantener en forma óptima el funcionamiento de la red hidráulica y sanitaria para evitar problemas de encharcamientos en época de lluvias.

2.4.4. Obras y trabajos realizados durante el año 2012

ACCESOS Y SALIDAS DE EDIFICIOS

- Construcción de cinco escaleras metálicas de emergencia

Con el propósito de salvaguardar la integridad física de la comunidad universitaria, durante el año 2012 se llevó a cabo la construcción de cinco escaleras metálicas de emergencia en los muros cabeceros de los edificios A3, A5 y A11, en la parte central del edificio A12, así como en la parte frontal del Laboratorio L3, donde además se colocaron tres puertas de emergencia de aluminio y vidrio templado en la planta baja, primero y segundo niveles.

- Construcción de rampas para personas con discapacidad

Se realizó la construcción y rehabilitación de 18 rampas de 1.20 x 2.20 m² y cinco de 3.50 x 2.20 m², así como dos pasillos de concreto ubicados afuera del Edificio de Mantenimiento y en el edificio A9, cuyas medidas son: 2.80 x 4.40 m² y 11.10 x 4.40 m², respectivamente. Esto con la finalidad de que las personas que utilicen silla de ruedas puedan desplazarse con mayor facilidad y comodidad en la Facultad.

CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

- Construcción de dos andadores techados

Se realizó la construcción de dos andadores techados en la Avenida Rancho Seco, en la entrada y salida. Cada uno está conformado por 12 postes de tres metros de altura y armaduras en forma de arco a una altura de 4.16 metros.

- Construcción de un pasillo de concreto a un costado del Centro de Extensión Universitaria

A un costado del Centro de Extensión Universitaria se efectuó la construcción de un pasillo de concreto, con el objetivo de hacer más ágil y fluido el tránsito que circula por esta zona, ya que también se amplió el carril.

- Construcción de pasillos centrales y ampliación de las puertas de emergencia en el Teatro José Vasconcelos. Instalación de puertas de emergencia en los Auditorios

En el Teatro José Vasconcelos se construyeron escalones y pasillos, tanto en la parte superior como inferior del recinto, además se ampliaron las salidas de emergencia que se encuentran en los costados del foro, las cuales cuentan con barra de apoyo. Esto con el objetivo de agilizar la entrada y salida de los asistentes y asegurar su rápida evacuación en caso de alguna contingencia. En los Auditorios José Vázquez Ramírez y Pablo Ortiz Macedo de los edificios A1 y A9, respectivamente, se llevó a cabo la instalación de dos puertas de emergencia en cada uno de los muros laterales, para lo cual se demolió parte de éstos. Cada puerta cuenta con una barra de apoyo que facilita su apertura en caso de contingencia. De igual forma, se realizó la construcción de rampas en el exterior para igualar los niveles existentes de piso.

REMODELACIÓN, REUBICACIÓN Y REHABILITACIÓN DE ESPACIOS

- Reacondicionamiento de la Sala de Tesis y adecuaciones en la Biblioteca

Para ofrecer un servicio de calidad y estar a la vanguardia en las tendencias internacionales del servicio bibliotecario, en la Biblioteca Jesús Reyes Heróles se realizó el reacondicionamiento de la Sala de Tesis que inició con la digitalización de dichos documentos de 1998 a la fecha. Se efectuó la canalización de tuberías para servicios de red de Internet y se colocaron computadoras donde los alumnos pueden consultar los trabajos a través del portal TESIUNAM.

- Acondicionamiento de espacios académicos en el Laboratorio L2

Con la finalidad de brindar mejores áreas donde los alumnos se desarrollen académicamente, se realizó el reordenamiento de espacios (bodegas) en el Laboratorio L2. Lo anterior, consistió en derribar muros y construir dos aulas de clase, además se colocó una tarja para que en las prácticas donde se utilicen sustancias químicas, los alumnos puedan hacer uso del agua para retirar posibles residuos.

- Trabajos de adecuación de espacios en el edificio de Posgrado

Durante 2012 se acondicionaron espacios en el Aula Magna de Posgrado, aulas y cubículos del edificio A12. Mediante estos trabajos se ofrecen instalaciones adecuadas para el desarrollo óptimo de las actividades académicas y administrativas.

- Rehabilitación de las canchas de fútbol rápido

Se reemplazó la madera del perímetro de la cancha empastada de fútbol rápido, mientras que en la malla ciclónica que la rodea se sustituyeron 44 postes que se encontraban en mal estado, lo anterior con el objetivo de evitar la filtración de agua a la madera. Asimismo, se aplicó pintura de esmalte color blanco en los muros perimetrales interiores de la cancha con piso de concreto y se pintaron las líneas divisorias. También se repintaron los tableros y postes de las canchas de basquetbol.

- Colocación de malla ciclónica en el Jardín de Diseño Industrial

Se colocó malla ciclónica en la periferia del área de mesas de trabajo en la parte posterior del Laboratorio L1, con la finalidad de delimitar dicho espacio utilizado por aproximadamente 400 alumnos de la Licenciatura en Diseño Industrial. A este espacio se le denomina Jardín de Diseño Industrial.

- Instalación de malla ciclónica en la cancha de volibol de playa

Se sustituyó la malla ciclónica de la cancha de volibol de playa para mejorar el espacio en el que los alumnos practican este deporte, tanto en su rama varonil como femenil.

- Colocación de malla ciclónica en la periferia del área deportiva

Se colocó una malla ciclónica de 2.5 metros de altura, la cual incluye cinco puertas. La malla rodea el área deportiva de la Facultad para tener un control de acceso a esta zona, brindando mayor seguridad a los 1,000 deportistas universitarios que diariamente realizan prácticas en dichas instalaciones.

- Sustitución de malla por falso plafón en el gimnasio de parquet

Se realizó el desmantelamiento de la malla ubicada en la techumbre exterior del gimnasio de parquet para colocar un falso plafón de durock a ocho metros de altura.

- Restauración de la escultura Las Torres

Se realizó la restauración de Las Torres, que consistió en el retiro del aplanado antiguo para colocar uno nuevo, aplicación de inhibidor de óxido de acero e impermeabilizante en los muros de hasta 18 metros de altura, que fueron retocados con pintura color naranja. Lo anterior se efectuó con la finalidad de mantener en buen estado la escultura que funge como emblema de la FES Aragón.

- Instalación de ventanas en el edificio A2

Debido al peligro que representan las ventanas tipo persiana por inestabilidad en caso de algún siniestro, se remplazaron por ventanas corredizas. El trabajo incluyó la instalación de jaladeras y lubricación de rieles. Las nuevas ventanas corredizas miden 0.40 x 1.32 metros y tienen vidrios claros de 6 milímetros. Esta obra se efectuó en todas las aulas del primero y segundo niveles del edificio A2.

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

- Mantenimiento de las subestaciones eléctricas

Se llevó a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de tres subestaciones eléctricas ubicadas en diversos edificios de la Facultad. Esta acción consistió en la limpieza de tableros, revisión de conexiones de conductores y equipo de circuitos electrónicos, así como ajuste de cuchillas de paso e inspección visual del sistema a tierra.

- Mantenimiento preventivo y correctivo a las celdas de cimentación

El objetivo de los trabajos realizados en los edificios A1, A7 y A8, consistió en evitar el exceso de carga sobre el subsuelo y disminuir el asentamiento que se produce en los mismos. La obra consistió en el desalojo de agua de las celdas, sellado y resane de fisuras, así como la impermeabilización de la losa de la tapa.

- Trabajos adicionales

: Durante 2012 también se reparó el zoclo en el gimnasio de spinning, se pulió el piso de la Sala de Juicios Orales. Se instaló un equipo de circuito cerrado de televisión en la Librería. Se impermeabilizó la losa del Servicio Médico, donde también se cambió el domo y el plafón. Se dio mantenimiento preventivo general a los tableros y transformadores tipo seco, ubicados en los edificios, laboratorios, subestación receptora, Centro de Cómputo y Biblioteca; así como a los equipos de extracción y ventilación de aire y a los equipos de aire acondicionado tipo mini-split, en diferentes espacios de la Facultad. Asimismo, se colocaron: letreros y señalamientos de diversos materiales, con la finalidad de que la comunidad identifique el área a la cual desea dirigirse, así como 18 dispensadores de papel sanitario y 18 de jabón líquido. Además, se adquirió un sistema de radiocomunicación y un tablero para actualizar la instalación eléctrica del plantel. También se llevó a cabo la limpieza de la Facultad mediante el acarreo de material de escombros con maquinaria y camiones de volteo.

- Trabajos realizados por personal administrativo base de la Facultad

Como parte de los trabajos efectuados con la finalidad de ofrecer instalaciones óptimas para el desarrollo de actividades académicas, culturales, deportivas y administrativas, en 2012 se realizó la colocación de 200 luminarias fluorescentes, aplicación de pintura en los cajones y guarniciones de los dos estacionamientos, nivelación de pisos de adocreto en pasillos y explanadas de la Facultad con una superficie de 250 m² y tala de 30 árboles secos o riesgosos.

- Trabajos en las aulas

Ante la necesidad de contar con instalaciones adecuadas para estudiantes y docentes, se aplicó pintura en los casetones de plafón y en los muros interiores de los salones de clase y laboratorios, cambio de piso y sustitución de losetas dañadas en aulas. También se dio mantenimiento preventivo y correctivo a las luminarias ubicadas en los pasillos y aulas de la Facultad, colocación de vidrios claros, persianas, puertas y viniles en las ventanas de diferentes áreas del plantel.

- Mantenimiento del elevador del CIMA

Con el propósito de mantener en condiciones óptimas de operatividad y uso, se realizó el mantenimiento preventivo y correctivo mensual del elevador de dicho espacio.

SEÑALAMIENTOS Y VIALIDADES

- Accesos peatonales y vehiculares en el retorno Bosques de África y avenida Rancho Seco

Para salvaguardar la seguridad en la FES Aragón, se efectuó la ampliación de los carriles de entrada y salida vehicular del retorno Bosques de África, en donde además se instaló un sistema de acceso automatizado, el cual cuenta con lector de tarjeta de proximidad, que levanta la pluma automáticamente, permitiendo el acceso de los vehículos. En el ingreso peatonal de esa misma calle se colocaron dos torniquetes automatizados de cuerpo completo de acero inoxidable, puerta de acceso para personas discapacitadas, así como malla ciclónica.

- Rehabilitación y nivelación del piso de adocreto

Con el objetivo de mejorar la imagen física de la Facultad, se rehabilitaron y nivelaron 500m² de piso de adocreto en los andadores de entrada y salida peatonal de la Avenida Rancho Seco.

- Aplicación de pintura en distintas áreas de la Facultad

Se realizaron trabajos de pintura en las guarniciones de 1,078 lugares del estacionamiento de alumnos, profesores y funcionarios, así como en 194 botes de basura, que permiten la separación de residuos en orgánicos e inorgánicos y aplicación de pintura de esmalte color azul intenso en 20 estructuras de protección (copetes) de contenedores de basura. Se pintaron con esmalte de color azul y amarillo ocho escaleras metálicas de emergencia ubicadas en los edificios A1, A2, A4, A6, A7, A8, A9 y A10, así como en todas las jardineras.

TRABAJOS EN TECHOS Y AZOTEAS DE EDIFICIOS Y LABORATORIOS

- Sustitución de techumbres en los Laboratorios L1 y L2

La techumbre del Laboratorio L1, conformada de láminas de asbesto y plástico, se reemplazó por un multipanel de 1 ½" de grosor, constituido por secciones de láminas forradas de poliuretano. También se efectuaron trabajos de cambio de pendientes con firme de concreto y fabricación de gárgolas. Mientras que en el Laboratorio L2, la techumbre originalmente constituida de láminas de asbesto y concreto, se sustituyó por un multitecho de 4" de grosor, conformado por paneles con láminas de acero y material térmico aislante. Además, se realizó la colocación de gárgolas de concreto.

- Colocación de taludes e impermeabilización de los edificios de aulas

Para evitar el daño en las fachadas de los edificios, ocasionado por la acumulación de desechos y plumas de palomas, se construyeron y colocaron taludes de durock y pintura impermeable en las marquesinas de las fachadas posteriores de los edificios A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11 y A12.

PROTECCIONES, SEGURIDAD Y EQUIPOS

- Protecciones metálicas y puerta de emergencia en los edificios del CIMA

Se colocaron protecciones metálicas en las ventanas de los edificios del Centro de Investigación Multidisciplinaria Aragón 1 y 2, así como en el Edificio Administrativo para proteger los bienes inmuebles y el equipo de cómputo de estas áreas. Asimismo, en la parte media de los edificios 1 y 2 se instaló una puerta de emergencia para agilizar el desalojo. La puerta es de dos hojas con cristal templado y cuenta con una barra de apoyo para facilitar su apertura en caso de una emergencia y se realizó la sustitución de ventanas fijas por ventanas corredizas de cancelería.

- Protecciones de herrería en las ventanas de los núcleos sanitarios

Se instaló un sistema de protecciones de herrería en las ventanas de la parte posterior de los núcleos sanitarios en los conjuntos de edificios A1/A4, A2/A3, A5/A6, A7/A8, A9/ A10 y A11/A12.

- Instalación de cinco pararrayos

En el ámbito de la prevención y a fin de salvaguardar a la comunidad de la Facultad, se realizó la instalación de un sistema compuesto por cinco pararrayos de tipo punta cebada, los cuales, están preparados para recibir la descarga eléctrica que emite un rayo y dirigirla a tierra, es decir al subsuelo. Los pararrayos están ubicados en los edificios A3, A5, A11, el Centro de Extensión Universitaria y el Centro de Cómputo.

- Instalación de 15 alertas sísmicas, sistema de bocinas y amplificadores

Se instalaron 15 radiorreceptores de la marca Sarmex, 11 de éstos fueron adquiridos por la Facultad y cuatro los donó la Secretaría de Servicios a la Comunidad, a través de la Dirección de Protección Civil. Los equipos reciben la señal de alerta que emite el Gobierno del Distrito Federal cuando se presenta un sismo en las Costas de Guerrero, lo que proporciona un tiempo aproximado de 60 segundos para colocarse en una zona segura, a través del desalojo de inmuebles o mediante el repliegue. Se instaló un sistema de bocinas y un amplificador que están conectados a las alertas sísmicas y permiten aumentar el alcance de la señal de 100 a 120 metros. Los equipos están situados en la Biblioteca Jesús Reyes Heróles, Centro de Lenguas Extranjeras, en los edificios A1/A4, A2/A3, A7/A8, A9/A10 y A11/A12, Edificio de Mantenimiento, Centro Tecnológico Aragón, Centro de Investigación Multidisciplinaria Aragón, Teatro José Vasconcelos, Centro de Cómputo, Edificio de Gobierno, Gimnasio de Parquet y Laboratorio L3.

INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRÁULICAS

- Mantenimiento de las instalaciones sanitaria e hidráulica

Contar con instalaciones sanitarias e hidráulicas en condiciones óptimas de funcionamiento es una prioridad, por ello se llevó a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de desagües, muebles sanitarios, coladeras, tuberías, bajadas de aguas negras y pluviales.

- Construcción de un invernadero

El invernadero Miztli (puma en náhuatl), es un espacio construido con el objetivo de albergar una colección de plantas e incrementar el número de especies que serán propagadas en los jardines de la Facultad. Este trabajo se realizó en el marco del Programa Universitario de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA) FES Aragón.

- Adecuación de los sanitarios en las casetas de vigilancia

En la caseta de vigilancia de Avenida Rancho Seco y en la ubicada en el retorno Bosques de África, se adecuaron espacios para los servicios sanitarios utilizados por los vigilantes encargados de mantener la seguridad del plantel. Las obras consistieron en la instalación de un inodoro, un mingitorio y un lavabo en cada caseta.

- Excavación de 120 cepas para plantar árboles

Se crearon 120 cepas de 1 m³, ubicadas en la parte sur de la Facultad, en Avenida Prados del Roble, para plantar 120 árboles y cumplir con los lineamientos estipulados por el Programa Universitario de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA).

- Lavado de las cisternas

Para mantener la higiene en el agua que la comunidad universitaria utiliza, en el periodo intersemestral diciembre-enero se realizó el lavado de cuatro cisternas ubicadas en la zona deportiva, Edificio de Mantenimiento, Centro de Extensión Universitaria y Centro Tecnológico Aragón.

- Servicio de mantenimiento correctivo del equipo hidroneumático principal

Se dio mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos hidroneumáticos de la Facultad, ubicados en el Edificio de Mantenimiento, Centro de Extensión Universitaria, Centro Tecnológico Aragón y zona deportiva, con la finalidad de mantener en condiciones adecuadas su funcionamiento para la correcta distribución de agua.

2.4.5. Obras y trabajos realizados durante el año 2013

CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

- Colocación de bancas alrededor de Las Torres

Se colocaron 10 bancas de herrería con el objetivo de que los estudiantes, académicos y personal administrativo de esta Facultad puedan apreciar Las Torres, escultura que da identidad a la comunidad que conforma a la FES Aragón.

- Jardín del CIMA

Entre los edificios 1 y 2 del Centro de Investigación Multidisciplinaria Aragón (CIMA) se construyó un jardín con piso de adocreto. Se adecuaron escalones y una rampa para facilitar el acceso. Este espacio consta de cuatro plazas en forma de hexágono y mesas de herrería con cuatro sillas cada una.

- Jardín Académico de Posgrado

Frente al edificio A12 se construirá un jardín que estará rodeado de césped, cipreses y buganvillas. Además, tendrá mesas con sombrilla y sillas. Se colocará malla ciclónica y será necesario realizar la nivelación y mejora del suelo. Mediante esta obra se podrá disfrutar de un espacio agradable para la realización de diversos trabajos académicos.

- Plaza para estudiantes en el edificio A10

Los estudiantes de las licenciaturas en Economía y Planificación para el Desarrollo Agropecuario contarán con el acondicionamiento de un espacio destinado a la convivencia en momentos de sano esparcimiento o bien realizar actividades académicas, mediante la construcción de una plaza con bancas de jardín frente al edificio A10.

- Andador techado en el acceso peatonal en el retorno Bosques de África

Se construirá un techo de policarbonato de ocho milímetros, en forma de arco, el cual será instalado sobre una estructura de acero con anticorrosivo y esmaltado en color azul intenso.

- Plaza para estudiantes en el edificio A2

Frente al edificio A2, donde se llevan a cabo actividades académicas de la carrera de Ingeniería, se acondicionará un espacio con bancas de jardín para que los estudiantes convivan y tengan un momento de sano esparcimiento antes de entrar a clases, o bien realicen tareas escolares.

- Plaza para estudiantes de la Licenciatura en Derecho

Ante la necesidad de proveer a los estudiantes de la Licenciatura en Derecho de un ambiente propicio para la lectura, elaboración de trabajos escolares o la sana convivencia, se realizará la construcción de 12 bases de concreto hidráulico para la colocación de igual número de bancas de aluminio para jardín.

- Plaza entre los edificios A7 y A11

Se construirá una plaza con piso de adocreto, donde se colocarán mesas y bancas, así como postes de iluminación, lo cual contribuirá a la formación integral de los estudiantes, ya que en este espacio pueden elaborar diversos trabajos escolares o dedicar tiempo a la lectura.

REMODELACIÓN, REUBICACIÓN Y REHABILITACIÓN DE ESPACIOS

- Reubicación del cárcamo y registro en el estacionamiento techado

Se reubicó y reforzó el cárcamo y registro ubicado en el estacionamiento techado de la Facultad. Este trabajo implicó la demolición de la banqueta para dar mayor espacio al paso de los vehículos que circulan por esa zona.

- Remodelación de las salas de exámenes profesionales

Las cuatro salas de exámenes profesionales, ubicadas en la planta baja del edificio A2, se remodelarán con el propósito de contar con instalaciones propicias para la realización de dichos actos académicos. Motivo por el cual será necesaria la demolición de un escalón ubicado en la fachada oriente y la construcción de un escalón de concreto en la fachada poniente del edificio, para facilitar el acceso a las instalaciones.

- Reubicación de las instalaciones del Programa Psicopedagógico de Servicio Social

Con la finalidad de brindar espacios acordes con las necesidades de quienes conforman el Programa Psicopedagógico de Servicio Social, se reubicarán dichas instalaciones en el Salón de Usos Múltiples, con lo cual se pretende que, en caso de emergencia, los niños con problemas de aprendizaje o con discapacidad puedan desalojar el inmueble de manera ágil y segura.

- Colocación de persianas

Para favorecer el desempeño de alumnos, académicos y personal administrativo, se colocaron persianas verticales de PVC color marfil en los salones A625, A8113, A8115, Laboratorios L1 y L3, Centro de Cómputo, así como en las instalaciones de la División de Educación Abierta, Continua y a Distancia.

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

- Trabajos adicionales de mantenimiento

Para mantener en estado óptimo el funcionamiento de las instalaciones de la Facultad, durante este semestre también se llevaron a cabo trabajos de reparación de: Muro de tablaroca en el Departamento de Personal, puertas del Centro de Extensión Universitaria, Edificio de Gobierno y en la sala de consulta de la Biblioteca.

- Mantenimiento preventivo y correctivo a: elevador vertical instalado entre los edificios 1 y 2 del Centro de Investigación

Multidisciplinaria Aragón (CIMA) y al elevador de libros ubicado en la Biblioteca. Sustitución y colocación de: vidrio en el vestíbulo del Teatro José Vasconcelos, el gimnasio de parquet y en vitrina de pizarrón del edificio A10. Además se aplicó el sellado con vinil en los vidrios en los salones A214 y A215.

SEÑALAMIENTOS Y VIALIDADES

- Ampliación del estacionamiento de bicicletas y motocicletas

Con la finalidad de ofrecer a los alumnos de la Facultad un espacio seguro donde puedan resguardar su medio de transporte, se amplió el estacionamiento para bicicletas y motocicletas.

- Instalación de módulos de relevador

Con la finalidad de mejorar el funcionamiento de las barreras vehiculares ubicadas en los accesos y salidas de avenida Rancho Seco, se instalaron módulos de relevador con retardo de tiempo, con dicha acción, los equipos lectores de tarjetas de proximidad registran el ingreso y salida de personas al plantel.

TRABAJOS EN TECHOS Y AZOTEAS DE EDIFICIOS Y LABORATORIOS

- Impermeabilización de diversos muros y azoteas

Para evitar la filtración de agua a las instalaciones de los edificios 1 y 2 del CIMA y al edificio del Centro Tecnológico Aragón, se efectuará la impermeabilización de azoteas y muros de las fachadas interiores de dichos recintos. Los trabajos incluirán: resanes en muros con mezcla de cemento-arena, aplicación de sellado de cancelles de aluminio, demolición de impermeabilizante prefabricado con espesor de 4 mm y aplicación de impermeabilizante prefabricado de 4.5 mm.

PROTECCIONES, SEGURIDAD Y EQUIPOS

- Sonorización del sistema de alerta sísmica

Para incrementar el número de sistemas de bocinas y amplificador se instalaron otros equipos más, los cuales están conectados a las alertas sísmicas y permiten aumentar el alcance del volumen de la señal entre 100 y 120 metros; con los cuales se busca amplificar la señal de alerta que emite el Gobierno del Distrito Federal cuando se presente un sismo en las Costas de Guerrero.

- Colocación de pórticos en los accesos peatonal y vehicular en avenida Rancho Seco

Se instalarán dos pórticos tanto en el acceso peatonal como en el vehicular de Av. Rancho Seco, elaborados en estructura de acero con protección anticorrosiva. Además, de la colocación de letreros de identificación con los escudos de la UNAM y de la FES Aragón, esto con la finalidad de mejorar la imagen física de la Facultad.

- Protecciones de herrería para las lectoras de tarjeta de proximidad

En el periodo intersemestral de enero se realizó la colocación de protecciones de herrería para las lectoras de tarjetas de proximidad de las barreras vehiculares ubicadas a un costado del Centro de Extensión Universitaria, para evitar que accidentalmente algún automóvil pueda golpearlas.

INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRÁULICAS

- Mantenimiento a los equipos hidroneumáticos

Para mantener en condiciones óptimas de operación las instalaciones de la Facultad, se da mantenimiento correctivo a las bombas y válvulas del equipo hidroneumático principal, ubicado en el Edificio de Mantenimiento; así como a los que se encuentran en el Centro de Extensión Universitaria, área deportiva y Centro Tecnológico Aragón. Además, se realiza el ajuste a las líneas de succión y se aplica esmalte a las tuberías.

2.5. Problemática hidráulica en el Distrito federal⁴

Estrechamente ligados con la solución del déficit habitacional del Distrito Federal se encuentran los problemas relacionados con el suministro de agua y drenaje, servicios importantes para resolver los problemas del ordenamiento urbano.

⁴ Programa General De Desarrollo Urbano Del Distrito Federal

El abastecimiento actual de agua potable para la ZMVM alcanza los 64 m³/s, de los cuales 35 m³/s son canalizados al Distrito Federal. Se llevan más de 8 años sin recibir nuevos caudales, no obstante el incremento absoluto de la demanda por el crecimiento de la población.

Para el DF, cerca del 60 % del volumen total proviene de fuentes subterráneas locales y el resto proviene de fuentes externas alejadas de la ciudad hasta 127 km y situadas, en ocasiones, a más de 1,000 m por debajo del nivel de la ciudad. Aproximadamente 68 % de este caudal (23.8 m³/s) se destina al consumo doméstico, 16% (5.6 m³/s) al sector servicios y comercio y 16 % al industrial.

Si se toma en cuenta que en el año 2000 la población del DF alcanzó los 8.6 millones de habitantes, la dotación per cápita diaria es del orden de 352 litros, cifra que incluye el agua que se pierde por diferentes causas, como fugas y tomas clandestinas en la red. A la fecha, el nivel de pérdida de agua potable por fugas en la red es del 32 %, gracias a que en los últimos años el Programa de Detección y Supresión de Fugas lo ha ido reduciendo. Si tenemos en cuenta la recuperación de estos volúmenes, la dotación promedio se calcularía en 231 litros diarios por habitante, contra los 221 l/hab/día que se tenían en el año de 1997, cuando el índice de fugas llegó a situarse en 37 %.

Esta dotación ha sido históricamente inequitativa: al poniente de la ciudad se registran dotaciones de hasta 350 l/hab/día, mientras que en el oriente, en particular en la Sierra de Santa Catarina, Iztapalapa, apenas supera los 150 l/hab/día. Además existen zonas de la ciudad, principalmente en los lomeríos del sur y en la Sierra de Guadalupe, en donde el reparto de agua no es continuo sino intermitente (tandeo), debido al insuficiente caudal y baja presión, a las dificultades que ofrece el relieve topográfico y a la falta de infraestructura. En la actualidad se estima un déficit aparente de 3 m³/seg que afecta a 1.2 millones de personas

El avance más significativo en los últimos años, es haber evitado la escasez que periódicamente se vivía en temporada de estiaje lo que, sin embargo, está limitado por la dependencia de la importación de agua de sitios en donde los habitantes muestran oposición ante el temor de ver agotados sus recursos. Lerma, Chiconautla, Xochimilco y Temascaltepec ilustran esta problemática.

Además de la escasez de agua, los habitantes del sector oriental de la ciudad, han debido enfrentar problemas de calidad en el agua que consumen. El GDF ha avanzado ante esta problemática mediante acciones para la rehabilitación de pozos y reparación de sus equipos electromecánicos, así como en la sustitución de redes deterioradas. Asimismo, ha instalado sistemas potabilizadores en las 36 plantas existentes y diseñados dosificadores automáticos de cloro.

Luego de ser usada, gran parte del agua es expulsada de la cuenca a través del Sistema de Drenaje Profundo y del Gran Canal de desagüe. Sólo 10 % del caudal total recibe algún tipo de tratamiento, subutilizando con ello la capacidad instalada de las plantas. Sin embargo, la escasa infraestructura para su distribución, su inadecuado emplazamiento territorial y su alto costo tarifario (superior al del agua potable), hacen que este bajo caudal no sea aprovechado óptimamente.

Este patrón histórico inadecuado del manejo del agua, se corresponde con la explotación irracional de los recursos naturales localizados mayoritariamente en las delegaciones periféricas del DF:

- a) la crónica sobre-explotación de los acuíferos, estimada en 10 m³/seg cuando menos
- b) la subutilización de los escurrimientos superficiales aun existentes, calculada en 700 litros por segundo
- c) la pérdida sostenida de áreas de infiltración por el avance de la urbanización cifrada entre 500 y 250 hectáreas anuales (por cada hectárea perdida dejan de infiltrarse 2.5 millones de litros anuales)
- d) la permanente deforestación y erosión de los suelos, y e) la creciente canalización y desaprovechamiento del agua de lluvia que va al sistema de drenaje. Estos son los elementos distintivos de la ruptura del equilibrio hidrológico.

Derivado de lo anterior, se han producido hundimientos de hasta 25 cm anuales en la parte oriente y sistemas de agrietamientos superficiales del subsuelo en distintas partes de la ciudad. Ambos eventos dañan severamente el patrimonio infraestructural urbano, ponen en peligro la estabilidad de edificios y la vida de sus habitantes (sobre todo frente a los fenómenos sísmicos) y restringen aun más las áreas de reserva territorial de la ciudad. Tal es la situación del desequilibrio geohidrológico de la cuenca de México.

La calidad del agua extraída se ve mermada por la sobre explotación y por el aumento de la profundidad de los nuevos mantos, pero también por el riesgo de contaminación por dos vías: a) infiltración de lixiviados –originados en basureros antiguos y en clandestinos– a través de suelos permeables y b) inclusión de aguas freáticas a través de los agrietamientos inducidos por la sobre explotación de los acuíferos.

El riesgo de inundaciones no ha desaparecido de la otrora ciudad lacustre. Si bien hasta ahora el desalojo de las aguas usadas y de las pluviales se ha resuelto aunque con grandes dificultades, el peligro de afectación a grandes extensiones de terrenos bajos, se encuentra latente. Las inundaciones locales en el oriente de la ciudad -Ejército de Oriente, El Salado, Canal de la Compañía, la zona sur de Ciudad Nezahualcóyotl, la parte poniente de Los Reyes la Paz y Chalco Solidaridad ilustran este conflicto. En todos estos sitios se observan ritmos importantes de hundimientos y el desarrollo de sistemas de agrietamientos, incrementando la vulnerabilidad.

En las zonas de lomeríos el peligro es similar aunque por razones diferentes. La ocupación de este suelo reduce las áreas de infiltración del agua pluvial, aumentando el volumen y la velocidad de su escurrimiento. La capacidad de las presas se ve cuestionada y el drenaje de las zonas a pie de monte se torna insuficiente para un desalojo adecuado, ocurriendo encharcamientos en cruces viales situados a lo largo del Periférico. En cuanto a drenaje, en los últimos dos años entraron en operación las plantas de bombeo del Gran Canal del Desagüe y la de Río Hondo, con una capacidad conjunta de desalojo de 60 m³/seg, aumentando en un 30 % la capacidad para disminuir los riegos de inundación.

En la zona baja o ex planicie lacustre, el déficit calculado en superficie de lagunas de regulación es de un 150%, la falta de algunos tramos de colectores e interceptores del sistema de drenaje (principalmente en el sector oriente), las contrapendientes inducidas por los hundimientos del subsuelo en túneles y el Gran Canal y el mantenimiento de la red, le restan operatividad al conjunto del sistema contra inundaciones.

2.6. Problemática hidráulica en el Estado De México⁵

En el Estado de México se genera un caudal del orden de 32.17 m³/seg. de aguas residuales, que se producen de la siguiente manera: 25.01 en la cuenca del Valle de México- Pánuco (77.72%); 5.58 en la cuenca del Lerma-Chapala-Santiago (17.35%) y 1.58 en la del Balsas (4.93%). En conjunto, 81.6% de las viviendas de la entidad cuentan con drenaje.

En las zonas urbanas se observa la mayor atención mientras que en las rurales la infraestructura sanitaria es escasa. Cabe señalar que la insuficiencia o carencia de la infraestructura sanitaria en las zonas metropolitanas de la entidad, ha constituido uno de los factores que inciden en mayor vulnerabilidad a riesgos por inundación. Se presentan problemas de contaminación por falta de tratamiento de las descargas industriales y domésticas y su reuso es limitado: sólo se recicla el 10% de lo que se consume.

A la fecha, la Entidad cuenta con 97 sistemas de tratamiento construidos, cuya capacidad instalada es de 7.55 m³/seg. y de operación 5.14 m³/s, equivalente a una cobertura de tratamiento del 22.23%. Del total de sistemas el 30% se ubica en la cuenca del Lerma- Chapala-Santiago, el 60% en la del Panuco y un 10% en la del Balsas.

Si bien, se ha incrementado el tratamiento de las aguas residuales tanto en el D.F. como en los municipios conurbados del Estado de México; el volumen tratado es sólo del 5% que se utiliza sobre todo para el riego de áreas verdes y algunas tierras de cultivo, así como para el mejoramiento de algunos cuerpos de agua, como es el caso del ex - lago de Texcoco.

A pesar de los avances logrados, estos sistemas resultan insuficientes, además de que no se cuenta con tecnología adecuada que permita la reutilización de las aguas tratadas y una reducción significativa de los altos grados de contaminación de los recursos hidrológicos de la entidad.

2.7. Problemática hidráulica Delegacional

Las delegaciones que cercanas al municipio de Nezahualcóyotl son: Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa. En los cuales se presentan distintos problemas de drenaje y agua residual.

2.7.1. Gustavo A. Madero⁶

- Drenaje

El 5 por ciento de la delegación (localizada en las partes altas de Cuauhtepc) no cuenta con infraestructura de drenaje, por lo que las descargas se realizan directamente al terreno natural, propiciando así, focos de infección para los propios habitantes del lugar, y posteriormente para el acuífero de la región.

⁵ Plan Estatal De Desarrollo Urbano

⁶ Plan De Acciones Hidráulicas Gustavo A. Madero: Apartados 5.2, 5.3

Otro problema que afecta a la delegación son los encharcamientos, generados por el azolvamiento de las tuberías y la existencia de contrapendientes en la red, a causa de los hundimientos regionales y diferenciales sufridos por el terreno.

- Agua residual tratada

La delegación Gustavo A, Madero presenta problemas mínimos en la producción y abastecimiento de agua residual tratada.

La planta de tratamiento San Juan de Aragón opera al 55 por ciento de su capacidad, esto ocasionado por las fallas estructurales de los tanques sedimentarios debido a los hundimientos diferenciales y regionales sufridos por el terreno; este mismo problema también afecta a los tanques de almacenamiento de agua tratada, cuya capacidad de diseño es de 14,000 m³ cuando la real es sólo de 6,000 m³.

Por otro lado, aún existen zonas que carecen de infraestructura de agua tratada, por lo que su abastecimiento se realiza por medio de carros tanque alimentados por las garzas localizadas en las plantas de tratamiento Acueducto de Guadalupe y San Juan de Aragón.

2.7.2. Venustiano Carranza⁷

- Drenaje

Aun cuando la delegación cuenta con un nivel de cobertura en infraestructura de drenaje del 100 por ciento, se presentan problemas de encharcamientos con tirantes considerables, esto ocasionado por la antigüedad de la red, azolve de coladeras y el dislocamiento de tubería debido a la construcción de las instalaciones del metro y los asentamientos diferenciales y regionales sufridos por el terreno; además se presenta constantemente la acumulación de azolve y basura en las tuberías y sus accesorios pluviales.

Como parte importante del sistema de drenaje se encuentra el sistema de drenaje profundo, cuyas instalaciones dentro de la delegación también han sido consideradas en este estudio.

La principal forma de sacar las aguas negras de la delegación es mediante plantas de bombeo, mismas que requieren mantenimiento constante para su buen funcionamiento.

- Agua residual tratada

La delegación Venustiano Carranza no cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, por lo que el caudal que utilizan para el riego de sus áreas verdes que proviene de las plantas de tratamiento Ciudad Deportiva y San Juan de Aragón; asimismo, existen áreas verdes que aún no tienen instalada red de distribución, por lo que tienen que ser regadas mediante carros tanque que se abastecen de las plantas de tratamiento antes mencionadas.

Además, existen zonas habitacionales e industriales que representan usuarios potenciales para usar caudales de agua tratada en el riego de sus áreas verdes o algunos procesos industriales.

⁷ Plan De Acciones Hidráulicas Venustiano Carranza: Apartado 5.2

2.7.3. Iztacalco⁸

- Drenaje

No obstante que la delegación Iztacalco cuenta con una cobertura de infraestructura de drenaje del 100 por ciento, existen algunas deficiencias en la prestación del servicio.

En general, el sistema se ha visto afectado por el constante hundimiento del subsuelo en las zonas arcillosas, este fenómeno ocasiona el dislocamiento y contrapendientes de los colectores que integran la red. Aunado a esto se encuentra el azolvamiento de algunas estructuras importantes, trayendo como consecuencia la creación de encharcamientos en algunas zonas de la delegación. Otra de las situaciones que contribuye a la generación de encharcamientos es el caso del Río Churubusco, conducto principal de la delegación, el cual recorre con pendientes mínimas los últimos tramos antes de su descarga, hecho que provoca que los colectores que desalojan sus aguas en él, al no hacerlo libremente, sufran remansos y reduzcan la eficiencia de su funcionamiento hidráulico.

- Agua residual tratada

Existen industrias aisladas y pequeños parques y jardines que al no contar con red de distribución de agua residual tratada, son abastecidos a través de carros tanque, lo que incrementa notablemente los costos de operación.

En la delegación Iztacalco el desarrollo de la infraestructura para el tratamiento y reúso de agua residual ha sido lento y por esta razón, aún existen zonas importantes que en el mediano plazo podrían ser abastecidas a través de red.

2.7.4. Iztapalapa⁹

- Drenaje

Los servicios de drenaje en Iztapalapa, tienen que afrontar y resolver diversos problemas, tales como:

Falta de infraestructura de drenaje en zonas de reciente creación para dar salida a las aguas generadas en la región; lo cual provoca una concentración rápida de las aguas pluviales.

Los encharcamientos inciden principalmente en las partes bajas de los alrededores de las elevaciones de la delegación.

Debido al crecimiento urbano delegacional, la infraestructura de drenaje con que se cuenta es compleja haciendo de su operación y mantenimiento un trabajo continuo, como en el caso de los canales.

- Agua residual tratada

El problema en este rubro se debe a la infraestructura de líneas de distribución, ya que actualmente existen zonas que son abastecidas a través de carros tanque, lo que incrementa el costo del servicio.

⁸ Plan De Acciones Hidráulicas Iztacalco, Apartados 5.2, 5.3

⁹ Plan De Acciones Hidráulicas Iztapalapa, Apartados 5.2, 5.3

Para estas problemáticas que presentan las delegaciones cercanas al municipio de Nezahualcóyotl los planes de desarrollo hidráulico de cada una de las delegaciones optaron y por las siguientes alternativas de solución a los diferentes problemas que presentan.

2.8. Obras de infraestructura para resolver la problemática delegacional

2.8.1. Gustavo A. Madero¹⁰

- Drenaje

Suministro del servicio de drenaje son las siguientes:

- a) Definir e implantar formas alternas de saneamiento en las zonas que carezcan de infraestructura de drenaje.
- b) Incrementar la infraestructura para el saneamiento y desalojo de los caudales generados, principalmente en la época de lluvias.

Se definieron las siguientes líneas de acción:

- a) Desarrollar formas alternativas de tratamiento de agua residual en las áreas que no podrán ser incorporadas en el mediano plazo al sistema de drenaje.
- b) Realizar las ampliaciones de infraestructura, básicamente de colectores y redes secundarias, que contribuyan a desalojar de manera más oportuna los caudales de agua residual y pluvial que se generan en la delegación.
- c) Concluir la construcción de colectores marginales en la parte alta de la delegación para terminar el programa de saneamiento de cauces y barrancas del Distrito Federal.
- d) Construir drenaje separado en aquellos sitios en esto es factible.
- e) Continuar en forma permanente los programas de desazolve en redes y ríos.

- Agua residual tratada

De acuerdo con la identificación de zonas que requieren del suministro de agua residual tratada se propone el crecimiento de infraestructura de redes de distribución, a mediano plazo.

2.8.2. Venustiano Carranza¹¹

- Drenaje

Continuar desalojando en forma adecuada las aguas residuales y pluviales que se generan tanto en la delegación como en sus zonas tributarias.

¹⁰ Plan De Acciones Hidráulicas Gustavo A. Madero, Apartados 6.2,6.3

¹¹ Plan De Acciones Hidráulicas Venustiano Carranza, Apartados 6.2,6.3

Por lo que respecta a las líneas de acción que se refieren exclusivamente al suministro del servicio de drenaje, es necesario:

- a) Continuar en forma permanente los programas de desazolve
- b) Realizar trabajos de mantenimiento preventivo en las plantas de bombeo
- c) Realizar trabajos de rehabilitación en instalaciones del sistema de drenaje profundo
- d) Realizar trabajos de sustitución de tuberías viejas y deterioradas que se encuentren obstruidas por azolve

- Agua residual tratada

- a) Implantar los mecanismos e incentivos necesarios para que las industrias traten el agua residual y la reúsen.
- b) Lograr un mayor aprovechamiento del agua de lluvia.

En lo concerniente al sistema de tratamiento y reuso del agua residual, dado el acelerado crecimiento urbano, se plantea incrementar el caudal suministrado y extender la cobertura del servicio, para lo cual es necesario:

- a) Concluir la sustitución de agua potable por agua residual tratada, principalmente en el riego de áreas verdes, usos comerciales y algunos procesos industriales, así como la implantación de la legislación e incentivos fiscales que obliguen al empleo de esta agua en aquellos procesos en donde no se requiera de calidad potable.
- b) Implantar un sistema eficiente y permanente de monitoreo que permita evaluar a las industrias con base en el tipo y características del agua vertida a las redes, para orientarlas hacia el reúso y eliminar las descargas adversas.
- c) Diseñar e implantar zonas de reúso para facilitar la administración y la correcta utilización de los recursos asignados para la diversificación de los usos del agua residual tratada.

De acuerdo con la identificación de zonas que requieren del suministro de agua residual tratada se propone el crecimiento de infraestructura de redes de distribución, a mediano plazo.

2.8.3. Iztacalco¹²

- Drenaje

Por lo que respecta al suministro del servicio de drenaje es continuar desalojando en forma adecuada las aguas residuales y pluviales que se generan tanto en la delegación como en sus zonas tributarias.

Por lo que respecta a las líneas de acción que se refieren exclusivamente al suministro del servicio de drenaje, es necesario:

- a) Concluir la construcción del drenaje profundo a fin de desalojar de manera más oportuna los caudales de agua residual y pluvial que se generan en la delegación y sus zonas tributarias.
- b) Continuar en forma permanente los programas de desazolve.

¹² Plan De Acciones Hidráulicas Iztacalco, Apartados 6.2,6.3

- Agua residual tratada

Para contribuir a resolver la problemática se han definido y se están implantando las siguientes políticas:

- a) Implantar los mecanismos e incentivos necesarios para que las industrias traten el agua residual y la reúsen.
- b) Lograr un mayor aprovechamiento del agua de lluvia.

En lo concerniente al sistema de tratamiento y reúso del agua residual, dado el acelerado crecimiento urbano, se plantea incrementar el caudal suministrado y extender la cobertura del servicio, para lo cual es necesario:

- a) Concluir la sustitución de agua potable por agua residual tratada, principalmente en el riego de áreas verdes, usos comerciales y algunos procesos industriales, así como la implantación de la legislación e incentivos fiscales que obliguen al empleo de esta agua en aquellos procesos en donde no se requiera de calidad potable.
- b) Implantar un sistema eficiente y permanente de monitoreo que permita evaluar a las industrias con base en el tipo y características del agua vertida a las redes, para orientarlas hacia el reuso y eliminar las descargas adversas.
- c) Diseñar e implantar zonas de reuso para facilitar la administración y la correcta utilización de los recursos asignados para la diversificación de los usos del agua residual tratada.

De acuerdo con la identificación de zonas que requieren del suministro de agua residual tratada se propone el crecimiento de infraestructura de redes de distribución, a mediano plazo.

2.8.4. Iztapalapa¹³

- Drenaje

Con lo que respecta al suministro del servicio de drenaje es continuar desalojando en forma adecuada las aguas residuales y pluviales que se generan tanto en la delegación como en sus zonas tributarias.

Por lo que respecta a las líneas de acción que se refieren exclusivamente al suministro del servicio de drenaje, es necesario:

- a) Llevar a cabo la construcción del drenaje profundo a fin de desalojar de manera más oportuna los caudales de agua residual y pluvial que se generan en la delegación.

- Agua residual tratada

De acuerdo con la identificación de zonas que requieren del suministro de agua residual tratada se propone el crecimiento de infraestructura de redes de distribución, a mediano plazo.

¹³ Plan De Acciones Hidráulicas Iztapalapa, Apartados 6.2,6.3

2.9. Problemática hidráulica Municipal

2.9.1. Ecatepec de Morelos¹⁴

- **Infraestructura sanitaria.**

Aunque la mayor parte del alcantarillado es de tipo sanitario y no tiene la capacidad para el desalojo de aguas pluviales, se estima que el volumen desalojado es de 3,526.9 lts/seg. Las aguas negras y pluviales generadas en el municipio se canalizan hacia los cauces del Gran Canal, Río de los Remedios, Canal de Sales y Canal de la Draga a través de 25 cárcamos de bombeo y de colectores que descargan por gravedad con diámetros de hasta 3.05 metros.

La red regional de drenaje y alcantarillado, que atraviesa al municipio, esta conformada por los cauces a cielo abierto del Canal de Sales y El Gran Canal, que forman parte del sistema metropolitano para desalojar las aguas servidas del Distrito Federal y de otros Municipios.

La red primaria esta integrada por colectores extendidos en la mayor parte del Municipio, que descargan sin previo tratamiento a los cauces de Canal de Las Sales y Gran Canal.

Los hundimientos de la Zona V de Ecatepec han provocado fracturas y fallas en su sistema de alcantarillado, que aunado a la saturación del sistema, provoca inundaciones en época de lluvias; las colonias mas afectadas por este hecho son: C.T.M. XIV, Sagitario I, La Florida, Petroquímica Ecatepec, Alborada, Ciudad Amanecer, Nueva Aragón, Quinto Sol, Novela Mexicana, INDECO Santa Clara, Campiña de Aragón, Valle de Santiago, Ciudad Azteca, Josefa Ortiz de Domínguez y La Florida Ciudad Azteca.

En las zonas aledañas a la Sierra de Guadalupe no se cuenta con drenaje pluvial, por lo que el desalojo se realiza por cauces y barrancas, aquí el problema son los asentamientos que se encuentran ubicados a ambas lados de las cañadas, las cuales están en riesgo por las velocidades que toman estas corrientes, aunado a que contribuyen a formar taponamientos y contaminación en las mismas, provocando inundaciones en las zonas de Xalostoc, Cerro Gordo, Tulpetlac, Nuevo Laredo, Cabecera Municipal, la Vía Morelos y la Vía López Portillo.

Los principales cauces se ubican en Santo Tomás y Santa María Chiconautla, Barranca de Tulpetlac, Barranca de Caracoles y Barranca de San Andrés de la Cañada. En esta última se han construido represas para aumentar el tiempo de concentración del agua bronca.

Un problema muy serio es la inundación en época de lluvias de las alcantarillas de la Autopista México–Pachuca en las zonas de Xalostoc, Cerro Gordo, Tulpetlac y San Carlos, mismas que operan como pasos vehiculares de la zona poniente hacia el distrito Xalostoc– Jajalpa-Tulpetlac, dejando prácticamente incomunicado al distrito poniente del resto del municipio.

¹⁴ PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO. Apartados: 2.4.1, 2.4.2

Se han llevado a cabo diversas obras con el fin de mitigar parcialmente el problema de las inundaciones en el municipio, de estas destacan por su importancia:

- a) Colector y Cárcamo de Bombeo Carlos B, Zetina.
- b) Colector y Cárcamo Av. Central – Ejidos.
- c) Colector La Costeña.
- d) Colector Nuevo Laredo.
- e) Obras de captación pluvial en el Colector Ejidos.
- f) Obras de captación pluvial en el Colector Nuevo Laredo.
- g) Obras de captación en Cabecera Municipal.
- h) Colector Tres Barrancas.

Es necesario reforzar la capacidad de desalojo para lo cual será necesario la elaboración de obras tales como:

- a) Túnel semiprofundo Gran Canal.
- b) Rectificación del Drenaje General del Valle Cuautitlán Texcoco, tramo Ecatepec.
- c) Sistema de colectores y plantas de bombeo en Zona V de Ecatepec.
- d) Sistema de colectores y plantas de bombeo en Zona La Laguna.
- e) Sistema de colectores en la Zona Poniente del Municipio.

2.9.2. Nezahualcóyotl¹⁵

- Infraestructura Sanitaria

La dotación del servicio presentó en el periodo comprendido de 1980 al 2000, una cobertura creciente, ya que en 1980 el sistema de drenaje cubrió el 95% de las viviendas registradas, cifra que aumento 1.82 puntos porcentuales en la siguiente década al ubicarse en 97.61% del total, para posteriormente establecerse en 99.43% en el año de 1995, y finalmente en el año 2000 se tiene una cifra de 99.80% lo cual permite observar que no existe un rezago significativo, el déficit mínimo que se presenta, puede ser variable con la presencia y crecimiento de los asentamientos irregulares existentes en el municipio.

Para el desalojo de las aguas servidas del Municipio de Nezahualcóyotl se cuenta con el río de los Remedios, río Churubusco, Canal de Compañía, Dren Bordo de Xochiaca. Dentro del lago de Texcoco se construyó el Dren General del Valle, el cual parte del río de La Compañía en el puente Xochiaca, con un desarrollo aproximado de 18 Km. hasta su descarga en el Gran Canal de Desagüe, a través del canal de la Draga. Recibe las aportaciones del canal de La Compañía, los drenes de Chimalhuacán I y II, el dren Xochiaca, las aportaciones de los lagos de Regulación Horaria y Churubusco y del dren perimetral.

El canal de la Compañía drena la parte oriente del Valle de México, desde su origen en las Sierras Nevadas y río Frío hasta su descarga al dren General.

¹⁵ PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO.
Apartados: 2.4.1, 2.4.2

El dren natural de la zona sureste de la ZMVM, es el río de La Compañía, el cual esta formado por el Canal General y el río Miraflores, este a su vez lo conforman los ríos san Francisco y San Rafael. Descarga a lo largo de Texcoco y drena los municipios de Chalco, Ixtapaluca y Nezahualcóyotl.

Con respecto a la infraestructura sanitaria y pluvial del municipio, esta se compone de:

- a) Colectores que presentan diámetros que van desde 107 cm. a 244 cm.; y conducen las aguas residuales y pluviales hacia las plantas de bombeo (cárcamos).
- b) Los subcolectores presentan un diámetro entre 45 cm 91 cm; estos subcolectores conducen las aguas negras y pluviales a los colectores principales.
- c) Las atarjeas, identificadas como tuberías de concreto simple de 30 a 38 cm de diámetro, conducen las aguas negras de las descargas domiciliarias a los subcolectores.

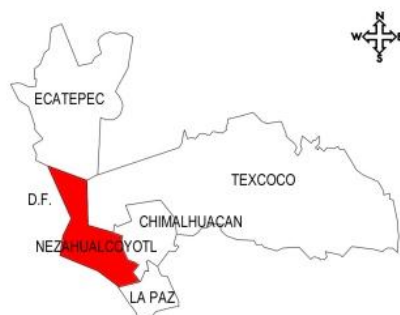
En los municipios conurbados del Estado de México se dispone aproximadamente de 122 plantas de bombeo, de las cuales Diez se ubican en el municipio de Nezahualcóyotl. Estas plantas deben operar todo el año, en época de estiaje para desalojar las aguas residuales, y durante la época de lluvias, para dar mayor flexibilidad a la operación del sistema de desagüe, sin embargo su funcionamiento permanente depende del mantenimiento y las políticas establecidas por el Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ODAPAS), así como de la disponibilidad de recursos técnicos, humanos y financieros.

Tales plantas se construyeron hace más de 20 años, utilizándose hasta la fecha para el para el bobeo las aguas negras a los Ríos de la Compañía, Churubusco y de los remedios.

Además existe una planta de bombeo (pozo indio) y una planta generadora eléctrica (diesel), que al igual que los cárcamos, es auxiliar para el bombeo de las aguas negras del Municipio y se localizan en la zona norte de la Colonia Plaza Aragón.

Así mismo, el municipio cuenta con una planta para el tratamiento de aguas negras con una capacidad de 210 l/p/s, los cuales se utilizan principalmente para el riego de las áreas verdes del municipio.

A lo largo del Bordo de Xochiaca, en el tramo de la Colonia El Sol y Av. Carmelo Pérez, existe una red de riego ecológica con una tubería de pvc de 3 pulgadas de diámetro y una longitud de 3,940 mts.



5. Municipios cercanos a Nezahualcóyotl

2.10. Infraestructura para atender los problemas hidráulicos del Valle de México

2.10.1. Túnel Emisor Oriente (TEO)¹⁶

El proyecto integral para el agua más importante de la historia en México.

La CONAGUA encabeza el programa que beneficiará a 20 millones de personas en el valle de México.

Aliviara la sobre explotación de los acuíferos, ampliara la capacidad de drenaje, saneara las aguas residuales, son algunos de los objetivos.

El "TEO", amplía la capacidad de drenaje actual y previene graves inundaciones. La construcción del Túnel Emisor Oriente (TEO), permitirá ampliar el sistema de drenaje profundo y evitará graves inundaciones en el Distrito Federal.

El Programa de Sustentabilidad Hídrica además contempla la construcción de varias plantas de tratamiento de aguas residuales; pero la más importante, estará ubicada en Atotonilco de Tula, Hidalgo. Esta planta beneficiará a 700 mil personas en el Valle del Mezquital, al sanear el 60% de las aguas residuales del Valle de México. Tendrá la capacidad para tratar 35 metros cúbicos de aguas residuales por segundo: en épocas de estiaje 23 metros cúbicos por segundo, y en épocas de lluvias, 12 metros cúbicos por segundo, adicionales.

En conjunto, las plantas de tratamiento que se construyan, tratarán casi totalmente las aguas residuales de la cuenca del Valle de México. El Túnel Emisor Oriente y la Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco, son dos magnas obras de ingeniería a nivel internacional, cuyos beneficios sociales serán palpables en desarrollo sustentable, ecología, salud, infraestructura hídrica y generación de empleo. Para el Programa de Sustentabilidad Hídrica se estima una inversión de 39 mil 334 millones de pesos y se planea ejercer de manera compartida entre el Gobierno Federal, las entidades federativas y el sector privado.



6. Mapa del Túnel Emisor Oriente

¹⁶ www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/tunelemisororiente.aspx

El Túnel Río de la Compañía, una obra relevante finalizada en 2009. Tiene una longitud aproximada de 6.7 kilómetros, 5 metros de diámetro, seis lumbreras, y una capacidad de desalojo de hasta 40 m³/s. Inicia a 20 m. de profundidad y alcanza 31 m. en la lumbrera 4. Su operación contribuye a resolver la problemática de inundaciones en el tramo más crítico del Canal de La Compañía.

La Zona Metropolitana del Valle de México está constituida sobre una cuenca cerrada, que originalmente formaba un sistema lacustre integrado por cinco grandes lagos: Texcoco, Xaltocan, Zumpango, Xochimilco y Chalco.

En época de lluvias estos lagos se convertían en uno solo de dos mil kilómetros cuadrados de superficie. Esta condición explica las periódicas inundaciones que desde la fundación de Tenochtitlán han enfrentado sus habitantes, así como la necesidad de construir importantes obras de drenaje para el control y desalojo de las aguas pluviales y residuales del valle.

A lo largo de la historia del Valle de México, los habitantes han tenido que lidiar con la temporada de lluvias para consolidar los asentamientos humanos, generando un inmenso trabajo para desviar artificialmente los ríos y aprovechar el recurso del agua.

Para resolver de fondo la problemática del sistema de drenaje es necesario construir un nuevo drenaje profundo: el túnel Emisor Oriente, de 62 kilómetros y siete metros de diámetro.

Esta monumental obra de ingeniería permitirá contar con una salida complementaria y alterna al Emisor Central, que abatirá el riesgo de inundaciones en la Ciudad de México y su zona conurbada y dará seguridad a 20 millones de habitantes. En temporada de lluvias, funcionará de manera simultánea con el actual drenaje profundo y, en época de secas, lo hará alternadamente para facilitar su mantenimiento.

El Túnel Emisor Oriente podrá conducir en promedio 150 metros cúbicos por segundo. Iniciará en la segunda lumbrera del túnel Interceptor del Río de los Remedios y continuará hasta su descarga total en el río El Salto, cerca del actual portal de salida del Emisor Central, en Hidalgo.

2.10.2. Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco¹⁷

El Túnel Emisor Oriente no sólo duplicará la capacidad de drenaje de la Cuenca del Valle de México, sino que conducirá las aguas residuales a la planta de tratamiento más grande del país que se va a construir en Portal de salida del Emisor Central Atotonilco de Tula, Hidalgo Atotonilco de Tula, Hidalgo, con capacidad para tratar 23 metros cúbicos por segundo. En todas las ciudades importantes de los países desarrollados, el nivel de tratamiento de las aguas residuales es superior al 90%, mientras que en el Valle de México sólo se trata el 6%.

Por ello, después de un siglo de verter más de 725 millones de metros cúbicos anuales de aguas negras en Hidalgo, con una carga contaminante por año de más de 180 mil toneladas de sólidos suspendidos totales (SST) y otra cantidad igual de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), se construirá esta planta, la cual es la mayor de un conjunto de otras cinco: Guadalupe(0.5 m³/s), Berriozábal (2 m³/s), El Cristo(4 m³/s), Zumpango (4 m³/s) y Nextlalpan(9 m³/s).

¹⁷ www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/ptaratotonilco.aspx

La localización de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) obedece a que las aguas negras del Valle de México descargan en Atotonilco de Tula, además de que será factible que los distritos de riego de la región aprovechen las aguas tratadas que hoy utilizan sin tratamiento.

Esta obra será de gran beneficio para los hidalguenses, ya que mejorará las condiciones sanitarias de la población y permitirá utilizar agua tratada en la agricultura conservando los nutrientes de las aguas residuales y eliminando los contaminantes, además de facilitar la tecnificación de los sistemas de riego y la producción de cultivos de mayor valor agregado.

En otras entidades federativas se van a construir grandes plantas de tratamiento con la participación conjunta de la Federación y los gobiernos locales, que contemplan modernos esquemas de financiamiento y aseguran su viabilidad económica. Destacan entre ellas las dos de la zona conurbada de Guadalajara, Jalisco, que por su capacidad conjunta de 10.8 metros cúbicos por segundo serán las mayores después de las del Valle de México.

La planta de tratamiento de aguas residuales más grande del país, se construye en el municipio de Atotonilco de Tula, Hidalgo. Tendrá capacidad para tratar 23 metros cúbicos por segundo durante el estiaje (mediante proceso convencional) y un modulo adicional (mediante proceso físico-químico) para tratar 12 metros cúbicos por segundo en época de lluvias.

Esta obra será de gran beneficio para los hidalguenses, ya que mejorará las condiciones sanitarias de la población y permitirá utilizar agua tratada en la agricultura (conservando los nutrientes de las aguas residuales pero eliminando los contaminantes), además de facilitar la tecnificación de los sistemas de riego y la producción de cultivos de mayor valor agregado. La localización de esta planta obedece a que las aguas negras del Valle de México descargan en el municipio de Atotonilco de Tula, donde también comienzan los distritos de riego de la región, por lo que será posible el aprovechamiento de las aguas tratadas que actualmente son utilizadas en la agricultura sin ningún proceso de limpieza.

El agua tratada tendrá dos destinos: el Canal Salto Tlamaco para riego agrícola y el Río El Salto de cuyo cauce se derivan algunos canales de riego, en particular el Canal Viejo Requena, que descarga sus gastos excedentes en la presa Endhó. Con el procesamiento de las aguas sucias se beneficiará a 700 mil personas del Valle del Mezquital, de las cuales 300 mil habitan en zonas de riego. Además, durante la construcción se generarán 8, 880 empleos directos y 7, 820 indirectos.

Si bien la planta podrá procesar hasta 35 metros cúbicos por segundo debido a las técnicas de saneamiento que serán empleadas durante su operación, será factible, en épocas de lluvia, soportar un pico de hasta 20% más, llegando así a 42 metros cúbicos. El tratamiento de las aguas residuales se hará a través de un Tren de Procesos Convencionales (TPC), durante estiaje y en época de lluvias se usará un Tren de Procesos Químicos (TPQ) para tratar los excedentes de agua.

Además de los beneficios sociales que se generarán con la operación de la planta de tratamiento se aprovechará el contenido energético de los lodos y se convertirá el gas metano en energía eléctrica.



7. Esquema Planta de tratamiento de Atotonilco

Con el aprovechamiento del metano se pretende que la planta tratadora sea autosuficiente en sus necesidades de electricidad. También incluye la remoción y disposición final de los lodos y biosólidos que se generen en la misma, así como la construcción de una planta de cogeneración

2.11. Tipo de Suelo y Problemática¹⁸

En la zonificación de la Ciudad de México se distinguen tres zonas de acuerdo al tipo de suelo:

- Zona I, firme o de lomas: localizada en las partes más altas de la cuenca del valle, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.
- Zona II o de transición: presenta características intermedias entre la Zonas I y III.
- Zona III o de Lago: localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas.

La FES- Aragón se localiza en la zona III por eso es que es común encontrar problemas como lo son los sismos y los hundimientos diferenciales.

Un problema grave que repercute en las redes de abastecimiento de agua potable, en el sistema de drenaje urbano y en general en las construcciones del área urbanizada de la ZMCM, son los hundimientos del suelo, provocado por la sobre explotación de los seis acuíferos utilizados para abastecer de agua potable a los usuarios.

Los hundimientos diferenciales han presentado dos fases diferentes, en el subsuelo de la ZMCM. En la primera, el Centro de la Ciudad de México presentó durante el periodo 1,900-1,950

Posteriormente, en la segunda fase, a partir de la segunda mitad del siglo XX, al aumentar la demanda del agua, se inició la perforación acelerada de pozos profundos en los seis acuíferos localizados en la Cuenca del Valle de México.

Los hundimientos regionales medios anuales han sido muy variables en las zonas donde se localizan los acuíferos. En el periodo 1,950-1,980, los hundimientos medios anuales alcanzaron valores de 30 a 50 cm y posteriormente, en áreas muy localizadas, los hundimientos han superado los 100 cm, en especial en las vías de comunicación y en las edificaciones de varios niveles.

El Lago de Texcoco vaso regulador de los escurrimientos durante la temporada de lluvias y reserva natural de aves migratorias, ha experimentado hundimientos considerables a lo largo del tiempo.

El Gran Canal del Desagüe desalojaba fácilmente las aguas residuales de la ciudad a principios de 1900. La Ciudad de México tenía una pendiente natural donde el Canal conducía 90m³/seg. Con el paso del tiempo se modificó su funcionamiento hidráulico debido a los hundimientos regionales del subsuelo y por la sobre explotación de los mantos acuíferos del Valle de México. Mientras la capital se hundía por esta situación, el Canal disminuyó su pendiente y la capacidad de

¹⁸ www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/rsvm/zona-valle.jsp

desfogue se redujo a menos de 10 por ciento en los siguientes 90 años.

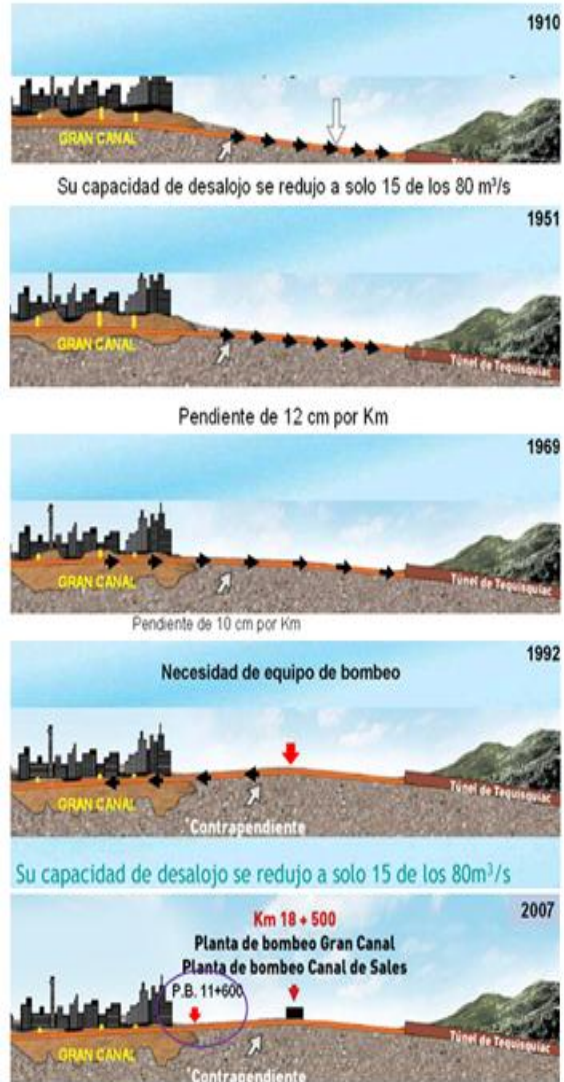
Es así que el Gran Canal, de 90m³/s que tenía en su capacidad original, en la actualidad se redujo a menos de 7m³/s.

El diagnóstico señaló además, que se rebasó la vida útil de diversos componentes del sistema de drenaje, persistían cargas de aguas residuales sin control a cauces y barrancas y la erosión de zonas deforestadas generaron gran cantidad de azolve que es arrastrado al sistema de drenaje.

Por ello, para restituir la capacidad hidráulica de desalojo, el Gobierno de la Ciudad construyó la Planta de Bombeo Gran Canal, localizada en el kilómetro 18+500 en zona federal del municipio de Ecatepec, Estado de México y que amplía hasta 40m³/s su capacidad hidráulica.

Esta planta está construida en una superficie de 9 mil 874 m² de terreno 70 por ciento lo ocupa la planta y sus edificios, el 10 por ciento de áreas verdes y el 20 por ciento de cauce.

Los hundimientos diferenciales han sido un gran problema, ya que a lo largo de los años a provocado que se hunda gran parte del valle de México trayendo como consecuencia contrapendientes en los sistemas de alcantarillado y agua potable, así como también a traído problemas de dislocamiento del drenaje, trayendo como consecuencias el encharcamiento en diferentes zonas del Valle de México.



8. Hundimientos diferenciales a través de los años

2.12. Reportajes sobre la problemática hidráulica en Nezahualcóyotl

2.12.1. MILENIO¹⁹

- LAURO GARCÍA MARTÍNEZ 08/09/2013

Continúan inundados con aguas negras afectados por tormenta en Neza

Varias familias sacan el agua de sus viviendas que alcanzó el metro de altura, al tiempo de intentar rescatar lo poco que les quedó. Instalan tres albergues, campamentos y brigadas de atención...

Nezahualcóyotl

A 48 horas de que un aguacero azotó con fuerza a tres municipios del oriente del Estado de México, este domingo muchos de los damnificadas continuaron inundados de aguas de drenaje.

Durante la mañana, familias completas desalojaban el agua de sus viviendas y calles, mientras que otros más trataban de rescatar lo poco que les dejó la tormenta.

En la colonia Reforma, una de 8 más afectadas, el agua permanecía estancada desde la calle Oriente 15 hasta la Oriente 20, en donde el agua supero el metro de altura dentro y fuera de las viviendas.



9. Fotografía de Calle de Neza Inundada

De acuerdo con las autoridades municipales y estatales, informaron que la precipitación pluvial del pasado viernes fue de 90 mililitros, algo sin precedentes en esta región.

El alcalde del municipio de Nezahualcóyotl informó que hasta el momento el 60% de la zona inundada ha sido atendida.

Los apoyos por parte de las autoridades municipales y del gobierno del Estado de México, para atender la emergencia continúan con cuadrillas de trabajadores para desalojar el agua en la zona afectada.

También se instalaron en este municipio tres albergues, campamentos y brigadas de atención médica.

¹⁹ www.milenio.com

- HERIBERTO SANTOS 09/09/2013

Bajo aguas negras, 200 casas en Neza

Afectados esperan que los gobiernos municipal y estatal los apoyen, aunque desde ayer iniciaron las labores para sacar el agua de las zonas anegadas por las lluvias del viernes.

Nezahualcóyotl

10 mil personas del municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México, que resultaron afectadas por la tromba que cayó el viernes pasado en el oriente del Valle de México, que ocasionó inundaciones en esta localidad y en los municipios vecinos de Los Reyes La Paz y Chimalhuacán, así como en la delegación Iztapalapa.

Autoridades municipales informaron que en otras siete colonias aledañas ya se desalojó el agua de las calles y viviendas, por lo que se iniciaron labores de limpieza y desinfección.

Las calles que aún permanecen anegadas son de Oriente 16 a Oriente 23, entre avenida Pantitlán y Norte 1, en la colonia Reforma.

LLOVIÓ 10 POR CIENTO DE LO QUE CAE EN UN AÑO: ALCALDE

Durante un recorrido por la zona de afectación, el alcalde Juan Zepeda Hernández informó que en total resultaron afectadas 2 mil 800 viviendas, donde viven unas 10 mil personas, de ocho colonias.

Manifestó que de acuerdo con estudios de los técnicos de los diversos organismos del agua, la tarde-noche del viernes pasado se presentó una precipitación de 90 milímetros por segundo, es decir “en dos horas cayó 10 por ciento de la precipitación pluvial que cae en todo el año en el Valle de México. Ante ello, no hay planeación, protocolos, drenaje y personal humano que puedan superarlo”.

Indicó que esta es la inundación más severa que se ha presentado en los 50 años de la fundación del municipio. Preciso que de las 2 mil 800 casas anegadas, mil 500 se localizan en la colonia Reforma: mil en Las Águilas y Ampliación Las Águilas; 200, en Loma Bonita, Manantiales, Nueva Santa Martha, y 100, en La Perla “calculamos unas 10 mil personas afectadas en mayor o menor medida”.

El edil perredista dijo que desde los primeros minutos de la contingencia se brinda una ayuda integral a los afectados. “Se les ha apoyado en reubicar los muebles para que no tuvieran pérdida total, sacamos pertenencias, gente enferma, adultos mayores y a los niños. En total, hicimos 750 viajes en lancha en esta zona, sacando a la gente o trayéndola a su domicilio”.

Además, dijo, se les está proporcionando alimento, agua embotellada, despensas, así como labores de limpieza y desinfección de viviendas.

Manifestó que se está realizando un censo en todas las áreas que estuvieron afectadas para tener claridad sobre las pérdidas de patrimonio.

“El censo no ha concluido, está en etapa de elaboración porque hasta hoy pudimos entrar a algunas calles.”

Informó que en la zona aún laboran unas mil 800 personas, mil 350 empleados del ayuntamiento y alrededor de 500 trabajadores más del gobierno estatal.

Estimó que la noche del domingo se logre desalojar toda el agua de las casas y calles, para que los vecinos puedan rehabilitar sus viviendas.

En el municipio vecino de Los Reyes La Paz, más de 800 viviendas resultaron inundadas, 350 casas con afectaciones en su interior y 520 en patios y cisternas, de acuerdo con autoridades estatales.

En Chimalhuacán, el ayuntamiento informó que alrededor de 100 domicilios resultaron afectados y que en 24 de ellos el agua subió a más de un metro de altura.

- ARTURO MORALES 10/10/2013

Padece nuevamente “Neza” con inundaciones

De acuerdo con informes de las autoridades 100 viviendas fueron afectadas. La población fue apoyada con bombas de sumersión para extraer y proveer agua.

Nezahualcóyotl

Habitantes del centro de Nezahualcóyotl, sufrieron nuevamente encharcamientos, en algunos casos de hasta 50 centímetros, debido a las lluvias que se registraron la noche del pasado miércoles. De acuerdo con informes de las autoridades 100 viviendas fueron afectadas.

“Fue una precipitación intensa que nos colapsó parte centro del municipio, aunque toda la noche estuvimos atentos a las zonas afectadas; en tanto que la tarde de este jueves, estamos con la brigada de reacción inmediata en la fase final que es auxiliar a los ciudadanos para desalojar las aguas de las viviendas que contaminaron muy probablemente sus cisterna”, informó el director del Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, (ODAPAS), Ricardo Xochicale.

La población fue apoyada con bombas de sumersión o llamados “becerros” para sacar el agua, desinfectar, proveerles agua potable, lavar calles y viviendas, abundó.

Entre las zonas encharcadas, se encuentran la avenida Pantitlán en su cruce con Sor Juana Inés de la Cruz, Adolfo López Mateos, Nezahualcóyotl y Riva Palacio. Asimismo calles donde el nivel cubrió las banquetas fueron: Biología y Ortografía de la colonia Las Palmas.

El funcionario añadió que el drenaje que opera en la zona centro del municipio tiene mayor rapidez, a diferencia de la zona de la colonia Reforma, “donde fueron afectadas familias a principio del mes de septiembre, incluso en esa esa ocasión, llovía de manera recurrente, aunque había avances en el retiro del agua y volvía a llover”.



10. Fotografía de Calle inundada en Neza

2.12.2. EL UNIVERSAL²⁰

- EMILIO FERNÁNDEZ 18 de septiembre 2012

Sufren 12 años de inundaciones sin ayuda en Neza

Las intensas lluvias que se presentaron la tarde-noche de este lunes anegaron decenas de viviendas de este municipio, cuyas familias sufrieron pérdidas materiales

NEZAHUALCÓYOTL, Méx.- Por la intensa lluvia que se registró la tarde-noche de este lunes decenas de viviendas y vialidades resultaron inundadas en el municipio.

Las avenidas Vicente Villada, Pantitlán y Nezahualcóyotl fueron las más afectadas por la precipitación pluvial que se registró alrededor de las 17 horas.

En la colonia Vicente Villada, el agua se introdujo a cerca de 20 hogares de la calle Santa Julia y Azcapotzalco, cuyos ocupantes sufrieron pérdidas materiales.

Los vecinos de esa comunidad han tenido que modificar sus viviendas para evitar que el agua se meta a sus hogares, "pero han venido los inspectores del ayuntamiento y nos cobran porque dicen que necesitamos licencia para construir cuando lo único que hacemos es colocar cadenas para evitar que el agua pase".

Pidieron ayuda de las autoridades para realizar la limpieza de su vivienda, patio y calle, ya que por lo general son los vecinos quienes tienen que organizarse para retirar el lodo.

"Ponemos el lodo en bolsas de plástico y esperamos a que se seque porque si no se seca los del camión de la basura no se lo quieren llevar", indicaron.

Las inundaciones se deben al mal funcionamiento del sistema de drenaje de la zona, ya que el nivel del agua no sube mientras llueve, sino después las aguas negras empiezan a brotar de las coladeras, expusieron.



11. Fotografía Sobre Inundación En Calles De Neza

- EMILIO FERNÁNDEZ 11 de septiembre 2012

Daños por inundaciones en Neza ascienden a 500 mdp

NEZAHUALCOYOTL, Méx.- el ayuntamiento informo que 5 mil familias de 12 colonias fueron afectadas por la inundación que se registro el viernes pasado con daños patrimoniales cercanos a los 500 millones de pesos.

En conferencia de prensa, el alcalde Perredista Juan Zepeda Hernández reconoció que cientos de familias perdieron todos sus enseres domestico y otras registraron daños menores.

²⁰ www.eluniversal.com.mx

La colonia reforma fue considerada por las autoridades locales como la “zona cero”, pues fue la comunidad donde se presentaron mayores afectaciones.

En esa colonia, de la calle Oriente 13 a oriente 27, el nivel del agua en las casas alcanzo metro y medio de altura, preciso el presidente municipal.

En la colonia Reforma, según el censo que elabora el ayuntamiento, mil 775 viviendas fueron afectadas por las lluvias el viernes pasado.

También sufrieron inundaciones las colonias La perla, Las Águilas, Ampliación Las Águilas, Nueva Santa Martina, Manantiales, Loma Bonita, Rey Neza, Constitución de 1857, Izcalli, Esperanza y San Agustín Atlapulco, entre otras.

Zepeda indico que en total fueron 9 mil 973 las casas dañadas por la tromba, de las cuales 4 mil tienen perdidas mayores y mil daños menores.

El gobierno municipal prometió entregar apoyos económicos a los damnificados por la inundación, pero aun no determinan el monto que se asignara a las familias afectadas.

La mañana de este martes, vecinos de la colonia Reforma bloquearon la avenida Chimalhuacán, frente al palacio Municipal, para exigir que se concluya un cárcamo cuya construcción inicio hace dos años por la Comisión del Agua del Estado de México.

Los residentes, quienes impidieron la circulación vehicular y del Mexibus, consideraron que al no concluirse ese proyecto hidráulico se agravaron los daños que sufrieron por la inundación del fin de semana pasado. Además exigieron a las autoridades locales apoyos económicos.

- EMILIO FERNÁNDEZ 11 de octubre 2013

Lluvia inunda siete colonias de Neza; pérdidas, en 100 viviendas

NEZAHUALCÓYOTL, Méx.- Agua Azul es el nombre de la colonia, pero aquí el color es verdoso, turbio y aunque para algunos vecinos el color es lo de menos, lo que más les preocupa es el olor que despide el líquido que se concentro en varias calles la noche del miércoles.

La segunda lluvia más copiosa de la temporada que se registra en Nezahualcóyotl ocasiono problemas en por lo menos siete colonias.

Metropolitana, en sus tres secciones, Agua Azul, Evolución Ampliación Vicente Villada y una parte de la Benito Juárez fueron las comunidades donde más agua se concentró.

No fueron tan graves los daños que se presentaron esta vez como los que provoco el 6 de septiembre pasado una tromba que genero la inundación más grave en los 50 años de historia del municipio, pero suficiente para dejar a dormir a decenas de familias de la zona centro de Neza.

En dos horas, de las 19 a las 21, principalmente, llovió 50 milímetros por segundo, según las mediciones de las autoridades locales.

El 6 de septiembre, cuando más de 5 mil familias de 12 colonias sufrieron daños, el volumen de agua que cayó en Neza fue superior a los 90 milímetros por segundo.

El alcalde de Nezahualcóyotl, Juan Zepeda Hernández, informo que según el recuento del gobierno municipal 25 calles fueron las mas afectadas y 100 viviendas registraron pérdidas.

Señalo el ayuntamiento no tiene contemplado por ahora dar ayudas económicas, pero dijo en caso necesario analizaran el tema.

- MARIANA LEÓN MEDINA Y EMILIO FERNÁNDEZ 3 de julio 2011

Declaran en desastre a zonas de Neza y Ecatepec

Pasaron más de 48 horas del desbordamiento del río de los Remedios y ni el gobierno federal, ni el del estado de México dieron a conocer cuantas colonias y casas de Ecatepec, el municipio más afectado, continuaba hasta ayer bajo las aguas negras.

La Secretaria de gobernación emitió una declaración de Desastre Natural para los municipios de Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl, en el Estado de México, con lo cual la entidad contara con accesos al fondo de Desastres Naturales (Fonden).

Durante la sesión del comité de evaluación de daños, el representante del sector hidráulico federal presento una solicitud de recursos por la cantidad de 46.3 millones de pesos de apoyo parcial inmediato, para la construcción de bordos en el río de Los Remedios, colocación de agujas de concreto, desazolve y limpieza del túnel de los Remedios y abatimiento de niveles de inundación a base de bombeo, entre otras.

Esta declaratoria se da después de las lluvias torrenciales que azotaron a la entidad que provocaron el desbordamiento del río de Los Remedios.

Al término de la instalación del Comité de Evaluación de daños del Fonden, integrado por funcionarios federales y del gobierno del Estado de México responsables de los sectores afectados- carretero, infraestructura urbana, hidráulica, salud, vivienda, educativo y residuos solidos- se tomo la decisión de elevar a este rango las afectaciones en el estado. El comité deberá evaluar los daños y cuantificar los recursos necesarios para su recuperación.

Autoridades mexiquenses manifestaron su interés en acceder a los recursos del Fonden a traves de la figura de Apoyos Parciales Inmediatos, a fin de atender los aspectos prioritarios, como la limpieza y saneamiento de las viviendas, centros de salud y calles afectadas; reparación de infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como la habilitación provisional de las vías primarias de comunicación. Se espera que acciones de reparación y limpieza se ejecuten los próximos días.

El organismo local de agua de Ecatepec estimo que en 95% de las 35 colonias descendió el nivel de las aguas residuales. El gobierno federal ofreció a los vecinos que quieran sanear ellos mismos sus bienes, un programa de empleo temporal por medio del cual se les pagara por dos semanas, 14 días de salario mínimo

2.13. Proyecto PUMAGUA en la FES-Aragón²¹

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



12. Logo del Programa PUMAGUA

Villarreal, Coordinador General del Programa, en la que destacó las ventajas y resultados que se han obtenido en su implementación en Ciudad Universitaria.

²¹ Informe De Avances, Resumen Ejecutivo PUMAGUA 2010, Programa De Manejo Y Reuso Del Agua En La UNAM

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.

2.13.1. 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.

2.13.2. Cultura del Agua

Con el Objetivo de Sensibilizar y concientizar a la comunidad de la FES Aragón sobre el uso y reuso del agua mediante actividades académicas, artísticas y culturales con la participación del alumnado de la FES-Aragón.

- ✓ “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.
- ✓ Conferencia “El cambio climático y el futuro del agua en México”. 22 de marzo. Auditorio A1. Instancias: Centro de Ciencias de la Atmósfera, DGACU, RRII, 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.
- ✓ 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.
- ✓ Video sobre el uso y cuidado del agua de la FES Aragón. 27 de mayo de 2010.



13. Carteles Sobre El Cuidado Del Agua

Además de que 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

Así mismo 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.

2.13.3. Trabajos de Geomática

Con el objetivo de 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. De estos trabajos se obtuvieron los siguientes resultados que ayuda a la síntesis de información con lo cual facilita el análisis de la situación en la que se encuentra la FES- Aragón.

- ✓ 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.

2.13.4. *Red de Agua Potable FES Aragón*

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.

- ✓ Análisis del funcionamiento del sistema
- 1. Con base en la revisión física de la red, así como la demanda de agua potable, se concluye lo siguiente:
- 2. La red rebasa por mucho la vida útil considerada para un sistema de distribución de agua potable, de 20 años
- 3. El gasto suministrado por la red municipal es irregular e insuficiente
- 4. La mayoría de las instalaciones de la facultad son abastecidas a partir de los equipos del edificio de mantenimiento
- 5. Los asentamientos de los edificios afectan las conexiones de las tuberías en las cajas de operación
- 6. La vegetación afecta la estabilidad de las tuberías, al modificar las condiciones de trazo y profundidad de las mismas
- 7. La erosión en las áreas de tránsito ha reducido el colchón de suelo sobre las tuberías, el cual las protege de las cargas superficiales
- 8. Los materiales de relleno utilizados en la reparación de fugas no son los apropiados
- ✓ Propuestas
- 1. 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
- 2. 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
- 3. El arreglo de la red de distribución se considerará separado de la red de riego
- 4. 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.
- 5. 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.
- 6. 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.

2.13.5. *Medición*

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

Además de que el número de fugas que se presentaron en el año 2009 fue de 42 y en el año 2010 de 28 las cuales 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 para reparar las mismas.

Durante el período vacacional de julio, se les dio mantenimiento a las cinco cisternas, consistiendo en limpieza, resanado de grietas y pintado.

2.13.6. *Rehabilitación de Plazas y Jardines*

Entre los objetivos se encuentran:

- ✓ 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.

Entre las acciones realizadas se desarrolló un levantamiento topográfico preliminar con el fin de realizar una primera imagen conceptual del diseño y que constará de cinco acciones:

- ✓ Re – pavimentación de las áreas de circulación.
- ✓ Construcción de casetas de salida para vehículos.
- ✓ Adecuación de casetas de acceso vehicular.
- ✓ Reposición de guarniciones.
- ✓ 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.

2.13.7. *Agua Pluvial*

Que busca 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.

Se plantearon tres propuestas para hacer una adecuada captación de agua pluvial:

- ✓ 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.
- ✓ 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 la cisterna principal del edificio de mantenimiento para abastecer la red de distribución.
- ✓ 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 (2.22 m³/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.



14. Zonas De Captación De Agua Pluvial

2.13.8. Proyecto Experimental de Reforestación

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.

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.



15. Reforestación en la FES- Aragón

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.

2.13.9. Vivero experimental

Se está trabajando en un vivero experimental 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.

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



16. Plantas Suculentas

2.13.10. *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.

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.

2.13.11. *Calidad del Agua*

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 reúso del agua residual.



17. Análisis de Calidad

CAPÍTULO 3. Actividades Realizadas Durante El Servicio Social

3.1. Normatividad

Durante el servicio social entre las actividades realizadas están la recopilación de información en las normas que estuviera relacionada al tratamiento de aguas residuales, los parámetros y procesos de tratamiento.



**DIARIO OFICIAL
DE LA FEDERACION**

18. Escudo del Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos

3.1.1. Norma oficial mexicana NOM-003-ECOL-1997

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público

Contaminantes básicos

Son aquellos compuestos o parámetros que pueden ser removidos o estabilizados mediante procesos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales.

Contaminantes patógenos y parasitarios

Son los microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales medidos como NMP o UFC/100 ml (número más probable o unidades formadoras de colonias por cada 100 mililitros) y los huevos de helminto medidos como h/l (huevos por litro).

Los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas son los establecidos en la Tabla 1 de la Norma Oficial Mexicana.

**TABLA 1
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES**

| TIPO DE REUSO | PROMEDIO MENSUAL | | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|----------|
| | Coliformes fecales NMP/100 ml | Huevos de helminto (h/l) | Grasas y aceites mg/l | DBO5 mg/l | SST mg/l |
| SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO | 240 | 1 | 15 | 20 | 20 |
| SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL | 1,000 | 5 | 15 | 30 | 30 |

La materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006.

El agua residual tratada reusada en servicios al público, *no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996.*

Las entidades públicas responsables del tratamiento de las aguas residuales que reúsen en servicios al público, tienen la obligación de realizar el monitoreo de las aguas tratadas en los términos de la presente Norma Oficial Mexicana y de conservar al menos durante los últimos tres años los registros de la información resultante del muestreo y análisis, al momento en que la información sea requerida por la autoridad competente.

3.1.2. Norma oficial mexicana NOM-001-ECOL-1996

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el diario oficial de la federación el 6 de enero de 1997 y su aclaración, publicada en el citado órgano informativo el 30 de abril de 1997.

Muestra compuesta

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la tabla 1. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

TABLA 1

| FRECUENCIA DE MUESTREO HORAS POR DÍA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE DESCARGA | EL NÚMERO DE MUESTRAS SIMPLES | INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS) | |
|--|-------------------------------------|---|--------|
| | | MÍNIMO | MÁXIMO |
| Menor que 4 | Mínimo 2 | N.E. | N.E. |
| De 4 a 8 | 4 | 1 | 2 |
| Mayor que 8 y hasta 12 | 4 | 2 | 3 |
| Mayor que 12 y hasta 18 | 6 | 2 | 3 |
| Mayor que 18 y hasta 24 | 6 | 3 | 4 |

N.E. = No especificado

La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las tablas 2 y 3 de la NORMA OFICIAL MEXICANA. El rango permisible del potencial hidrogeno (pH) es de 5 a 10 unidades.

TABLA 2

| PARAMETROS | LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| | RIOS | | | | | | EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES | | | | | | AGUAS COSTERAS | | | | | | SUELO | |
| | Uso en riego agrícola (A) | | Uso público urbano (B) | | Protección de vida acuática (C) | | Uso en riego agrícola (B) | | Uso público urbano (C) | | Explotación pesquera, navegación y otros usos (A) | | Recreación (B) | | ESTUARIOS (B) | | Uso en riego agrícola (A) | | HUMEDALES NATURALES (B) | |
| P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | P.M. | P.D. | |
| (miligramos por litro, excepto cuando se especifica) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura °C (1) | N.A. | N.A. | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | 40 |
| Grasas y Aceites (2) | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 |
| Materia Flotante (3) | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te | au sen te |
| Sólidos Sedimentables (ml/l) | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Sólidos Suspendedos Totales | 150 | 200 | 75 | 125 | 40 | 60 | 75 | 125 | 40 | 60 | 150 | 200 | 75 | 125 | 40 | 60 | 75 | 125 | 40 | 60 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | 150 | 200 | 75 | 150 | 30 | 60 | 75 | 150 | 30 | 60 | 150 | 200 | 75 | 150 | 30 | 60 | 75 | 150 | 30 | 60 |
| Nitrógeno Total | 40 | 60 | 40 | 60 | 15 | 25 | 40 | 60 | 15 | 25 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | 15 | 25 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. |
| Fósforo Total | 20 | 30 | 20 | 30 | 5 | 10 | 20 | 30 | 5 | 10 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | 5 | 10 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. |

(1) Instantáneo (2) Muestra Simple Promedio Pondera (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006. P.D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual; N.A. = No es aplicable. (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

TABLA 3

| PARÁMETROS (*) | | LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|---|-------|------------------------|-------|---------------------------------|------|-----------------------------------|-------|------------------------|------|---|------|----------------|------|---------------|-------|---------------------------|-----|-------------------------|------|
| | | RÍOS | | | | | | EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES | | | | | | AGUAS COSTERAS | | | | | | SUELO | |
| | | Uso en riego agrícola (A) | | Uso público urbano (B) | | Protección de vida acuática (C) | | Uso en riego agrícola (B) | | Uso público urbano (C) | | Explotación pesquera, navegación y otros usos (A) | | Recreación (B) | | ESTUARIOS (B) | | Uso en riego agrícola (A) | | HUMEDALES NATURALES (B) | |
| P.M. | P.D | P.M | P.D | P.M | P.D | P.M | P.D | P.M | P.D | P.M | P.D | P.M | P.D | P.M | P.D | P.M | P.D | P.M | P.D | | |
| Arsénico | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| Cadmio | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| Cianuros | 1.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 |
| Cobre | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 6.0 |
| Cromo | 1 | 1.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 1 | 1.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 1 | 1.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 |
| Mercurio | 0.01 | 0.02 | 0.005 | 0.0 | 0.005 | 0.0 | 0.01 | 0.02 | 0.005 | 0.0 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.005 | 0.005 | 0.0 | 0.005 | 0.01 |
| Níquel | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| Plomo | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 5 | 10 | 0.2 | 0.4 |
| Zinc | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 10 | 20 | 10 | 20 |

(*) Medidos de manera total. P.D. = Promedio Diario P.M. = Promedio Mensual N.A. = No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Para determinar la contaminación por patógenos se tomara como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso de riego agrícola) es de 1000 y 2000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

Para determinar la contaminación por parásitos se tomara como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso de riego agrícola, es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido.

3.1.3. Norma mexicana NMX-AA-003

Aguas residuales -muestreo, publicada en el diario oficial de la federación el 25 de marzo de 1980.

Las muestras deben ser representativas de las condiciones que existan en el punto y hora de muestreo y tener el volumen suficiente para efectuar en él las determinaciones correspondientes. Las muestras deben representar lo mejor posible las características del efluente total que se descarga por el conducto que se muestrea.

3.1.4. Norma mexicana NMX-AA-005

aguas-determinación de grasas y aceites -método de extracción solhlet, publicada en el diario oficial de la federación el 8 de agosto de 1980.

PROCEDIMIENTO

- Medir el pH de las muestras el cual debe ser menor de 2, si no tiene este valor acidifique con ácido clorhídrico 1:1 ó ácido sulfúrico 1:1.
- Para muestras con un pH menor de 8 unidades generalmente es suficiente con adicionar 5 ml de ácido clorhídrico 1:1 ó 2 mL de ácido sulfúrico 1:1.
- Preparar los matraces de extracción introduciéndolos a la estufa a una temperatura de 103°C - 105°C, enfriar en desecador y pesarlos, repetir el procedimiento hasta obtener el peso constante de cada uno de los matraces.
- Preparar el material filtrante colocando un papel filtro en el embudo Büchner, colocar el embudo en un matraz Kitazato y agregar 100 mL de la suspensión de tierra de diatomeas-sílice sobre el filtro, aplicar vacío y lavar con 100 mL de agua.
- Transferir el total de la muestra acidificada al embudo Büchner preparado aplicando vacío hasta que cese el paso de agua. Medir el volumen de la muestra.
- Con ayuda de unas pinzas, transferir el material filtrante a un cartucho de extracción. Limpiar las paredes internas del embudo y el frasco contenedor de la muestra, así como la parte interna de la tapa del frasco con trozos de papel filtro previamente impregnados de disolvente (hexano) tener cuidado en remover la película de grasa y los sólidos impregnados sobre las paredes; colocar los trozos de papel en el mismo cartucho.

- Secar el cartucho en una estufa a 103°C - 105°C por un período de 30 min. Transcurrido este período colocar en el equipo Soxhlet.
- Adicionar el volumen adecuado de hexano al matraz de extracción previamente puesto a peso constante y preparar el equipo Soxhlet. Evitar tocar con las manos el cartucho y el matraz de extracción, para ello utilizar pinzas ó guantes de látex.
- Colocar el equipo de extracción sobre la parrilla de calentamiento, controlar la temperatura del reflujo y extraer a una velocidad de 20 ciclos/hora durante un período de 4 h.
- Una vez terminada la extracción retirar el matraz del equipo Soxhlet, y evaporar el disolvente.
- El matraz de extracción libre de disolvente se coloca en el desecador hasta que alcance la temperatura ambiente.
- Pesarse el matraz de extracción y determinar la concentración de grasas y aceites recuperables.
- Analizar un blanco de reactivo bajo las mismas condiciones de la muestra.
- Calcular las grasas y aceites recuperables (G y A) en la muestra usando la siguiente ecuación:

$$G \text{ y } A \text{ (mg/L)} = (A - B) / V$$

Donde:

- ✓ A es el peso final del matraz de extracción (mg);
- ✓ B es el peso inicial del matraz de extracción (mg), y
- ✓ V es el volumen de la muestra, en litros.

Restar al resultado obtenido de la muestra el valor del blanco de reactivo.

Reportar los resultados del análisis en mg/L

3.1.5. Norma mexicana NMX-AA-006

Aguas-determinación de materia flotante-método visual con malla específica, publicada en el diario oficial de la federación el 5 de diciembre de 1973.

Recolección de muestras

Debe tomarse un mínimo de 3 L de muestra. La muestra debe ser simple y tomada directamente de la descarga; cuando esto no sea posible, utilizar un recipiente de muestreo.

El análisis debe realizarse en campo.

No se debe preservar la muestra.

Procedimiento

Verter la muestra a través de la malla, teniendo cuidado de que la materia flotante que sobrenada, quede retenida en dicha malla.

Arrastrar con agitador de vidrio o una espátula hacia la malla toda aquella materia flotante que quedara sobre la superficie de la muestra que se está vertiendo o aquella adherida a las paredes del recipiente.

Inmediatamente después de filtrar la muestra, se procede al examen de la malla.

El informe depende de la presencia o ausencia de materia flotante retenida en la malla. Reportar como ausencia de material flotante, si al examinar la malla no se observa a simple vista ninguna partícula retenida. Reportar como presencia de materia flotante, si al revisar visualmente la malla se encuentran partículas retenidas.

3.1.6. Norma mexicana NMX-AA-028

Aguas-determinación de demanda bioquímica de oxígeno.- método de incubación por diluciones, publicada en diario oficial de la federación el 6 de julio de 1981.

El método se basa en medir la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para efectuar la oxidación de la materia orgánica presente en aguas naturales y residuales y se determina por la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial y el oxígeno disuelto al cabo de cinco días de incubación a 20°C.

3.1.7. Norma mexicana NMX-AA-42

Aguas-determinación del número más probable de coliformes totales y fecales.- método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el diario oficial de la federación el 22 de junio de 1987.

El método se basa en la inoculación de alícuotas de la muestra, diluida o sin diluir, en una serie de tubos de un medio de cultivo líquido conteniendo lactosa. Los tubos se examinan a las 24 y 48 horas de incubación ya sea a 308 o 310k (35 o 37°C). Cada uno de los que muestran turbidez con producción de gas se resiembra en un medio confirmativo más selectivo y, cuando se busca E. coli presuntiva, en un medio en el que se pueda demostrar la producción de indel. Se lleva acabo la incubación de estos medios confirmativos basta por 48 horas ya sea 308 ó 310k (35 o 37°C) para la detección de organismos coliformes y a 317k (44°C) para organismos termotolerantes y E. coli. Mediante tablas estadísticas se lleva acabo el cálculo del numero más probable (NMP) de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes y E. coli que pueda estar presente en 100 cm³ de muestra, a partir de los números de los tubos que dan resultados confirmativos positivos.

3.2. Proyección Poblacional

Así como el cálculo de la proyección de la población escolar a 20 años que es el periodo de tiempo en el que la planta de tratamiento tiene que funcionar de una manera eficiente.

Proyección de la población de proyecto (20 años)

Para proyectos de infraestructura en materia de plantas de tratamiento de aguas residuales se realiza una proyección de 20 años, para esto es necesario recabar información de los últimos censos de población escolar para obtener un estimado de la población que podría haber en el año 2033, todo esto con el objetivo de que el gasto que se utilizara en el diseño de las estructuras que componen la planta puedan satisfacer la población hasta el año 2033, se realizara por de diferentes métodos estadísticos de proyección de la población que nos ayuden a tener un estimado de la población para el año 2033.



19. Población Estudiantil de la FES- Aragón

| Datos de los censos de población escolar de la F.E.S.- Aragón | |
|---|-----------|
| TOTAL DE ALUMNOS EN LICENCIATURA, SUA Y POSGRADO | |
| Año | Población |
| 2009-1 | 17,233 |
| 2010-1 | 17,846 |
| 2011-1 | 18,004 |
| 2012-1 | 18,194 |
| 2013-1 | 18,300 |

3.2.1. Método De Interés Compuesto

$$P = P_0(1 + i)^t$$

$$i = \sqrt[t]{\frac{p}{p_0}} - 1$$

Donde:

P: Población del proyecto

P₀: Población del último censo

t: Años de proyección

i: Tasa de crecimiento

Donde:

i: Tasa de crecimiento

p: Censo actual

p₀: Censo anterior

t: Diferencia de años entre censos

| Alumnos | | |
|---------|-------------------|-------------------------|
| año | SUA,POS,LIC | tasa de crecimiento (i) |
| 2009 | 17233 | |
| 2010 | 17846 | 0.0356 |
| 2011 | 18004 | 0.0089 |
| 2012 | 18194 | 0.0106 |
| 2013 | 18300 | 0.0058 |
| | i PROMEDIO | 0.0152 |

$$P = 18300(1 + 0.0152)^{20}$$

$$P = 24745 \text{ alumnos}$$

Utilizando la tasa de crecimiento promedio de los últimos 5 censos de población escolar obtenemos que la población de proyecto sea igual a 24,745 alumnos en el año 2033.

3.2.2. Método Aritmético

$$Y_m = y_2 + k(t_m - t_2)$$

$$k = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}$$

Donde:

Y_m: Población del proyecto

y₂: Población del último censo

k: pendiente de la recta

t_m: año de la proyección

t₂: Año del último censo

Donde:

k: pendiente de la recta

y₂: Población censo posterior

y₁: Población censo anterior

t₂: Año censo posterior

t₁: Año censo anterior

| alumnos | | |
|---------|---------------|--------|
| año | SUA, POS, LIC | K |
| 2009 | 17233 | |
| 2010 | 17846 | 613 |
| 2011 | 18004 | 158 |
| 2012 | 18194 | 190 |
| 2013 | 18300 | 106 |
| | K promedio | 266.75 |

$$Y_m = 18300 + 266.75(2033 - 2013)$$

$$Y_m = 23635 \text{ alumnos}$$

Utilizando una pendiente de la recta promedio de los últimos 5 censos de población escolar obtenemos que la población de proyecto sea igual a 23,635 alumnos en el año 2033.

3.2.3. Método Geométrico

$$\ln P = \ln p_2 + k(T - t_2)$$

$$k = \frac{\ln(y_2/y_1)}{t_2 - t_1}$$

Donde:

P: Población del proyecto

p₂: Población del último censo

k: pendiente de la recta

T: año de la proyección

t₂: Año del último censo

Donde:

k: pendiente de la recta

y₂: Población censo posterior

y₁: Población censo anterior

t₂: Año censo posterior

t₁: Año censo anterior

| Alumnos | | |
|---------|-------------------|---------------|
| año | SUA,POS,LIC | K |
| 2009 | 17233 | |
| 2010 | 17846 | 0.0350 |
| 2011 | 18004 | 0.0088 |
| 2012 | 18194 | 0.0105 |
| 2013 | 18300 | 0.0058 |
| | K promedio | 0.0150 |

$$\ln P = \ln(18300) + 0.0150(2033 - 2013)$$

$$\ln P = 10.1147$$

$$P = e^{10.1147}$$

$$P = 24703 \text{ alumnos}$$

Utilizando una pendiente de la recta promedio de los últimos 5 censos de población escolar obtenemos que la población de proyecto sea igual a 24,703 alumnos en el año 2033.

3.2.4. Método De Mínimos Cuadrados

$$\log P = a + bx$$

Donde:

P: Población del proyecto

x: Año de la proyección

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Donde:

n: numero de censos

| Alumnos | | | | |
|----------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| x (año) | p (SUA,POS,LIC) | y=log p | x ² | xy |
| 2009 | 17233 | 4.2364 | 4036081 | 8510.9276 |
| 2010 | 17846 | 4.2515 | 4040100 | 8545.5150 |
| 2011 | 18004 | 4.2554 | 4044121 | 8557.6094 |
| 2012 | 18194 | 4.2599 | 4048144 | 8570.9188 |
| 2013 | 18300 | 4.2625 | 4052169 | 8580.4125 |
| Σ | 10055 | 21.2657 | 20220615 | 42765.3833 |

$$a = \frac{(21.2657)(20220615) - (10055)(42765.3833)}{(5)(20220615) - (10055)^2}$$

$$a = -7.9335$$

$$b = \frac{(5)(42765.3833) - (10055)(21.2657)}{(5)(20220615) - (10055)^2}$$

$$b = 0.0061$$

$$\log P = -7.9335 + (0.0061)(2033)$$

$$POB = 10^{4.4678}$$

$$P = 29363 \text{ alumnos}$$

Utilizando el método de mínimos cuadrados y los últimos 5 censos de población escolar obtenemos que la población de proyecto sea igual a 29,363 alumnos en el año 2033.

En resumen de los cálculos poblacionales por los métodos de proyección se obtuvieron los siguientes resultados de población escolar para el año 2033.

| Método | Alumnos |
|-------------------|---------|
| Interés Compuesto | 24745 |
| Aritmético | 23635 |
| Geométrico | 24703 |
| Mínimos Cuadrados | 29363 |

3.3. Operaciones, Procesos y Tratamientos de Aguas Residuales

Así como la realización de la investigación de los diferentes alternativas de procesos de tratamiento que se pueden aplicar en el tratamiento del agua residual para hacer que los contaminantes que se encuentran en el agua no excedan los límites establecidos en las normas oficiales para el reúso del agua, así también ofrece alternativas en la elección de procesos de tratamientos a los contaminantes biológicos, físicos o químicos todos en función de los parámetros excedidos o el contaminante que se quiere tratar.



20. Planta de Regeneración de agua de Stickney

3.3.1. Procesos y Tratamientos Usados en Las Plantas de Tratamiento

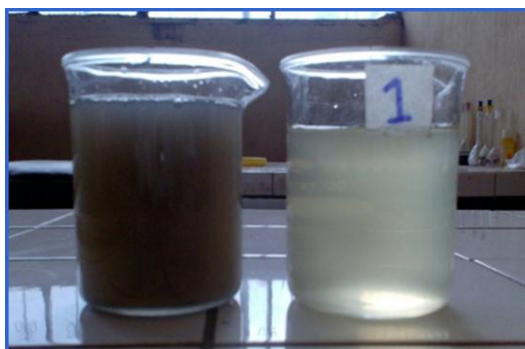
| Contaminante | Procesos de tratamiento según el tipo de contaminante | |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| Biológico | | |
| Bacterias | Desinfección | Cloro |
| Helmintos | | Compuestos De Cloro |
| Protozoarios | | Ozono |
| Virus | | Luz Ultravioleta |
| Físicos | | |
| Color, Olor, Sabor, Turbiedad | Coagulación | Cualquiera O La Combinación De Ellos |
| | Floculación | |
| | Precipitación | |
| | Filtración | |
| | Adsorción En Carbón Activado | |
| Oxidación | | |
| Químicos | | |
| Arsénico | Coagulación | Cualquiera O La Combinación De Ellos |
| | Floculación | |
| | Precipitación | |
| | Filtración | |
| | Intercambio Iónico | |
| Osmosis Inversa | | |
| Aluminio | Intercambio Iónico | Osmosis Inversa |
| Bario | | |
| Cadmio | | |
| Cianuros | | |
| Cobre | | |
| Cromo Total | | |
| Plomo | | |
| Cloruros | Intercambio Iónico | |
| | Osmosis Inversa | |
| | Destilación | |
| Dureza | Ablandamiento Químico | |
| | Intercambio Iónico | |
| Fenoles O Compuestos Fenolíticos | Adsorción En Carbono Activado | |
| | Oxidación Con Ozono | |
| Fierro Y/O Manganeso | Oxidación - Filtración | |
| | Intercambio Iónico | |
| | Osmosis Inversa | |
| Fluoruros | Osmosis Inversa | |
| | Coagulación Química | |
| Materia Orgánica | Oxidación - Filtración | |
| | Adsorción En Carbono Activado | |

| | | |
|--|---|--------------------------------------|
| Mercurio | Coagulación | Contenga Hasta 10 Microgramos/L |
| | Floculación | |
| | Precipitación | |
| | Filtración | |
| | Carbón Activado Granular | Contenga Hasta 10 Microgramos/L |
| | Osmosis Inversa | |
| | Carbón Activado En Polvo | Mas De 10 Microgramos/L |
| Nitratos Y Nitritos | Intercambio Iónico | Cualquiera O La Combinación De Ellos |
| | Coagulación | |
| | Floculación | |
| | Sedimentación | |
| Nitrógeno Amoniacal | Coagulación -Floculación -Sedimentación -Filtración | |
| | Desgasificación | |
| | Desorción En Columna | |
| pH | Neutralización | |
| Plaguicidas | Adsorción En Carbón Activado Granular | |
| Sodio | Intercambio Iónico | |
| Sólidos Disueltos Totales | Coagulación- Floculación- Sedimentación- Filtración | |
| | Intercambio Iónico | |
| Sulfatos | Intercambio Iónico | |
| | Osmosis Inversa | |
| Sustancias Activas Al Azul De Metileno | Adsorción En Carbón Activado | |
| Trihalometanos | Aireación | |
| | Oxidación Con Ozono | |
| | Adsorción En Carbón Activado Granular | |
| Zinc | Destilación | |
| | Intercambio Iónico | |

3.3.2. Tratamientos recomendados según la NOM-127-SSA1-1994

| Operaciones Y Procesos Unitarios Utilizados Para Eliminar La Mayoría De Contaminantes Presentes En El Agua Residual | | |
|---|---|---|
| Contaminante | Operación Unitario, Proceso Unitario O Sistema De Tratamiento | |
| Sólidos Suspendidos | Sedimentación | |
| | Desbaste Y Aireación | |
| | Variaciones De Filtración | |
| | Flotación | |
| | Adición De Polímeros O Reactivos Químicos | |
| | Coagulación -Sedimentación | |
| | Sistema De Tratamiento Por Evacuación Al Terreno | |
| Materia Orgánica Biodegradable | Variación De Lodos Activados | |
| | Película Fija: Filtros Percoladores | |
| | Película Fija: Discos Biológicos | |
| | Variación De Lagunaje | |
| | Filtración Intermitente De Arena | |
| | Sistema De Tratamiento Por Evacuación Al Terreno | |
| | Sistemas Fisicoquímicos | |
| Patógenos | Cloración | |
| | Hipocloración | |
| | Ozonación | |
| | Sistema De Tratamiento Por Evacuación Al Terreno | |
| Nutrientes | Nitrógeno | Variación De Sistema De Cultivo Suspendido Con Nitrificación Y Desnitrificación |
| | | Variación De Sistema De Película Fija Con Nitrificación Y Desnitrificación |
| | | Arrastre De Amoniaco |
| | | Intercambio De Iones |
| | | Cloración En El Punto Critico |
| | Sistema De Tratamiento Por Evacuación Al Terreno | |
| | Fosforo | Adición De Sales Metálicas |
| | | Coagulación Y Sedimentación Con Cal |
| | | Eliminación Biológica Y Química Del Fosforo |
| | | Sistema De Tratamiento Por Evacuación Al Terreno |
| Materia Orgánica Refractaria | Adsorción En Carbón | |
| | Ozonación Terciaria | |
| | Sistema De Tratamiento Por Evacuación Al Terreno | |
| Metales Pesados | Precipitación Química | |
| | Intercambio De Iones | |
| | Sistema De Tratamiento Por Evacuación Al Terreno | |
| Sólidos Inorgánicos Disueltos | Intercambio De Iones | |
| | Osmosis Inversa | |
| | Electrodiálisis | |

3.4. Caracterización del Agua Residual de la FES – Aragón



21. Muestras de Agua Residual

3.4.1. Muestra 2003

Se presentan los resultados de los análisis Físicos, Químicos y Biológicos realizados en el año 2003 del agua residual de la FES- Aragón, las muestras fueron tomadas del pozo 01 por encontrarse ahí la zona de descarga de la red de alcantarillado del plantel, los análisis fueron solicitados por la Ingeniera Marjorie Márquez Vázquez realizados por la Empresa Tecnología Ambiental Integral, S.A de C.V.

Estos datos se tomaran como base ya que no se han realizados mas análisis y debido a que el uso del agua en la Facultad no a sufrido cambios significativos se considera que los contaminantes no pueden haber aumentado de manera significativa.

| | | | | |
|------------------------------|-------------------------|---------------------|-----|--------|
| Muestra no | | 1 | | |
| ANALISIS FISICO, QUIMICO | | | | |
| pH | | 9 | | |
| C.E. Micromhos/cm 25° | | | | |
| Turbiedad (UTN) | | | | |
| Color(Pt - Co) | | | | |
| Olor | | | | |
| Materia Flotante | | Ausente | | |
| Miligramos por litro ml/L | OD | | | |
| | DBO ₅ Total* | | 28 | |
| | DBO Soluble | | | |
| | DQO | | 272 | |
| | Sólidos | Totales | | 1863 |
| | | Totales fijos | | 1657 |
| | | Totales Volátiles | | 206 |
| | | Susp. Totales | | 39.5 |
| | | Susp. Fijos | | 13 |
| | | Susp. Volátiles | | 26.5 |
| | | Disueltos Totales | | 1823.5 |
| | | Disueltos Fijos | | 1644 |
| | | Disueltos Volátiles | | 179.5 |
| sedimentables | | 4.3 | | |

| | | | |
|----------------------|-------------------------------|----------------------|----------|
| Miligramos por litro | Acidez CaCO ₃ | Anaranjado de metilo | |
| | | TOTAL | |
| | Alcalinidad CaCO ₃ | Fenolftaleína | 64.63 |
| | | Carbonatos | 129.26 |
| | | TOTAL | 1325.03 |
| | | Bicarbonatos | 1195.77 |
| | | Hidróxidos | 314.2 |
| | Dureza CaCO ₃ | TOTAL | 177.1 |
| | | Calcio | 137.1 |
| | | | Magnesio |
| | | | |
| Miligramos por litro | | Cloruros | 1036.7 |
| | | Sulfatos | 190.9 |
| | | Sodio | 981.3 |
| | | Potasio | 144 |
| | Nitrógeno | Amoniacal | 99.2 |
| | | Orgánico | |
| | | TOTAL | |
| | | Nitritos | |
| | | Nitratos | |
| | Fosfatos | Solubles | |
| | | Orto | 22.5 |
| | | TOTALES | |
| | | Grasas y Aceites | 379 |
| | | Fenoles | |
| | | SAAM Detergentes | 2.5 |
| | | Arsénico | |
| | | Boro | |
| | | Cadmio | |
| | | Cianuros | |
| | | Cobre | <0.002 |
| | | Cromo | <0.003 |
| | | Fierro | 0.17 |
| | | Magnesio | |
| | Manganeso | 0.09 | |
| | Mercurio | | |
| | Níquel | <0.16 | |
| | Plomo | <0.0018 | |
| | Zinc | 0.073 | |

| ANALISIS BIOLOGICO | | | |
|--------------------|------------|---------|------|
| NMP/100 mL | COLIFORMES | TOTALES | 2400 |
| | | FECALES | 2100 |
| HUEVOS DE HEMILTO | | | 0 |

3.4.2. Comparativa con NOM-001-ECOL-1996 y NOM-003-ECOL-1997

Comparando los resultados del análisis de la muestra en 2003 con los límites establecidos por la Tabla 3 de NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites permisibles para metales pesados y cianuros, y la Tabla 1 de NOM-003-ECOL-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes que son las normas que rigen en el diseño de tratamiento de aguas residuales.

| Límites Permisibles Para Metales Pesados y Cianuros | | | |
|---|-----------------------------------|------|---------------------------------------|
| Tabla 3 de NOM-001-ECOL-1996 | | | |
| Miligramos Por Litro, Excepto Cuando Se Especifique | Embalses Naturales Y Artificiales | | Análisis De La Muestra Tomada En 2003 |
| | Uso En Riego Agrícola | | |
| | P.M. | P.D. | |
| Arsénico | 0.2 | 0.4 | - |
| Cadmio | 0.2 | 0.4 | - |
| Cianuros | 2 | 3 | - |
| Cobre | 4 | 6 | <0.002 |
| Cromo | 1 | 1.5 | <0.003 |
| Mercurio | 0.01 | 0.02 | - |
| Níquel | 2 | 4 | <0.16 |
| Plomo | 0.5 | 1 | <.0018 |
| Zinc | 10 | 20 | 0.073 |

| Limites Máximos Permisibles De Contaminantes | | |
|--|--|---------------------------------------|
| Tabla 1 de NOM-003-ECOL-1997 | | |
| Contaminante | Promedio Mensual | Análisis De La Muestra Tomada En 2003 |
| | Servicio Al Publico Con Contacto Indirecto U Ocasional | |
| Coliformes Fecales NMP/100 MI | 1000 | 2100 |
| Huevos De Helminto H/L | 5 | 0 |
| Grasas Y Aceites mg/L | 15 | 379 |
| DBO ₅ mg /l | 30 | 28 |
| SST mg /l | 30 | 39.5 |
| Materia Flotante | Ausente | Ausente |

Los resultados de la comparación con las normas oficiales mexicanas relacionadas con los límites de contaminantes para el tratamiento de aguas residuales nos muestra que los límites de contaminantes excedidos son en su mayoría biológicos por lo cual el tratamiento se enfocara en ellos.

3.5. Estructuras de tratamiento

En la elección del proceso de tratamiento se opta por un proceso de eco tecnologías el cual además de darle tratamiento al agua residual no necesita de procesos mecánicos o químicos en los cuales sea necesaria la presencia de reactivos o equipo mecánico para la limpieza del agua residual.

3.5.1. Estructuras de Cribado

El propósito fundamental de las estructuras de cribado es proteger a las bombas y otros equipos electromecánicos y prevenir el atascamiento de válvulas. Por este motivo la primera operación que se lleva a cabo en el influente de agua residual es el cribado.

Las aguas residuales llegarán por gravedad, conducidas por el emisor, hasta el lugar donde será el tratamiento de aguas residuales. Los materiales sólidos que frecuente e inexplicablemente encuentran su destino en el sistema de alcantarillado, se separan pasando las aguas a través de rejillas, hechas con varillas de hierro paralelas.



22. Estructura de Cribado

3.5.2. Humedales²²

Los humedales construidos son sistemas complejos e integrados en los que tienen lugar interacciones entre el agua, plantas, animales, microorganismos, energía solar, suelo y aire; con el propósito de mejorar la calidad del agua residual y proveer un mejoramiento ambiental.

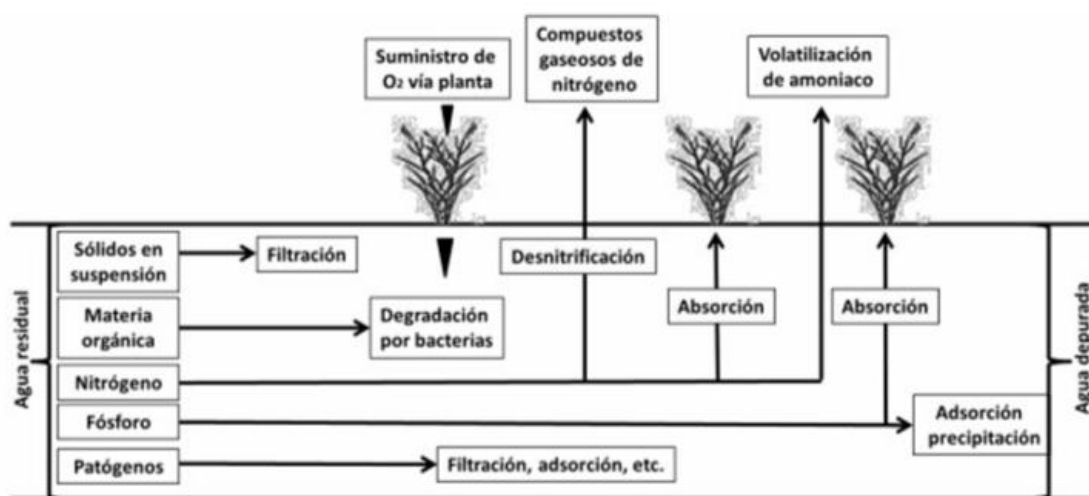
Los humedales artificiales, al igual que los naturales, pueden reducir una amplia gama de contaminantes del agua tales como: sólidos en suspensión, DBO, nutrientes, metales, patógenos y otros productos químicos. Esta eliminación se da por una variedad de procesos que incluyen la sedimentación, filtración, metabolismo microbiano (aeróbico y anaeróbico), absorción de la planta y respiración. La principal diferencia entre un humedal natural y un humedal artificial es que el humedal artificial permite el tratamiento de aguas residuales bajo diseños que se basan en objetivos específicos de calidad del efluente.

El funcionamiento de los humedales artificiales se fundamenta en tres principios básicos:

- La actividad bioquímica de los microorganismos
- El aporte de oxígeno a través de las plantas durante el día
- El apoyo físico de un lecho inerte que sirve como soporte para el enraizamiento de las plantas, además de funcionar como material filtrante.

Los humedales tienen tres funciones básicas que les confieren un potencial atractivo para el tratamiento de aguas residuales:

- Fijan físicamente los contaminantes a la superficie del suelo y la materia orgánica
- Utilizan y transforman los elementos por medio de los microorganismos y
- Logran niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y poco mantenimiento.



23. Procesos de depuración de los humedales artificiales

²² EPA, 1998

3.6. Ecuaciones de diseño

3.6.1. Gastos

- Medio

$$Q_m = \frac{Pob(Dot)}{86400}$$

Q_m : Gasto medio (L/s)

Pob : Población del Proyecto (hab)

Dot : Dotación De Agua Por Habitante (L/hab/día)

86400: Segundos Por Día

- Máximo diario

$$QMD = Q_{medio}(Cvd)$$

QMD : Gasto Máximo Diario (L/s)

Q_{medio} : gasto medio (L/s)

Cvd : Coeficiente de variación diaria (normalmente 1.2)

- Máximo horario

$$QMH = QMD(Cvh)$$

QMH : Gasto Máximo Horario (L/s)

Q_{medio} : Gasto medio (L/s)

Cvh : Coeficiente de variación horaria (normalmente 1.5)

- Mínimo

$$Q_{min} = \frac{Q_{medio}}{2}$$

Q_{min} : Gasto mínimo (L/s)

Q_m : Gasto medio (L/s)

- Máximo instantáneo

$$QMI = M(Q_m)$$

QMI : Gasto máximo instantáneo (L/s)

Q_m : Gasto medio (L/s)

M: Coeficiente de variación

$$M = 1 + \frac{14}{4 + Pob^{\frac{1}{2}}}$$

Pob: Población del Proyecto (miles)

- *Máximo Extraordinario*

$$QME = FS(QMI)$$

QME: Gasto máximo Extraordinario (L/s)

QMI: Gasto máximo instantáneo (L/s)

FS: Factor de seguridad (normalmente 1.5)

3.6.2. Estructura de cribado

- *Área Del Canal*

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

A: Área de la sección transversal del canal (m²)

Q: Gasto de Diseño (m³/s)

V: velocidad de aproximación (m/s)

- *Ajuste De Sección*

$$Ac = \frac{A}{Fe}$$

Ac= Área del canal ajustada (m²)

A: Área de la sección transversal del canal (m²)

Fe: Factor de eficiencia (85%)

Dimensiones del canal

- *Tirante Del Canal*

$$Y = \sqrt{\frac{Ac}{2}}$$

Y: Tirante Del Canal (m)

Ac: Área del canal ajustada (m²)

- Ancho Del Canal

$$B = 2Y$$

B: Ancho Del Canal (m)

Y: Tirante Del Canal (m)

Rejillas

- Área Parcial de huecos

$$A_p = Y(d)$$

A_p : Área parcial de huecos (m²)

d: Separación entre soleras (m) (d < Diámetro de la partícula a retener)

Y: Tirante Del Canal (m)

- Numero De Espacios

$$No\ Esp = \frac{A}{A_p}$$

No Esp: Numero de espacios (redondeado al entero mayor)

A: Área de la sección transversal del canal (m²)

A_p : Área parcial de huecos (m²)

- Numero De Soleras

$$No\ Sol = No\ Esp + 1$$

No Sol: Número de Soleras

No Esp: Numero de espacios (redondeado al entero mayor)

- Ajuste del ancho del canal

$$B_c = (No\ Sol)(G) + (No\ Esp)(d)$$

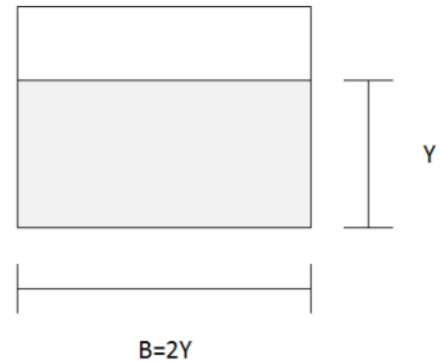
B_c : Ancho Corregido del canal (m)

No Sol: Número de Soleras

G: Grosor de Solera (m)

No Esp: Numero de espacios

d: Separación entre soleras (m) (d < Diámetro de la partícula a retener)



3.6.3. Humedal

- Constante a la temperatura del agua residual

$$kt = k_{20}(1.06^{T-20})$$

kt: Constante a la temperatura del agua residual (días⁻¹)

K₂₀: 1.35 día⁻¹ (estimado por Tchobanoglous y Burton, 1991, Para humedales en tratamiento de aguas)

T: temperatura media mínima mensual del ambiente (°C)

- Tiempo de retención

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{kt}$$

t: Tiempo de retención que el agua debe quedarse en el sistema para alcanzar el nivel de DBO deseado (días)

C: Concentración de DBO deseada (mg/L)

C₀: Concentración de DBO del agua que entra al sistema (mg/L)

kt: Constante a la temperatura del agua residual (días⁻¹)

- Área superficial

$$As = \frac{Q \cdot t}{\eta \cdot dw}$$

As: área superficial (m²)

Q: Gasto de diseño (m³/día)

t: Tiempo de retención que el agua debe quedarse en el sistema para alcanzar el nivel de DBO deseado (días)

η: Porosidad efectiva del medio (%)

dw: profundidad del sustrato (m)

- Ancho del humedal

$$W = \left(\frac{As}{RA}\right)^{1/2}$$

W: ancho del humedal (m)

As: área superficial (m²)

RA: proporción de longitud-ancho (RA<10)

- Longitud del humedal

$$l = \frac{As}{W}$$

l: longitud del humedal (m)

As: área superficial (m²)

W: ancho del humedal (m)

3.7. Alternativa 1

En esta alternativa se propone el diseño de un humedal general en el cual se pueda dar tratamiento a toda el agua residual que es producida dentro de la facultad, así mismo se considera el periodo de vida de 20 años, donde el gasto de diseño será el producido por la proyección poblacional ya calculada además de que durante ese periodo la estructura podrá tratar el agua de las comunidades cercanas a la facultad para así mantener un gasto similar al producido por la población estudiantil en el año 2033 mientras se logran las condiciones de gasto dentro de la facultad que fueron consideradas para su diseño

Datos

Población:

| Método | alumnos |
|-------------------|---------|
| Interés Compuesto | 24745 |
| Aritmético | 23635 |
| Geométrico | 24703 |
| Mínimos Cuadrados | 29363 |

3.7.1. Gastos

Datos

Dotación: 25 L/alumno/día

Aporte de aguas negras: 17.5 L/alumno/día (70% de la dotación)

Cvd: 1.2

Cvh: 1.5

Medio

$$Q_m = \frac{24745 \text{ hab} (17.5 \text{ L/hab/día})}{86400 \text{ s/día}} = 5.01 \text{ L/s}$$

Máximo diario

$$Q_{MD} = 5.01 \text{ L/s} (1.2) = 6.01 \text{ L/s}$$

Máximo horario

$$Q_{MH} = 6.01 \text{ L/s} (1.5) = 9.02 \text{ L/s}$$

Mínimo

$$Q_{\min} = \frac{5.01 \text{ L/s}}{2} = 2.50 \text{ L/s}$$

Máximo instantáneo

$$M = 1 + \frac{14}{4 + 24.745^{\frac{1}{2}}} = 2.55$$

$$QMI = 2.55(5.01 \text{ L/s}) = 12.78 \text{ L/s}$$

Máximo Extraordinario

$$QME = 1.5(12.78 \text{ L/s}) = 19.16 \text{ L/s}$$

Para el diseño de las estructuras de tratamiento se considera el Gasto Máximo Diario por lo cual se considerara un gasto de 6.01 L/s o bien 519.26 m³/día

3.7.2. Estructura de cribado

Esta estructura se localizara en el último punto del sistema de alcantarillado en el cual se encontrara el gasto total de la población dentro de la facultad.

Datos

Gasto de Diseño: 6.01 L/s ó 0.006 m³/s

Velocidad de Aproximación: 0.5 m/s

Angulo de inclinación: 60°

Dimensiones de soleras para rejillas: 1/8" x 1" ó 3.2 mm x 25.4 mm

Tamaño de partículas a retener: 1 1/2" ó 38 mm

Separación entre soleras: 35 mm

Área Del Canal

$$A = \frac{0.006 \text{ m}^3/\text{s}}{0.5 \text{ m/s}} = 0.012 \text{ m}^2$$

Ajuste De Sección

$$Ac = \frac{0.012 \text{ m}^2}{0.85} = 0.014 \text{ m}^2$$

Dimensiones del canal

Tirante Del Canal

$$Y = \sqrt{\frac{0.014 \text{ m}^2}{2}} = 0.08 \text{ m}$$

Ancho Del Canal

$$B = 2(0.08) = 0.16 \text{ m}$$

Rejillas

Área Parcial de huecos

$$A_p = 0.08 \text{ m}(0.035 \text{ m}) = 0.003 \text{ m}^2$$

Numero De Espacios

$$No \text{ Esp} = \frac{0.012 \text{ m}^2}{0.003 \text{ m}^2} = 4 \text{ espacios}$$

Numero De Soleras

$$No \text{ Sol} = 4 \text{ espacios} + 1 = 5 \text{ soleras}$$

Ajuste del ancho del canal

$$B_c = (5 \text{ soleras})(0.0032 \text{ m}) + (4 \text{ espacios})(0.035 \text{ m}) = 0.16 \text{ m}$$

Dimensiones finales del canal de cribado:

Y= 0.08 m

B= 0.16 m

3.7.3. Humedal

Una vez que el agua residual a pasado por la estructura de cribado se bombeara el agua a la ubicación del humedal el cual dará el tratamiento al agua residual generada dentro de la facultad.

Datos

Gasto de Diseño: 519.26 m³/día

Temperatura media mensual: 17°

Concentración de DBO deseada: 20 mg/L

Concentración de DBO del agua que entra al sistema 28 mg/L

Profundidad del sustrato: 0.6m

Porosidad efectiva del medio (considerando tezontle como medio): 60 %

Proporción de longitud-ancho: 3

Constante a la temperatura del agua residual

$$kt = 1.35 \text{ dia}^{-1}(1.06^{17^{\circ}-20^{\circ}}) = 1.13 \text{ dia}^{-1}$$

Tiempo de retención

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{20\text{mg/L}}{28\text{mg/L}}\right)}{1.13 \text{ dia}^{-1}} = 0.30 \text{ dias}$$

Área superficial

$$As = \frac{519.26 \text{ m}^3/\text{dia} \cdot 0.30 \text{ dias}}{60\% \cdot 0.6 \text{ m}} = 432.72 \text{ m}^2$$

Ancho del humedal

$$W = \left(\frac{432.72 \text{ m}^2}{3}\right)^{1/2} = 12.00 \text{ m}$$

Longitud del humedal

$$l = \frac{432.72 \text{ m}^2}{12 \text{ m}} = 36.06 \text{ m}$$

Dimensiones finales del humedal con relación largo-ancho igual a 3 con un sustrato de tezontle con porosidad de 60% y temperatura media de 17°

Longitud: 36 m

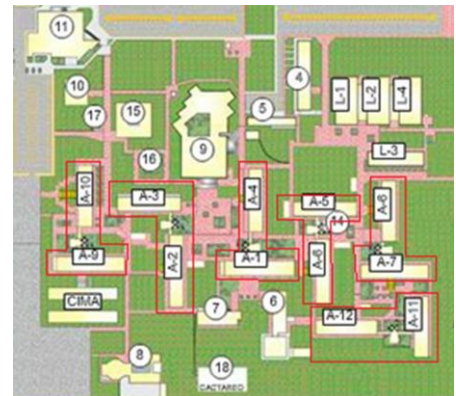
Ancho: 12 m

Profundidad: 0.60 m

3.8. Alternativa 2

En esta alternativa se considera el gasto producido por los edificios debido a que a pesar de el incremento poblacional en la facultad los edificios seguirán albergando la misma cantidad de alumnos en las aulas para los que fueron diseñados amenos que hubiera un cambio de infraestructura en los edificios o una ampliación en la cantidad de salones o alumnos por aula.

Con el gasto de los conjuntos de edificios en los cuales hay sanitarios por cada dos edificios se propone la colocación de un humedal en las explanadas cercanas a dichos edificios, así los humedales serán de dimensiones pequeñas y se encontraran en las explanadas para el tratamiento del agua resultante de cada conjunto de edificios.



24. Croquis de edificios que comparten

Datos

Dotación: 25 L/alumno/día

Aporte de aguas negras: 17.5 L/alumno/día (70% de la dotación)

Cvd: 1.2

Cvh: 1.5

3.8.1. Gastos

Medio

$$Q_m = \frac{Pob(Dot)}{86400}$$

Máximo diario

$$QMD = Q_{medio}(Cvd)$$

Máximo horario

$$QMH = QMD(Cvh)$$

Mínimo

$$Q_{min} = \frac{Q_{medio}}{2}$$

Máximo instantáneo

$$QMI = M(Q_m)$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + Pob^{\frac{1}{2}}}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + 11.126^{\frac{1}{2}}} = 2.91$$

Máximo Extraordinario

$$QME = FS(QMI)$$

| EDIFICIO | POBLACIÓN | POBLACIÓN TRIBUTARIA | Qm (L/s) | QMD (L/s) | QMH (L/s) | Q min (L/s) | QMI (L/s) | QME (L/s) |
|----------|-----------|----------------------|----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| A2 | 840 | 1950 | 0.395 | 0.474 | 0.593 | 0.198 | 1.149 | 1.724 |
| A3 | 1110 | | | | | | | |
| A1 | 820 | 1600 | 0.324 | 0.389 | 0.486 | 0.162 | 0.943 | 1.415 |
| A4 | 780 | | | | | | | |
| A5 | 780 | 1940 | 0.393 | 0.472 | 0.590 | 0.197 | 1.144 | 1.716 |
| A6 | 1160 | | | | | | | |
| A7 | 1080 | 2180 | 0.442 | 0.530 | 0.663 | 0.221 | 1.286 | 1.929 |
| A8 | 1100 | | | | | | | |
| A9 | 960 | 1880 | 0.381 | 0.457 | 0.572 | 0.191 | 1.109 | 1.664 |
| A10 | 920 | | | | | | | |
| A11 | 1080 | 1576 | 0.319 | 0.383 | 0.479 | 0.160 | 0.928 | 1.392 |
| A12 | 496 | | | | | | | |

3.8.2. Estructura de cribado

En esta alternativa la estructura de cribado se encontrara en los conectores de los diferentes edificios que componen la facultad así cada uno tendrá su estructura de cribado, para posteriormente seguirá al tratamiento del humedal.

Datos

Velocidad de Aproximación: 0.5 m/s

Angulo de inclinación: 60°

Dimensiones de soleras para rejillas: 1/8" x 1" ó 3.2 mm x 25.4 mm

Tamaño de partículas a retener: 1 ½" ó 38 mm

Separación entre soleras: 35 mm

Factor de eficiencia: 85%

Canal

Área Del Canal

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

Ajuste De Sección

$$Ac = \frac{A}{Fe}$$

Dimensiones del canal

Tirante Del Canal

$$Y = \sqrt{\frac{Ac}{2}}$$

Ancho Del Canal

$$B = 2Y$$

Rejillas

Área Parcial de huecos

$$Ap = Y(d)$$

Numero De Espacios

$$No\ Esp = \frac{A}{Ap}$$

Numero De Soleras

$$No\ Sol = No\ Esp + 1$$

Ajuste del ancho del canal

$$Bc = (No\ Sol)(G) + (No\ Esp)(d)$$

| Edificios | Canal | | | | | Rejilla de cribado | | | |
|-----------|---------|---------------------|----------------------|-------|-------|----------------------------|--------------|------------|--------|
| | Q (l/s) | A (m ²) | Ac (m ²) | Y (m) | B (m) | A huecos (m ²) | No. espacios | No soleras | Bc (m) |
| A2-A3 | 0.474 | 0.00095 | 0.00112 | 0.024 | 0.048 | 0.00084 | 2 | 3 | 0.080 |
| A1-A4 | 0.389 | 0.00078 | 0.00092 | 0.021 | 0.042 | 0.00074 | 2 | 3 | 0.080 |
| A5-A6 | 0.472 | 0.00094 | 0.00111 | 0.024 | 0.048 | 0.00084 | 2 | 3 | 0.080 |
| A7-A8 | 0.530 | 0.00106 | 0.00125 | 0.025 | 0.050 | 0.00088 | 2 | 3 | 0.080 |
| A9-A10 | 0.457 | 0.00091 | 0.00107 | 0.023 | 0.046 | 0.00081 | 2 | 3 | 0.080 |
| A11-A12 | 0.383 | 0.00077 | 0.00091 | 0.021 | 0.042 | 0.00074 | 2 | 3 | 0.080 |

3.8.3. Humedales

Datos:

Temperatura media mensual: 17°

Concentración de DBO deseada: 20 mg/L

Concentración de DBO del agua que entra al sistema: 28 mg/L

Profundidad del sustrato: 0.6m

Porosidad efectiva del medio (considerando tezontle como medio): 60 %

Proporción de longitud-ancho: 3

Constante a la temperatura del agua residual

$$kt = k_{20}(1.06^{T-20})$$

Tiempo de retención

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{kt}$$

Área superficial

$$As = \frac{Q \cdot t}{\eta \cdot dw}$$

Ancho del humedal

$$W = \left(\frac{As}{RA} \right)^{1/2}$$

Longitud del humedal

$$l = \frac{As}{W}$$

| EDIFICIOS | Q (l/s) | Q (m³/día) | Kr (día ⁻¹) | t (días) | As (m²) | w (m) | L (m) |
|-----------|---------|------------|-------------------------|----------|---------|-------|-------|
| A2-A3 | 0.474 | 40.95 | 1.13 | 0.30 | 34.13 | 3.37 | 10.13 |
| A1-A4 | 0.389 | 33.60 | 1.13 | 0.30 | 28.00 | 3.06 | 9.15 |
| A5-A6 | 0.472 | 40.74 | 1.13 | 0.30 | 33.95 | 3.36 | 10.10 |
| A7-A8 | 0.530 | 45.78 | 1.13 | 0.30 | 38.15 | 3.57 | 10.69 |
| A9-A10 | 0.457 | 39.48 | 1.13 | 0.30 | 32.90 | 3.31 | 9.94 |
| A11-A12 | 0.383 | 33.10 | 1.13 | 0.30 | 27.58 | 3.03 | 9.10 |

CAPÍTULO 4. Observaciones y Recomendaciones

Se deberá hacer análisis biológico, químicos y físicos del agua residual ya que los últimos que se realizaron fueron en 2003, que aunque sirven de parámetro para un primer diseño de el tratamiento deben ajustarse a los parámetros reales a los que se encuentra el agua residual de la facultad para así saber con mayor precisión los contaminantes que exceden los límites establecidos por las normas.

Las estructuras de cribado diseñadas individualmente para las diferentes edificios que comparten el agua residual generada por los baños se pueden usar para la alternativa 1 ya que el agua saldría sin material grande que pueda atascar el equipo de bombeo y así trasladar el agua residual a la ubicación del humedal que tratara el agua residual generada por toda la facultad.

En la alternativa numero 2 se sugiere la ubicación de cisternas que continúen después del tratamiento para así poder almacenar el agua tratada para posteriormente utilizarla en el riego de las áreas verdes que estén cercanas a los edificios a los cuales se les da el tratamiento del agua residual.

La elección de la vegetación para los humedales deben ser especies colonizadoras activas, además de tolerar los contaminantes presentes en el agua residual y deben ser especies que puedan crecer fácilmente en las condiciones ambientales en las que se encuentra la FES-Aragón

4.1. Conclusiones

4.1.1. Proyecto Planta de Tratamiento

El tratamiento de aguas residuales es de gran importancia ya que el agua es uno de los recursos de mayor uso en todo el mundo, y el tratamiento para su reuso adquiere un valor mayor ya que la contaminación incrementa y el agua se ve afectada, es por eso que la implementación de plantas ayuda al medio ambiente así como también beneficiara a las comunidades cercanas.

La elección de los procesos que componen a una planta de tratamiento es importante ya que el número de procesos determina la calidad del efluente, y así poder determinar si el efluente puede ser utilizado para el consumo humano o solamente para el uso en las diferentes actividades como lo es el riego de áreas verdes.

Los Problemas Hidráulicos que presenta la FES- Aragón pueden reducirse con la planta de tratamiento así como también traería beneficios a las colonias cercanas durante su periodo de vida de la planta, así como también en el beneficio al medio ambiente y el uso del agua destinada a la FES- Aragón por medio del sistema de abastecimiento de agua potable para actividades más importantes que el riego de áreas verdes.

Las diferentes opciones en la elección de procesos de tratamiento de aguas residuales nos permiten tener un panorama más amplio ya que hay procesos donde uno puede ayudar en el tratamiento de diferentes contaminantes y con eso poder elegir un tren de pocos procesos que

logre un mejor tratamiento del agua residual aunque en algunos de ellos se utilizan diferentes reactivos lo cual puede elevar el costo en el tratamiento, así como algunas alternativas de tratamiento necesitan de procesos biológicos los cuales pueden ser afectados por las condiciones del ambiente en el que se encuentra lo cual puede afectar el tratamiento.

El emplear Eco-Tecnologías como lo son los humedales en el tratamiento de aguas residuales es una buena opción en la cual se involucran procesos físicos, químicos, biológicos. Los cuales limpian el agua residual de forma que realiza diferentes procesos de tratamiento al mismo tiempo, además de que genera el crecimiento de vegetación para el beneficio del tratamiento.

4.1.2. Conclusiones del servicio social

El servicio social es importante tiene como propósito el beneficio para las comunidades así como también para el estudiante ya que tiene el primer contacto con el área en el que se desarrollara, así como también el dar un beneficio a la comunidad.

Otra de las cualidades que se desarrollan en el servicio social es la capacidad de tomar decisiones y analizar los resultados obtenidos mediante la aplicación de la teoría, ya que siempre es necesario al tomar una decisión la previsión de las consecuencias que tiene la misma.

El servicio social ayuda en la capacidad de enfrentarse a problemas reales que se pueden encontrar afuera del aula de clases, y así poder desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas, además de adquirir las habilidades necesarias para enfrentarse al mundo laboral, las cuales solo se pueden adquirir mediante la experiencia.

El trabajo en equipo es otro de los valores que se adquieren en el Servicio social ya que en ocasiones el trabajar en equipo es necesario para que como grupo se puedan tomar decisiones que beneficien o ayuden en un proyecto, además de que nos permite lograr un mejor análisis y tener diferentes puntos de vista, con lo cual se beneficiara el trabajo realizado en un grupo y así tener mejores resultados.

El servicio social ayuda en la transición de aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas a las diferentes situaciones que nos podemos enfrentar como profesionistas de las diferentes áreas en las que nos desarrollemos.

La implementación del programa de servicio social es un gran beneficio tanto para el estudiante en su desarrollo profesional como a las comunidades con las actividades realizadas por el estudiante logrando un beneficio mutuo entre alumno y comunidad, así como para la institución en la cual el estudiante ha adquirido los diferentes conocimientos para su desarrollo profesional.

Bibliografía

- Lourdes Apolonio Astudillo. (2011). Construcción y Arranque de un Humedal Artificial a Escala Banco de Laboratorio. México: Tesis.
- Carlos A. Arias I., H. B. (2003). Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 17-24.
- Chávez Martínez, M. E. (2010). DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TREN DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA AGUAS RESIDUALES URBANAS USANDO LA TECNOLOGÍA DE LECHO GRANULAR EXPANDIDO. México: Tesis.
- CONAGUA. (s.f.). Planta de Tratamiento Atotonilco. Obtenido de www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/ptaratotonilco.aspx
- CONAGUA. (s.f.). Túnel Emisor Oriente. Obtenido de www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/tunelemisororient.aspx
- CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA, CUC. (2011). DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LODOS ACTIVADOS. Barranquilla: FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES.
- Dayna Yocum. (2007). Manual de Diseño: Humedal Construido para el Tratamiento de las Aguas Grises Por Biofiltración. Santa Bárbara: University of California.
- Diario Oficial de la Federación. (2007). Ley General del equilibrio ecológico y la protección del ambiente. México: Diario Oficial de la federación.
- ESTADO DE MÉXICO. (2004). PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE NEZAHUALCÓYOTL. MÉXICO.
- FES - Aragón. (2010). Anexo PUMAGUA. México: FES- Aragón.
- FES Aragón Gaceta. (2012). PLAN 2009- 2013. MÉXICO: UNAM.
- FES-Aragón. (s.f.). Obtenido de www.aragon.unam/noticias/gaceta/aragon/gaceta_aragon1.html
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL. (2003). PROGRAMA GENERAL DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL. DISTRITO FEDERAL: GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL.

- GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO. (2003). PLAN DE DESARROLLO URBANO DE ECATEPEC. MÉXICO: GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. (2003). PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE NEZAHUALCOYOTL. MÉXICO: GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO.
- GOBIERNO ESTATAL. (2008). PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO. MÉXICO: GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO.
- Lara Borrero, J. A. (1999). Depuración de Aguas Residuales Municipales con Humedales Artificiales. Barcelona: Trabajo Final.
- M. en I. Gilberto García Santamaría González. (2010). 1er Informe 2009-2010. México: UNAM, FES Aragón.
- M. en I. Gilberto García Santamaría González. (2011). 2do Informe 2010-2011. México: UNAM, FES-Aragón.
- M. en I. Gilberto García Santamaría González. (2012). 3er Informe 2011-2012. México: UNAM, FES Aragón.
- M. en I. Gilberto García Santamaría González. (2013). 4to Informe 2012-2013. México: UNAM, FES Aragón.
- Martínez Morales, D. A. (2003). ANÁLISIS COMPARATIVO DE CRITERIOS DE DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION PARA CIUDADES PEQUEÑAS Y MEDIANAS. México: TESIS.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). GUÍA PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES. Lima: COSUDE.
- Osnaya Ruiz, M. (2012). PROPUESTA DE DISEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA UNIVERSIDAD DE LA SIERRA JUÁREZ. Oaxaca: Tesis.
- Russell, David L. (2006). Tratamiento de Aguas Residuales Un Enfoque Práctico. Barcelona • Bogotá • Buenos Aires • Caracas • México: Editorial REVERTÉ.
- Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. (1980). NMX-AA-003-1980, AGUAS RESIDUALES.- MUESTREO. México: Diario de la Federación.
- Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. (1987). NMX-AA-42-1987, CALIDAD DEL AGUA DETERMINACION DEL NUMERO MAS PROBABLE (NMP) DE COLIFORMES

TOTALES, COLIFORMES FECALES (TERMOTOLERANTES) Y *Escherichia coli* PRESUNTIVA. México: Diario de la Federación.

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (2000). NMX-AA-005-SCFI-2000, ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES RECUPERABLES EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS. México: Diario de la Federación.
- Secretaría de Economía. (2001). NMX-AA-028-SCFI-2001, ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES (DBO5) Y RESIDUALES TRATADAS. México: Diario de la Federación.
- Secretaría de Economía. (2010). NMX-AA-006-SCFI-2010, ANÁLISIS DE AGUA- DETERMINACIÓN DE MATERIA FLOTANTE EN AGUAS RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS. México: Diario de la Federación.
- Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (1996). NOM-001-ECOL-1996, Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales. México: Diario de la Federación.
- Secretaria De Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (1997). NOM-003-ECOL-1997, Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes Para Las Aguas Residuales Tratadas que se Reúsen en Servicios al Público. México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (1998). NOM-002-ECOLt-1996, Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Agua Residuales a los Sistemas de alcantarillado Urbano o Municipal. México: Diario Oficial de la Federación.
- SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS. (2000). PLAN DE ACCIONES HIDRAULICAS IZTACALCO. Distrito Federal: GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.
- Secretaria de Salud. (1994). NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, Agua Para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a Que debe Someterse el Agua Para su Potabilización. México: Diario Oficial de la Federación.
- UNAM. (2008). PUMAGUA DIAGNÓSTICO. MÉXICO: UNAM.
- UNAM. (2010). Informe de Avances Resumen Ejecutivo. MÉXICO: UNAM.
- Zonificación del Valle de México. (s.f.). Recuperado el 17 de Noviembre de 2013, de www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/rsvm/zona-valle.jsp