

La creatividad e innovación incremental en el desarrollo de accesorios urbanos, favorecidos por las Nuevas Tecnologías (NT) en bienestar de la sociedad. Un caso: la tapa de alcantarilla (manhole).

Esp. D. Sergio Cerón Escutia

*"No podemos resolver los problemas usando el mismo tipo de pensamiento que usamos cuando se crearon".
"No pretendamos que las cosas cambien, si siempre hacemos lo mismo..."
(Palabras atribuidas a Albert Einstein)*

Resumen

Esta investigación surge como parte de una inquietud por encontrar una solución al problema de la ausencia de tapas de alcantarilla en algunas zonas de la Ciudad de México.

El método de trabajo consiste en evaluar hasta qué punto las NT sirven en la creación y en el desarrollo de un producto con diferentes características al promedio, mediante el empleo de una serie de softwares como Inventor® y Solid Works®, y equipo de impresión 3D, (Rapid Prototyping) que ayudarán en el modelado y análisis funcional y estructural.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que en cuestión de diseño y modelado, las NT apoyan hasta en un 100 %, pues permiten previsualizar el objeto, mientras que por el lado del análisis funcional y estructural, el porcentaje disminuye, ya que algunos softwares, sólo son útiles para cierto tipo de pruebas; se tendrían que crear ex profeso para completar un análisis, en lugar de adaptarlos de otros programas.

Como conclusión puede decirse que, no obstante el gran desarrollo alcanzado y las grandes ventajas que representan las NT, éstas tienen sus límites; hay aspectos que siguen siendo tan vigentes como las pruebas con modelos a escala.

Palabras clave: Innovación, creatividad, Nuevas Tecnologías (NT), bienestar social, tapas de alcantarilla (manhole).

Introducción

El siguiente documento forma parte de un proyecto de investigación para obtener el grado de Maestro en Diseño en Nuevas Tecnologías, en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (México) y se basa en buena medida en mi capacidad de observación y en mi experiencia como un simple ciudadano, ante una situación delicada e importante (como lo es la ausencia de tapas de alcantarilla), que afecta de manera significativa a la población de la Ciudad de México.

Este trabajo contempla una breve revisión histórica de las tapas de alcantarilla en México, su aparición y cómo a través de la innovación, la creatividad y las NT, se puede transformar un producto que por mucho tiempo ha sido el mismo, no ha sufrido grandes cambios y que pueda contribuir al bienestar social.

Por otra parte, aunque las NT son una herramienta valiosa en el diseño, creación y desarrollo de objetos, no son la “panacea”; no obstante sus ventajas como el modelado digital, aún hay que recurrir a técnicas tradicionales como la elaboración de modelos a escala para hacer cierto tipo de pruebas, mismas que no podrían realizarse tan sólo con el empleo de programas de computación, por precisos que sean éstos.

“Un aspecto que no debe pasarse por alto es que la introducción de nuevas tecnologías no siempre implica desechar las viejas máquinas convencionales”.¹

Las NT intervienen en todo proceso de creación de un objeto, desde su concepción hasta su distribución; esto se observa mucho en la industria, donde su inclusión “... permiten reducir tanto el tiempo en los procesos de producción como en el de cambios en los modelos”.²

Asimismo, la innovación y la creatividad juegan un papel importante y se puede decir que casi van de la mano con las NT, (digamos que se afectan mutuamente) una

buena y novedosa idea puede surgir en cualquier momento, pero sin los recursos tecnológicos, ésta tal vez tenga que esperar.

La innovación “es el arte de hacer nuevas conexiones y continuamente desafiar el status quo - sin cambiar las cosas sólo por cambiarlas”.³ La creatividad es el punto de partida, es la apreciación de los objetos y de sus funciones, desde punto de vista distinto.

Si bien es cierto que la actividad del diseño puede contribuir al bienestar social, también es cierto que modela, conforma e incide en nuestros hábitos y costumbres.

En la Edad Media,...aún en la clase aristocrática las normas en el comedor eran muy relajadas, pues todavía los invitados limpiaban sus cuchillos en sus ropajes o en los manteles, cuando todavía no eran conocidos ni el tenedor ni la servilleta; así también sonarse la nariz con la mano era natural,...tampoco había pañuelos; todos en el comedor, se servían de la mano para tomar la comida de la fuente común. La clase en el poder desde esa época empezó a diferenciarse, por lo que inició un proceso para regularizar las actividades sociales dentro de su casa.⁴

PRIMERA PARTE

La tapa de alcantarilla

La historia de las tapas de alcantarilla va ligada a la de los sistemas de alcantarillado (y ésta a la del abastecimiento de agua), aunque no se dio al mismo tiempo. Los sistemas de alcantarillado, han sido la forma más adecuada para la eliminación de las aguas servidas, así como de las excretas y otros residuos orgánicos, producidas por los distintos asentamientos humanos a lo largo de los siglos, de modo que cada época se ha distinguido por adoptar una solución ante tal problema.

Cuando la población era muy poca y nómada, los desechos (en su mayoría orgánicos), no representaba mayor dificultad, pues su descomposición era natural,

pero conforme crecieron y se fueron asentando, la situación tomó otro carisma. Ya no era tan fácil deshacerse de ellos, por lo que la gente optó, en principio, por dejarlos en el piso de sus casas o bien, arrojarlos fuera de ella, transformándose en un problema de salud pública.

Algunas civilizaciones de la antigüedad que se establecieron en Creta, Babilonia, Nínive e India, ya habían afrontado dicho problema al construir desde rellenos sanitarios hasta cloacas y breves sistemas de drenaje o de recolección de desechos. La Ciudad de Roma (S. VII a.C.) ya contaba con la “Cloaca Máxima” ubicada en el circo romano.

El caso de México es sumamente particular. Los primeros asentamientos que se registran, son en el altiplano, destacando la civilización que fundaría la emblemática Ciudad de Tenochtitlán: los aztecas. Establecida en una cuenca cerrada (que más tarde se conocería como la Cuenca del Valle de México), estaba rodeada por cinco cuerpos de agua, lo cual representaba todo un reto, ya que las condiciones se tornaban peligrosas al momento de las lluvias, por lo que los aztecas, (con la tecnología del momento), se vieron en la necesidad de realizar toda una obra de ingeniería hidráulica, para poder vivir. No sólo había que pensar en traer agua potable de lugares alejados (la zona lacustre también era salitrosa), sino que al tiempo había que liberarse tanto de las aguas de lluvia, como de las servidas (y por ende de los desechos). Uno hubiera pensado en arrojarlos directamente a los lagos o ríos, pero no era así: las excretas humanas, así como los residuos orgánicos, eran depositados en una especie de letrinas y posteriormente recolectados y transportados en canoas para ser utilizados como fertilizantes en las chinampas, mientras que los orines (igual, almacenados en recipientes en las casas), se empleaban en el proceso de teñido de telas.

Con la llegada de los españoles (y después de la caída de Tenochtitlan), la situación cambió por completo. La costumbre europea de arrojar los desechos a las calles⁵, también se adoptó en la Nueva España. Durante la época virreinal, sólo existían arroyos en las calles y simples canales que funcionaban como colectores; con los virreyes Don Matías de Gálvez y Don Juan Vicente de Güemes Pacheco de Padilla, se construyeron atarjeas. La situación no mejoró mucho en el México independiente;

después de la guerra, los problemas de salud pública, aumentaron, aunados al del peligro latente de las inundaciones.

Fue hasta finales del siglo XIX, cuando se crea la Junta de Directiva de Saneamiento para llevar a cabo el proyecto de desagüe y saneamiento para la Ciudad de México, a cargo del Ing. Roberto Gayol. Es aquí donde se realiza por vez primera, una planeación y un estudio a conciencia, para dotar a la ciudad, no sólo de un sistema de drenaje, sino también de alcantarillado público y a nivel de las casas. Es aquí cuando se crea una red subterránea de tuberías que transportarán tanto las aguas de lluvia, como las residuales (drenaje combinado); es aquí cuando aparece el concepto de “pozo de visita” (manhole); cuando se habla por primera vez de un accesorio callejero que, en adelante, pasaría a formar parte del paisaje urbano: la tapa de alcantarilla.

El Ing. Gayol la describe en su proyecto⁶:

1ª.- Los pozos de visita serán de sección circular ó elíptica cuando estén sobre atarjeas de un metro de diámetro o menos; para aquellos que sean de un diámetro mayor serán de sección cuadrada, pero en uno y en otro caso terminarán al nivel de la calle con una abertura circular de sesenta centímetros de diámetro...

2ª.- La abertura de que se acaba de hacer mención estará cubierta con una tapa de fierro colado, cuya figura y dimensiones se puede ver en el dibujo № 10; esta tapa estará perforada en todo su exterior pero los agujeros de la periferia se taparán con pequeños blocks de madera de encino, dejando descubiertos sólo los del centro que servirán para ventilar la atarjea.

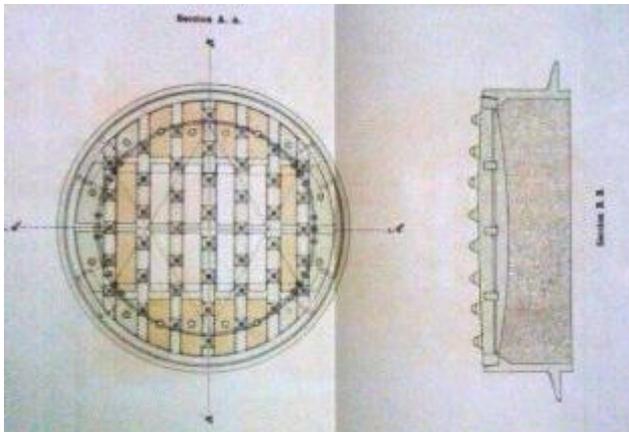
3ª.- En los casos en que la práctica demuestre que la pequeña cantidad de basura que se introduce por los agujeros de las tapas, es un inconveniente que no remueven fácilmente los golpes de agua que han de lavar las atarjeas, se colocará dentro del pozo una cubeta de fierro como lo indica la figura 2 del dibujo № 10.

4ª.- Los pozos de visita se colocarán a una distancia que puede variar entre cincuenta y ciento cincuenta metros según las circunstancias.

5ª.- *Cuando las atarjeas pasen por calles muy concurridas ó donde haya una vía de ferrocarril sobre la atarjea, los pozos de visita tendrán una entrada lateral por la banqueteta...; pero en todos los demás casos las entradas estarán directamente a plomo sobre el eje del conducto...*

6ª.- *Sobre las atarjeas de 0^m 90 ó menos de altura, se construirán pozos para lámparas a distancias que no sean mayores de cincuenta metros; cuya construcción será semejante á la de los pozos especiales de ventilación.*

7ª.- *En cualquier inflexión del eje del conducto, ya sea en alineamiento, ya sea en pendiente, habrá siempre un pozo de visita o un pozo para lámpara, según que se trate de una atarjea de grande o pequeña sección.⁷*



Ahora bien, desde entonces, tanto la forma de la tapa, el material, así como sus funciones, se han mantenido casi iguales, ¿por qué?

Muy probablemente porque su función principal (la de tapar) está cubierta y no hay nada más que hacer: “¿para qué sirve una tapa sino para tapar un ‘coladera’?”⁸ Pero a pesar de que su utilidad va más allá de eso, no reparamos en ella sino hasta que

no está en su sitio. Ahí es cuando nos damos cuenta de la importancia que reviste este singular accesorio; sin la tapa podemos entrar en crisis o... ¿cuántos de nosotros no tenemos una anécdota que contar relacionada con una tapa de alcantarilla del tipo pozo de visita (manhole), ya sea porque la vivimos en carne propia o por referencia de terceros?

SEGUNDA PARTE

La creatividad, el diseño y la innovación incremental

¿Cómo es que se relacionan éstos tres conceptos en la solución de un problema de esta naturaleza?

El Diseño juega un papel importante en la formulación de ideas innovadoras. “El Diseño es qué enlaces hay entre la creatividad y la innovación. Forma ideas prácticas y propuestas atractivas para los usuarios o clientes. El Diseño puede ser descrito como la creatividad desplegada a un fin específico”.⁹

El diseñador debe explorar, experimentar, proponer, comparar opciones para elegir la mejor solución posible, la que mejor funcione. De lo que se trata es de hacer las cosas de manera consciente y distinta, alejada de lo común. A los diseñadores con frecuencia se les considera que¹⁰:

- *Son tolerantes a la ambigüedad*
- *Perciben el mundo diferentemente*
- *Ven posibilidades*
- *Preguntan*
- *Son pensadores divergentes*
- *Cambiar el status quo*
- *Son felices de asumir el riesgo*

*La Dra. Bettina Von Stamm señala que en la “innovación exitosa lo primero y lo más importante, es la creación del valor. Los diseñadores hacen esto mediante la mejora de productos existentes, procesos o servicios (innovación incremental), o mediante el desarrollo de productos, procesos o servicios de valor que no han existido previamente (innovación radical)”.*¹¹

*Y si tomamos en cuenta la definición de diseño industrial de la UAM Azcapotzalco la cual dice que: “... El repertorio de productos-artefactos resultado de la acción del diseñador industrial se encuentra condicionado a aquéllos que, destinados a amplios sectores de población en interacción directa perceptiva o manipulativamente con el hombre, prestan un servicio a éste como usuario y conforman su ambiente y la cultura material”.*¹² *podemos completar el marco de acción en donde nos moveremos.*

El diseño se vale de la creatividad y de la innovación para crear o mejorar productos-artefactos, procesos o servicios, destinados al beneficio del hombre-usuario y del medio en el que éste se desenvuelve. Teniendo en mente esto, es como centro mi atención en las tapas de alcantarilla del tipo pozo de visita o manhole.

En principio ocurre que ése accesorio del alcantarillado está en la vía pública, a la vista de todos y tiene la característica de estar hecho, por lo general, de hierro (porque también las hay de cemento, mismas que son un poco más grandes), material que lo hace susceptible de comerciar de forma ilegal, pues puede ser vendido



como chatarra en lugares que negocian con desperdicio. Eso explica en buena medida su desaparición, pero no del todo; también con el tiempo se va desgastando y por las condiciones a las que es sometido (peso, temperatura, corrosión), puede estropearse al estar a la intemperie.

Pues bien, hay varias formas de abordar este problema, pero básicamente son dos: por el lado del diseño o por el lado de los materiales (aunque en un momento dado, también podrían combinarse).

En primera instancia había que pensar en la función: “¿para qué sirve la tapa?” Evidentemente cubre el agujero, pero también permite el paso del agua al interior de la alcantarilla y la salida de gases, (ya que el sistema de drenaje requiere ventilación); además impide que objetos (y personas) extraños caigan en él. En cuanto a la forma ¿Por qué las tapas son circulares?, pues porque la redondez evita que caigan al interior (un cuadrángulo es fácil de hacer pasar por un hueco igual de cuadrado). Si no representan mayor dificultad para ser hurtadas por ciertas personas, es porque no poseen un seguro que las afiance o bien éste es débil, es decir, en cierto momento, las tapas se vuelven piezas sueltas.

En lo referente a los materiales, si el hierro es el problema (y la solución), entonces bastaría con emplear para su fabricación otro tipo de materiales ferrosos que no sean comerciables, o bien, añadirle al mismo hierro, algún aditivo que le dé propiedades anti-reciclables. El inconveniente que se presentaría a la larga, sería qué hacer con la tapa cuando termine su vida útil: podría convertirse en basura inerte y crearía un segundo problema.

Una segunda opción está en los polímeros; se puede recurrir a ciertos plásticos para fabricar tapas tan resistentes como el mismo hierro, con ventajas adicionales como la ligereza, el bajo costo y la pérdida de valor comercial en el mercado negro; inclusive ya hay investigaciones sobre bio-polímeros y materiales alternativos compuestos, que incorporan los residuos de otros materiales como el PET o el neopreno, para ser reutilizados. Sin embargo, ésta industria aún está empezando y todavía se encuentra en un nivel competitivo bajo, respecto a la ya muy establecida del hierro.

Había que trabajar entonces en una alternativa que incluyera todos estos puntos (o la mayor parte) y con la que se pudiera ofrecer una solución a la desaparición de las tapas. Por medio de una matriz de interacción y una de evaluación, (amén de las observaciones que realizaba cuando caminaba por la calle), se pudieron sacar

varias opciones que agruparan todos éstos conceptos; de ahí surgieron una serie de bocetos y de los bocetos, por medio de una matriz de prelación, se perfiló el concepto del cual me ocupó.

El objeto-artefacto desarrollado (que en adelante se denominará "ID"), contempla los puntos arriba mencionados: cumple la función de cubrir, permitir el paso al interior del agua y al exterior de los gases y evitar la introducción de objetos ajenos al sistema de drenaje; es circular y está dotado de un seguro que evita que se convierta en una pieza suelta. Por su estructura puede fabricarse tanto con materiales convencionales como alternativos y sobre todo, aporta un beneficio social.

Para estructurarlo se recurrió a las NT, mismas que resultan ser para el diseñador, herramientas sumamente importantes en la creación y desarrollo de objetos-artefactos.

TERCERA PARTE

El análisis con las Nuevas Tecnologías (NT)

Desde su concepción hasta la realización física (como modelo a escala) del ID, se recurrió y se emplearon las NT en sus diversas formas (equipo de cómputo, internet, cámaras digitales, software especializado) y en varias etapas del proceso de desarrollo; aunque se puede decir que sin ellas el proyecto hubiera tomado mucho más tiempo y que no se hubieran podido llevar a cabo ciertos procesos de análisis, también es cierto que tienen sus límites.

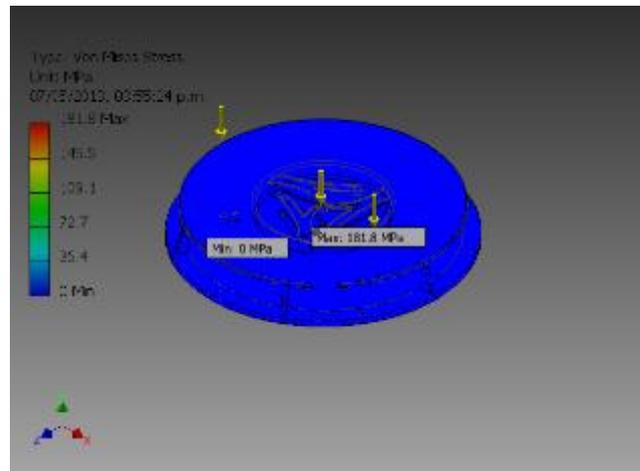
Una de las primeras cosas que se realizó para darle forma al ID, previo al modelado digital y después de los bocetos, fue una maqueta. Esta maqueta a menor escala, se construyó con acrílico y para ello se utilizó una máquina cortadora láser. Aquí las NT ayudaron enormemente, pues cortar curvas a mano en acrílico y con cierta precisión, es bastante difícil y se hubiera requerido no sólo tiempo, sino también dinero.

Para el modelado digital se empleó el programa de Autodesk Inventor® primero en versión 2010 y luego 2013. Este programa ayudó a construir y representar gráficamente al ID; de este forma, se pudo observar desde muchos ángulos el objeto en cuestión para sacar conclusiones y apuntes acerca de aspectos clave, mismos que redundarían en modificaciones del concepto original, con la gran ventaja de poder conservar cada versión elaborada, guardándola tan sólo en una memoria USB.



Una vez con el modelo muy próximo a lo que se quería, entonces se imprimió, ¿cómo?, pues recurriendo a otra NT más: el prototipado rápido (Rapid Prototyping). Mediante un impresora 3D, se obtuvo una reproducción física a escala del ID con gran detalle, el cual serviría para realizar pruebas de comportamiento que tendría cuando el agua con partículas pasara por él. Esta simulación ayudaría a confirmar las hipótesis acerca de la forma y de cómo puede afectar su funcionamiento.

Quedaba la fase del cálculo por elemento finito. Este se llevó a cabo con el mismo Inventor®. Dado que no resulta costoso experimentar con un prototipo funcional a escala 1:1 y más con los materiales pensados, los programas de cómputo como Inventor®, representan una considerable ayuda. De modo que, se



hicieron los debidos análisis de esfuerzo mediante el método de Von Mises, asignándole dos clases de materiales (tradicional y alternativo), para posteriormente comparar los resultados que arrojó el reporte. Con él, se obtuvo información valiosa que me permite ponderar y reevaluar al ID, para seguir mejorando y reforzando sus características que lo definen. Este tipo de cálculo bien hubiera podido hacerse de forma convencional, sin duda, pero a su vez, alargaría mucho más el tiempo, no sólo

en cuanto al cálculo mismo se refiere, sino a la recopilación de las características y datos de los materiales en cuestión.

Conclusiones Generales

Los sistemas de alcantarillado, son prácticamente (en términos históricos) recientes (Siglo XIX) y a pesar de que fue desarrollado por civilizaciones de la antigüedad que comenzaron a tener problemas sanitarios por echar las inmundicias a la calle, no estaban del todo bien estructurados. Las tapas de alcantarilla harán su aparición sólo hasta que los conductos se sotierren, cuando nace la primera red subterránea de alcantarillado sanitario y público a base de tuberías (que incluyera su conexión a las casas) para transportar todas las aguas residuales y de desecho de la ciudad. Es comprensible que una tapa no tendría razón de ser, si no hubiera alcantarilla o cloaca que cubrir.

En el caso de México, las tapas aparecieron cuando el ingeniero Roberto Gayol se hizo cargo del proyecto del sistema de desagüe y saneamiento (1897); él planeó toda la estructura de alcantarillado para la Ciudad de México y habló por primera vez de las tapas para los pozos de visita, describiéndolas a conciencia.

Dado que es un accesorio o un elemento adicional, sólo se planteó su estructura una sola vez: al momento de construir el sistema de alcantarillado. De ahí en adelante tanto su función como su forma se han mantenido.

El diseñador industrial tiene amplia injerencia en el manejo de situaciones como esta, pues justamente su labor gira en torno del desarrollo y modificación de objetos-artefactos que beneficien a la sociedad y por ende, al usuario. Para tal efecto, la creatividad y la innovación, juegan un papel decisivo en su labor, debiendo desafiar al Status quo, de las cosas.

Lo que se hizo fue, tan sólo vislumbrar el problema de la ausencia de las tapas de alcantarilla y proponer una solución. A veces hay que detenerse un momento y preguntarse el por qué de las cosas y situaciones; también hay que prever, ya que

eso facilita enormemente la labor a cualquiera y puede ahorrar tiempo, dinero y esfuerzo.

Cuando la tecnología o los recursos tecnológicos se usan sólo porque sí, no se aplican de forma adecuada o fallan porque tal vez no es su momento, puede volverse contra nosotros. Las NT deben ayudar, servir al progreso, no a crear más problemas o agrandarlos.

En cuanto a la aplicación de las NT en este proyecto, no todas sirvieron como se había supuesto inicialmente, aunque si permitieron acercarse a la obtención de resultados muy próximos a los reales.

El programa Inventor® fue muy útil, ya que ayudó a modelar de manera virtual todo el objeto para poder apreciarlo desde distintos puntos de vista y elaborar una serie de variantes de cada pieza sin necesidad de materializarlo. A su vez se pudo realizar el análisis de elemento finito, manejando parámetros reales de esfuerzo, así como materiales que el programa ya incluye. Esto significó un considerable ahorro de tiempo en el cálculo, el cual, a pesar de que puede sacarse por métodos matemáticos tradicionales, tomaría bastante tiempo en realizarlos; de la misma manera arrojó datos para poder tomar decisiones al respecto en caso de observar deficiencias en el comportamiento de esfuerzos, lo cual llevaba, en repetidas ocasiones a la mesa de trabajo para continuar modificando al objeto en cuestión. Este programa facilita enormemente esta labor.

Sin embargo, no se debe perder de vista que dichos datos, (aún cuando son muy precisos), son obtenidos bajo condiciones “ideales” o estándar, como de temperatura o presión, lo cual deja todavía mucho margen para seguir experimentando, haciendo combinaciones de variables para lograr acercarse más a la realidad (tarea un poco más complicada, porque hay que profundizar en conceptos de ingeniería).

Otra limitante detectada fue en el uso de las versiones. Inventor® impide guardar proyectos en versiones menores (tal y como si se puede hacer con otro programa de la misma marca: el AutoCAD®), es decir, si se trabaja en Inventor 2010 y luego se abre en la versión 2013, no se pueden guardar los cambios otra vez en la versión 2010 (tal vez por por motivos comerciales, de derechos o políticas de la Compañía);

de ahí que fuera importante trabajar en todo momento con la misma versión y en un mismo equipo, para evitar esto. También conviene trabajar el programa con la licencia y no con la licencia Student, ya que ésta contiene menos privilegios (como el uso de las librerías), está limitada en cuanto a funciones y no se pueden realizar de forma completa los análisis de esfuerzos, por ejemplo. Sin duda representa una gran ventaja el poder contar con el programa que AUTODESK® ofrece a estudiantes a través de su página WEB, pero en casos como éste, resulta mejor comprar la licencia para trabajar sin inconvenientes de éste tipo.

Con el Rapid Prototyping, (impresión en 3D) se consiguió llevar a la realidad el ID, para hacer pruebas de su funcionamiento, así como observar el comportamiento del agua y de objetos que pudieran afectar el desempeño del proyecto; aún a escala, se pudo simular y emular las condiciones, lo cual permitió en un caso confirmar los supuestos que al momento de su concepción ya se habían contemplado y en otro, hacer más ajustes a las piezas.

Por otro lado, no se encontró un programa de computación que permitiera hacer un análisis de fricción entre las superficies de contacto provenientes de dos objetos distintos, es decir, se quería simular el desgaste que tendría la superficie del ID, con el paso de las ruedas de los vehículos, o sea, el neopreno contra el Polietileno de Alta Densidad o el hierro. Fue por eso que se descartó trabajar con Solid Works®, ya que con éste programa sólo se puede realizar el análisis pero entre las piezas de un mismo ensamble.

A pesar de que existen ciertos programas de simulación de flujos, no se halló uno que reprodujera el comportamiento que tendría el agua con algunos objetos o partículas y que, de existir, estuviera al alcance de uno. Pudieran hacerse adaptaciones tomando algunos elementos de otros programas y tratar de adaptarlos al experimento o bien, darse a la tarea de crearlos, pero eso es materia de otra tesis. Por lo pronto, baste decir que las NT, auxilian en muchas cosas y de varias maneras, pero no pueden hacerlo todo.

Lo mejor sería trabajar con el modelo a escala 1:1, con el material que debería ser y colocándolo en el sitio adecuado para hacer un trabajo mucho más completo, pero

sabemos que esto resulta muy costoso, además de que implican más tiempo. Justamente esto es en lo que las NT, son de gran ayuda: ahorran tiempo y dinero.

Bibliografía

- *Babbitt, Harold E. (1977). Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras. México: Compañía Editorial Continental, S.A.*
- *De Wikiquote, la colección libre de citas y frases célebres. Obtenida el 04 de febrero del 2013, de http://es.wikiquote.org/wiki/Albert_Einstein*
- *Domínguez Villalobos, Lilia y Brown Grossman, Flor (1988). Transición hacia tecnologías Flexibles y Competitividad Internacional en la Industria Mexicana. México: Miguel Ángel Porrúa, librero-editor*
- *Gayol, Roberto (1892). Proyecto de Desagüe y Saneamiento de la Ciudad de México que por Orden del Ayuntamiento Formó el Ingeniero Roberto Gayol. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento*
- *Gurría Lacorix, Jorge (1978). El Desagüe del Valle de México, durante la época Novohispana. México: Dirección General de Publicaciones, UNAM*
- *Krick, Edward (1988). Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería. México: LIMUSA, Noriega Editores*
- *Martínez Pereda, Pedro. Algunos aspectos del alcantarillado y drenaje en México. Obtenida el 10 de marzo del 2013, de <http://hist.library.paho.org/spanish/Bol/v63n4p330.pdf>*
- *Medina, Martín. Manejo de desechos sólidos y desarrollo sustentable. Obtenida el 24 de marzo del 2013, de*

<http://www.camaramedellin.com.co/cendocvirtual/documents/R54-6MANEJOEDESECHOSSOLIDOS.PDF>

- *Montoya Rivero, Ma. Cristina. Del desagüe del Valle de México al drenaje profundo. Obtenida el 24 de enero del 2011, de <http://www.mexicodesconocido.com.mx/del-desague-del-valle-de-mexico-al-drenaje-profundo.html>*
- *Nanni, Vittorio (1972). Técnica Moderna del Alcantarillado y de las Instalaciones Depuradoras. Barcelona: Editorial Científico - Médica*
- *Rodríguez Morales Leopoldo. (2004). Los "Meaderos Públicos" en la Ciudad de México. Pequeñas construcciones urbanas del siglo XIX. Boletín de Monumentos Históricos. INAH, 2 (3), 59-76.*
- *Sánchez Segura, Araceli. (1995). Proyecto de Sistemas de Alcantarillado. México: Instituto Politécnico Nacional*
- *Schnarch Kirberg, Alejandro. (2001). Nuevo Producto. Creatividad, innovación y marketing. Bogotá: McGraw-Hill / Interamericana, S.A.*
- *Simón Sol, Gabriel (2009). + de 100 definiciones de diseño. México: UAM, Unidad Xochimilco*
- *Ulrich, Karl T. y Eppinger, Steven D. (2009). Diseño y desarrollo de productos. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A de C.V.*
- *Von Stamm, Bettina. The essentials of innovation. Obtenida el 07 de Julio del 2011, de <http://www.designcouncil.org.uk/Innovation>*

¹ Domínguez Villalobos, Lilia y Brown Grossman, Flor, *Transición hacia tecnologías Flexibles y Competitividad Internacional en la Industria Mexicana*. México, Porrúa, 1988, p. 72

² Domínguez Villalobos, Lilia y Brown Grossman, Flor, *op cit.*, p. 79

³ Von Stamm, Bettina. *The essentials of innovation*. Obtenida el 07 de Julio del 2011, de <http://www.designcouncil.org.uk/Innovation>

⁴ Norbert, Elías citado por Rodríguez Morales, Leopoldo. Los "Meaderos Públicos" en la Ciudad de México. Pequeñas construcciones urbanas del siglo XIX. Boletín de Monumentos Históricos. INAH, 2004, p. 60

⁵ De ahí viene la expresión local de "¡AGUAS!", como advertencia para no ser "bañado con las aguas nocturnas" y demás inmundicias que se arrojaban de manera indiscriminada a la vía pública.

⁶ Gayol, Roberto, Proyecto de desagüe y saneamiento para la Ciudad de México, que por orden del ayuntamiento firmó el ing. Roberto Gayol. México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1892, p. 104

⁷ El subrayado es mío (N. del A.)

⁸ En México, tanto a la tapa como al agujero mismo de la alcantarilla, se le conoce vulgarmente como "coladera".

⁹ Cox Review of creativity and business, citada por Von Stamm, Bettina, op. cit.

¹⁰ Von Stamm, Bettina, op. cit.

¹¹ Von Stamm, Bettina, op. cit.

¹² Simón Sol, Gabriel (2009). + de 100 definiciones de diseño. México: UAM, Unidad Xochimilco