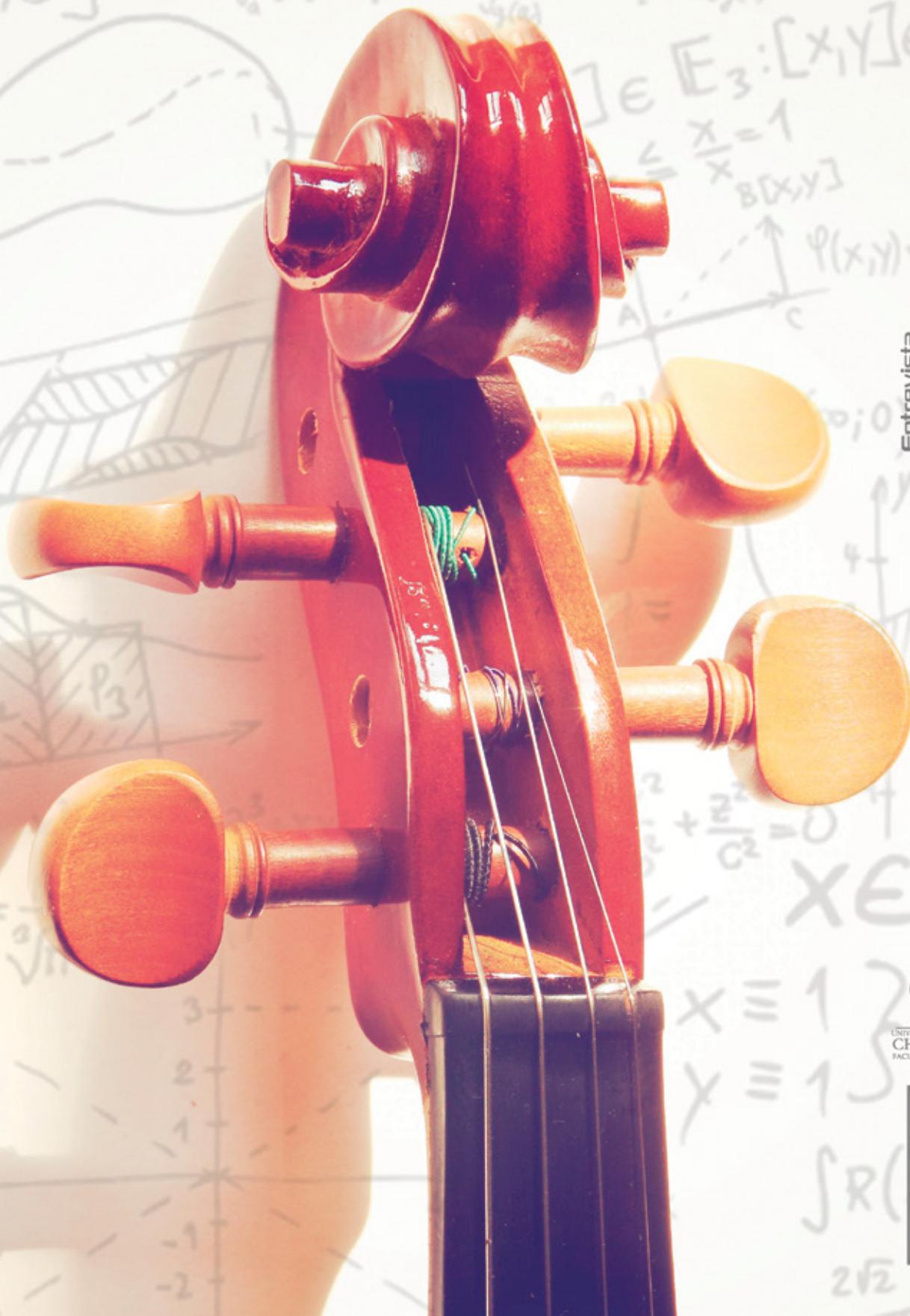




FINGUACH

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA



Entrevista
Dra. Thamar Solorio Martínez
Departamento de Computación de la Universidad
de Houston

El mundo de los drones:
Tipos de drones y sus principales
usos



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA
FACULTAD DE INGENIERÍA

DIC 2017 - FEB 2018

Año 9 Núm. 14

ISSN: 2448-5489

latindex

Celebra

Villas Navideñas

Pabellón Interactivo

Una Navidad en Grande

Área de Foodtrucks

Pista de hielo
Tren Navideño

Del 02 de diciembre al 06 de enero en la Plaza del Ángel



M.I. Javier González Cantú

En cumplimiento a la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Chihuahua en su Artículo 38 Fracción IX, el 10 de noviembre del 2017 se presentó el informe de actividades del período octubre 2016 - octubre 2017 de nuestra Facultad de Ingeniería, en el cual se mencionaron los logros académicos, de investigación y difusión, así como de las otras actividades culturales y deportivas que le dan al alumno una formación integral. Actualmente ofrecemos once programas de nivel licenciatura y siete programas de posgrado.

Atendiendo la capacitación en materia de transporte binacional el Centro de Tránsito de Tecnología del Transporte de nuestra Facultad impartió un curso denominado "Creación de nuevas rutas con *Model builder* y análisis de redes con *Network Analyst Tool* de ArcGIS 10.X" en las instalaciones del Departamento de Transporte de Nuevo México en la ciudad de las Cruces al cual asistieron 23 representantes de los estados de Chihuahua, Sonora, Baja California, Nuevo México y Texas. Agradecemos al Secretario de Transporte de Nuevo México, Tom Church y al diputado Anthony Luján por la invitación.

En el semestre agosto - diciembre de este año inició la quinta generación de la Maestría en Vías Terrestres que se imparte en la extensión de Guadalajara con 19 alumnos. Agradecemos al M.I. Salvador Fernández Ayala Presidente de la AMIVTC y Director General de la SCT Jalisco por el apoyo para que esto sea posible.

Por otra parte del 23 al 26 de octubre se realizaron las XVII Jornadas de Otoño, las cuales abarcaron conferencias en las áreas de conocimiento de computación, ingeniería civil, estadística, salud, torneos de ajedrez, voleibol y *ping pong*. La Dra. Thamar Solorio Martínez profesora- investigadora del Departamento de Computación de la Universidad de Houston presentó la conferencia magistral *Natural language processing with deep learning* y concedió la entrevista para nuestra revista.

Para finalizar les deseo a todos que tengan una feliz navidad y un próspero año nuevo.



Contenido

- 3 >** El mundo de los drones: Tipos de drones y sus principales usos
M.S.C. José Lino Carrillo Villalobos, M.I. Arión Ehcatt Juárez Menchaca, M.I. Aracely López Terrazas, M.I. Fabricio Madrigal Vázquez
- 6 >** Música y matemáticas
Ing. Eliana López Ortega, Dr. Octavio Raúl Hinojosa de la Garza y Dr. José Luis Herrera Aguilar
- 8 >** Entrevista con el Dra. Thamar Solorio Martínez
Departamento de Computación de la Universidad de Houston
- 10 >** Recarga de acuíferos con estructuras de concreto permeable
Dr. José Mora Ruacho, Dr. Adán Pinales Munguía y Dr. Fernando Astorga Bustillos
- 12 >** Orden y limpieza: consideraciones en el avance físico y financiero de obra
M.A.C. Vanessa Baeza Olivás
- 14 >** Estudio cualitativo del comportamiento del flujo del agua que causa socavación en estructuras de puentes
M.I. José Elías Villa Herrera, Dr. Cornelio Álvarez Herrera, M.I. Antonio Campa Rodríguez, M.C. Carlos Eduardo Sánchez Ramírez, M.A. Eloy Normando Márquez González, Dr. Humberto Silva Hidalgo y Dr. José Luis Herrera Aguilar

FINGUACH es la edición institucional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), en la que predominan actividades de ciencia y tecnología con un sentido sustentable para impulsar el desarrollo económico y social, regional, nacional e internacional. El contenido de la publicación es principalmente desarrollado por investigadores de la UACH, así como de otras instituciones gubernamentales y privadas. El contenido de los artículos es responsabilidad de sus autores por lo que no necesariamente refleja el punto de vista de la institución.

Es una edición trimestral gratuita con distribución estatal y nacional en otras universidades, colegios de ingenieros, abogados, arquitectos, ciencias de la información, mineros, geólogos y topógrafos; cámaras empresariales, dependencias gubernamentales, centros de investigación y en congresos tecnológicos.

FINGUACH, Año 4, Núm. 14, diciembre 2017 - febrero 2018, es una publicación trimestral editada por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Secretaría de Extensión y Difusión por la Facultad de Ingeniería, Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario, 31100 Chihuahua, Chih. Tel: (614) 4429502, www.fing.uach.mx, finguach@uach.mx. Editor responsable: Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-071312482200-102, ISSN: 2448-5489, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho del Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 16657 otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Carmona impresores, Blvd. Paseo del Sol #115, Jardines del Sol, 27014 Torreón, Coah. Distribuida por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario, 31100 Chihuahua, Chih. Tel: (614) 4429502. Este número se terminó de imprimir el 30 de noviembre de 2017 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Los contenidos podrán ser utilizados con fines académicos previa cita de la fuente sin excepción.



Directorio

M.E. Luis Alberto Fierro Ramírez
Rector

M.I. Javier González Cantú
Director

M.A. Jorge Alberto Arias Mendoza
Secretario Académico

Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos
Secretario de Investigación y Posgrado

M.I. Rodrigo De La Garza Aguilar
Secretario de Planeación

M.I. Leticia Méndez Mariscal
Secretaria Administrativa

M.I. David Maloof Flores
Secretario de Extensión y Difusión Cultural

Consejo editorial

M.I. Javier González Cantú
Presidente

Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos
Editor en jefe

M.I. Guadalupe Irma Estrada Gutiérrez
Editor adjunto

Dr. Luis Carlos González Gurrola
Editor adjunto

Dr. José Luis Herrera Aguilar
Editor adjunto

M.I. Jesús Roberto López Santillán
Editor adjunto

M.I. David Maloof Flores
Editor adjunto

Dra. Cecilia Olague Caballero
Editor adjunto

Dr. Alejandro Villalobos Aragón
Editor adjunto

El mundo de los drones:

Tipos de drones y sus principales usos

> M.S.C. José Lino Carrillo Villalobos, M.I. Arión Ehcatl Juárez Menchaca, M.I. Aracely López Terrazas, M.I. Fabricio Madrigal Vázquez

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, FINGUACH Año 4, Núm. 14, diciembre 2017 - febrero 2018

Actualmente se dispone de una gran variedad de tipos de aeronaves no tripuladas y a eso se debe la importancia de reconocer sus características así como su funcionalidad para poder realizar la mejor elección según sean las necesidades planteadas.

Es importante mencionar que no existe una clasificación única, por el contrario, existen múltiples y diversas clasificaciones que en ocasiones se complementan y en otras se contraponen, por lo tanto se mencionarán las más importantes y utilizadas en el contexto nacional e internacional de las aeronaves no tripuladas por su forma de sustentación.

Tipos de drones clasificados por el tipo de sustentación

Diversos autores como Santana (2017) y Oñate (2015) establecen que existen dos grandes grupos: los aerostatos y los aerodinos. Los primeros requieren un gas que sirve de sustentación como los dirigibles o los mismos globos aerostatos de los que deriva su nombre; los aerodinos, por el contrario son más pesados que el aire por lo que requieren de propulsión para poder elevarse.

Los tipos de drones más populares debido al tipo de sustentación son los aerodinos que por sus características en el manejo de rotores o hélices son más utilizados que los aerostatos, por lo que se hace referencia exclusivamente a los aerodinos, los cuales pueden ser clasificados en tres grandes áreas: ala fija, ala rotatoria e híbridos (Santana, 2017).

1.- Drones de ala fija. Son más ligeros y cuentan con mayor autonomía por lo que pueden cubrir mayores distancias de vuelo, pero requieren siempre estar en movimiento, son también más silenciosos por lo que se utilizan mucho en labores de vigilancia y de acuerdo con la ubicación de sus alas se clasifican en:

- Ala alta
- Ala media
- Ala baja
- Ala volante

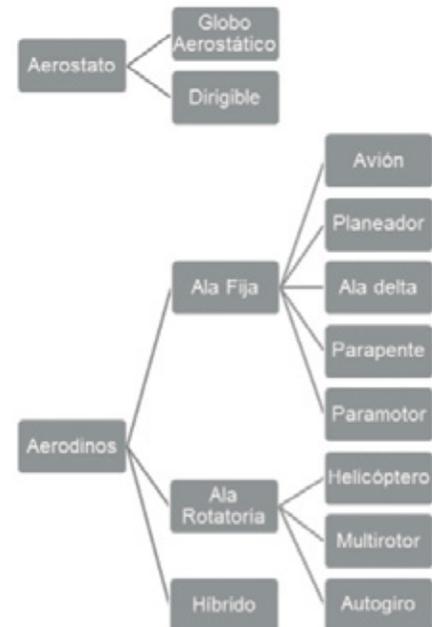


Figura 1. Clasificación de aeronaves por su tipo de sustentación. Elaborada a partir de Santana (2017).



Figura 2. Aeronave no tripulada de ala alta por Davis (2013). Imagen tomada de <http://www.powerelectronics.com/blog/solar-powered-unmanned-aircraft-taking>

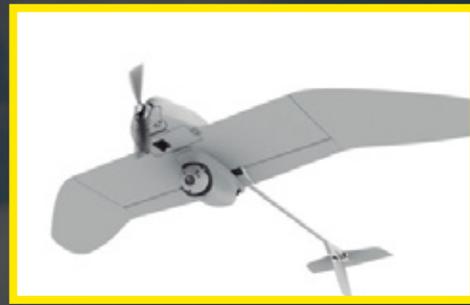


Figura 4. Aeronave de ala baja por Rees (2017). Imagen recuperada de <http://www.unmanned-systemstechnology.com/2017/06/automated-object-detection-software-deployed-aerovironment-wasp-ae-suas/>



Figura 3. Aeronave de ala media por Sentera. Imagen recuperada de <https://sentera.com/livendvi/>



Figura 5. Aeronave de ala volante. Trimble. Imagen recuperada de <https://construction.trimble.com/products-and-solutions/unmanned-aircraft-systems>

2.-Drones de ala rotatoria. Despegan de manera vertical y pueden realizar vuelos en estático. De acuerdo con su número de rotores se clasifican en:

- Aeronaves con un rotor principal y un rotor de cola.
- Drones con un único rotor o *singlecopter*.
- Drones con dos rotores en configuración coaxial.
- Drones con dos rotores en configuración tándem.
- Multirrotores.

3.-Drones híbridos. Más costosos y requieren una mayor tecnología. Son capaces de despegar de manera vertical y de realizar vuelos a alta velocidad.

De todos estos los más comunes son los de ala rotatoria y de ellos los más utilizados son los multirrotor, manejado desde aeronaves con tres rotores (tricópteros o trirrotores) cuatro rotores (quadrópteros o cuatrirrotores) hasta configuraciones de ocho rotores (octocópteros) incluso hay naves con más rotores.

Los multirrotores son aeronaves de una configuración mecánica muy sencilla y de fácil fabricación, lo que unido a su versatilidad ha hecho de esta aeronave la opción más popular. Cabe mencionar que los rotores van acompañados por varios brazos o soportes y que entre mayor cantidad mejor estabilidad y maniobrabilidad, pero también aumenta el consumo de energía eléctrica. La siguiente imagen muestra las principales distribuciones de los rotores.

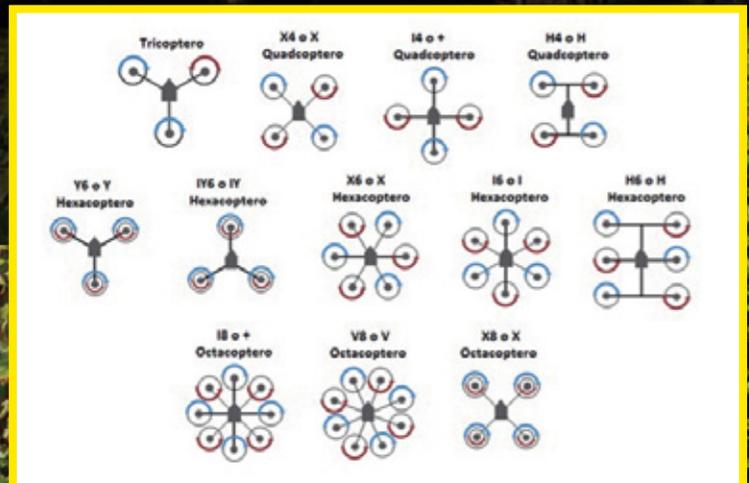


Figura 6. Distribución de los rotores (Santana, 2017).



Los drones también se pueden clasificar según la aplicación (Santana, 2017) existiendo dos grandes vertientes en este tipo:

- Drones militares

Son muy sofisticados y con gran cantidad de tecnología (Wachwitz, 2016) sin embargo, por su uso exclusivo en este artículo se mencionará a los drones civiles.

- Drones civiles

- O Tipo de drones de uso comercial.
- O Tipo de drones para aficionados.
- O Drones usados por el gobierno.

Los drones comerciales tienen rangos de costo muy amplio y su uso se ha extendido exponencialmente en los últimos años. Según el sitio droneii.com en 2016 la inversión interna en Norte América fue de 314.6 millones de dólares, mucho más que lo aplicado en otras áreas de tecnologías emergentes (Wachwitz, 2016).

En el uso de los drones civiles podemos destacar las siguientes actividades:

- Cartografía.
- Levantamiento de mapas.
- Video filmación.
- Ocio y entretenimiento.

- Inspección de obra civil.
- Reconocimiento y toma de datos en zonas de desastre.
- Vigilancia fronteriza.
- Inspección de obra civil.
- Monitorización de contaminación atmosférica.
- Monitoreo y cuidado de cultivos.
- Supervisión del tráfico vehicular.
- Monitoreo y control de incendios.
- Localización de recursos naturales.
- Enlace de comunicaciones.
- Transporte de paquetería.
- Búsqueda y rescate, entre otros.

También pueden ser clasificados de acuerdo con el método de control (Conejo Lima, 2016):

- Autónomo: no requiere una persona interactuando con el dron en tiempo real, pues previamente fue programada la ruta de vuelo y el dron se guía por sus propios sistemas y sensores de vuelo.
- Monitorizado: debe existir una persona que verifique el plan de vuelo que se lleve a cabo, existe pues una retroalimentación y se puede modificar la guía de vuelo, aun así el dron realiza su plan de vuelo almacenado, previamente almacenado y actualizado en pleno vuelo.
- Supervisado: la persona realiza todo el plan de vuelo, aunque existen algunas funciones pre programadas que el dron realiza de manera autónoma por ejemplo, aterrizar si se pierde la señal del piloto.
- Preprogramado: el dron sigue un plan de vuelo diseñado previamente y no existe retroalimentación para adaptar posibles cambios.
- Controlado remotamente (R/C): el dron es pilotado directamente mediante una consola y el vuelo completo dependerá del piloto y su habilidad para despegar, volar y regresar al punto de partida.

Referencias

- Conejo Lima, J. (2016). *Control y monitorización de drones mediante análisis de contexto*, Provincia de Badajoz, España
- Oñate de Mora M, (2015). "Los drones y sus aplicaciones en la ingeniería civil". *La suma de todos*, Madrid España.
- Santana, E. (2017). Xdrone. Obtenido de <http://www.xdrones.es/>
- tipos-de-drones-clasificacion-de-drones-categorias-de-drones/
- Wachwitz, K. (Mayo de 2016). [www.droneii.com. Obtenido de http://www.droneii.com/project/uas-investment-report-2016](http://www.droneii.com/project/uas-investment-report-2016)

> Ing. Eliana López Ortega*, Dr. Octavio Raúl Hinojosa de la Garza y
Dr. José Luis Herrera Aguilar
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
* Estudiante de la Maestría en Ciencias Básicas de la UACH.
FINGUACH Año 4, Núm. 14, diciembre 2017 - febrero 2018

Música y matemáticas

Al escuchar alguna melodía o canción podemos disfrutar de la música, incluso hay quienes dicen poder sentirla, pero no podemos percibir de primera mano las matemáticas que hay en ellas, incluso para algunos puede no tener sentido la relación entre la música y la matemática. Sin embargo, como mostraremos, muchas de las mejores obras musicales han sido compuestas o se rigen por algún procedimiento matemático.

Desde tiempos antiguos, Pitágoras (filósofo y matemático griego, 572 a.C.-497 a.C.) nos abrió el campo a todo aquello que puede tener relación con las matemáticas, incluyendo eso en lo que nosotros no podemos distinguir un vínculo, como por ejemplo la música. Se dice que Pitágoras definió la palabra matemática del griego antiguo μάθημα (*máthēma*) que significa "campo de estudio" o bien "estudio de un tema" y del griego μαθηματικά *mathēmatiká*, que quiere decir "aquello que se aprende", además a los pitagóricos también se les atribuye el descubrimiento del arpa, la cual está basada en principios matemáticos. Notaron que al tensar una cuerda cualquiera, ésta producía un sonido y que el sonido era diferente con base a la longitud de la cuerda tensada, por lo que iniciaron tomando partes proporcionales de la cuerda, primero de 1:2, lo que se conoce hoy como octava, así continuaron con distintas fracciones y ahí surgió la escala musical actual (Imagen 1). Por su parte, Arquitas de Tarento (filósofo, matemático, astrónomo griego 430 a.C. – 360 a.C.) menciona en uno de sus fragmentos que "... en la música existen tres medias: la primera es la media aritmética; la segunda es la geométrica; la tercera es la media subcontraria, llamada armónica..."., estas tres medias nos dan la relación entre las notas con la escala musical y el sonido que produce cada una de ellas según sus frecuencias (medidas en Hertz).

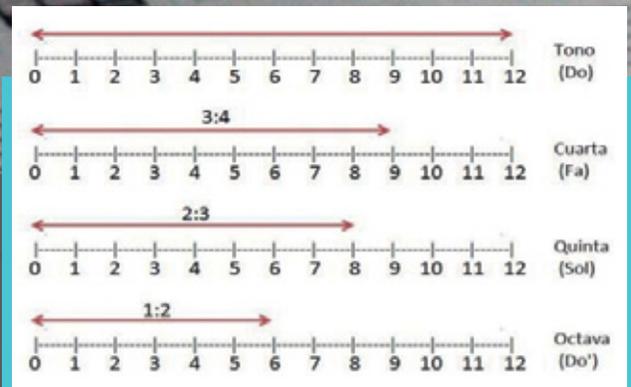
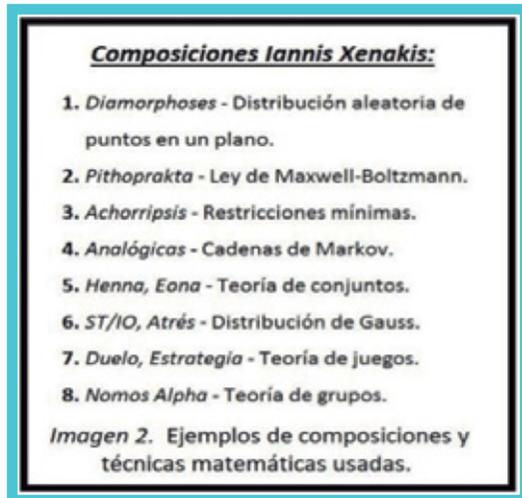


Imagen 1. Proporcionalidades de la escala musical en las notas.

Dentro de los músicos del siglo XX que usaron las matemáticas en sus grandes obras se puede destacar a Iannis Xenakis, músico, arquitecto y matemático de origen griego (1922–2001). En sus obras se puede destacar el uso de principios geométricos, teoría de probabilidades, cadenas de Markov y algunos otros métodos matemáticos. I. Xenakis en 1966 fundó en París el "Centre d'Études de Mathématique et Automatique Musicales", donde principalmente se enfocaba a enseñar la relación que hay entre las matemáticas y la música mediante la ley de los grandes números y algunas otras funciones de probabilidades matemáticas. Además, Xenakis introdujo la música "estocástica" (de origen griego, que significa "hacia una meta") que se refiere a una serie de eventos causales, probabilísticos o aleatorios, no necesariamente relacionados entre sí que se encaminan a un fin determinado, este método lo desarrolló usando un conjunto de variables numéricas que se asociaban con notas y finalmente convirtiendo las notas a *hertz*, de este modo se produce sonido. Debido al auge computacional de la época para Xenakis fue más sencillo el uso de este método para generar

música estocástica, permitiéndole ser conocido como precursor de la música electrónica. Ver la Imagen 2 para ejemplos de composiciones y la técnica matemática empleada para realizarlas.



Dentro de los músicos clásicos que usaron métodos matemáticos podemos encontrar a Wolfgang Amadeus Mozart, compositor y pianista de origen austriaco (1756-1791) de quien sus más de 600 obras en su mayoría son consideradas obras maestras de la música sinfónica. Se dice que Mozart era aficionado a los juegos de azar, de esto se derivó que componía su música basado en el juego de dados, al cual se le conoce como juego de dados musical de Mozart. Para ello empleaba un par de dados y dos tablas numéricas, una del minueto (que es una danza antigua con ritmo ternario y tempo moderado) y otra del trío (sección central de una pieza interpretada por tres instrumentos); las tablas están compuestas de la siguiente manera, en la primer columna se da el resultado de tirar los dados (con los números del 2 al 12 para el minueto y del 1 al 6 para el trío) y en la primer fila se contaban los compases del 1 al 16 para ambos casos. Para el minueto se tiraban dos dados y se registraba la suma de sus resultados y para el trío sólo se registraba el resultado de tirar un dado, por ejemplo, se tiran dos dados para componer el minueto cuya suma resulta 9 para el compás número 6 (suponiendo que ya se tienen los cinco anteriores) se busca en la tabla la columna 6 y en ella la fila 9 que conforme a la tabla obtendríamos 86, esto se repite para los 16 compases y sus resultados se buscan en la partitura, formando de este modo el minueto; de manera equivalente el proceso para el trío, sólo que con un dado, el resultado completo del juego de dados resulta en un *vals*.

Si bien tanto Xenakis como Mozart hacían uso de números aleatorios, porqué sus resultados son tan diferentes, es claro que la música de Mozart resulta más armoniosa que las composiciones de Xenakis (según el gusto musical) esto se debe a que los métodos empleados por Iannis hacen uso de más de una variable aleatoria, haciendo así "empalmes" mientras que Mozart usaba una sola variable a la vez, teniendo compases definidos y armoniosos.

Ahora podemos observar de forma más clara la estrecha relación entre la música y las matemáticas, haciendo uso de diversas técnicas y métodos matemáticos, además de conocer brevemente la historia de dos grandes compositores que hicieron uso de las matemáticas para crear música, algunas nombradas como obras maestras que han entusiasmado y provocado sensaciones, gracias a la maestría con la que se fusionó la matemática en ellas.

Referencias

- Ibarriaga, Í. (2010). *Música y matemáticas: de Schoenberg a Xenakis*. Bilbao: Kuraia: Grupo de Música Contemporánea de Bilbao.
- Tomasini, M. C. (2003). *El concepto de armonía en el pensamiento pitagórico y su ilustración en la matemática subyacente a la escala musical*.
- Blázquez Lozano, R. M. (2014). *Música y matemáticas*.
- Tiburcio, S. (2002). *Música y matemáticas*. Elementos: Ciencia y Cultura, 8(44), 21-26.
- Tomasini, M.C. (2007). "El fundamento matemático de la escala musical y sus raíces Pitagóricas", C&T Universidad de Palermo.
- Alex Di Nunzio. (25 Agosto, 2014). Centre d'Études de Mathématique et Automatique Musicales. 16 Mayo, 2017, de Música Informática. Sitio web: <http://www.musicainformatica.org/topics/centre-detudes-de-mathematique-et-automatique-musicales.php>



Dra. Thamar Solorio Martínez

Catedrática del Departamento de Computación de la Universidad de Houston

Egresada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, la Dra. Thamar Solorio Martínez visitó su alma *mater* durante la semana que se celebraron las ya tradicionales Jornadas de Otoño para presentar la conferencia magistral: “*Natural language processing with deep learning*” y aprovechó para conceder una entrevista a la revista FINGUACH en la que destacó su experiencia como profesora investigadora del Departamento de Computación de la Universidad de Houston.

La Dra. Thamar Solorio cursó la maestría y doctorado en Ciencias Computacionales en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) en Puebla y antes de incorporarse como profesora de la Universidad de Houston estuvo como investigadora postdoctoral en la Universidad de Texas, en Dallas y posteriormente fue profesora asistente en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Alabama en Birmingham.

“Me siento muy afortunada por haber estudiado en la Facultad de Ingeniería de la UACH ya que como estudiante de licenciatura tuve la oportunidad de recibir una preparación y formación de primer nivel que me permitieron acceder al posgrado en Ciencias Computacionales de la INAOE. Desde muy joven estaba convencida de que estudiaría una maestría, sin embargo no tenía conocimiento sobre el área de investigación y cuando inicié mis estudios de posgrado en Puebla me acerqué a profesores investigadores y observe todo lo que hacían, así que empecé a tomar cursos avanzados y llamó mucho mi atención la descripción y resolución de problemas, así que decidí que me dedicaría a la investigación”.

El área de estudio de la Dra. Solorio es el procesamiento del lenguaje natural y el análisis de datos: *“Mi doctorado lo desarrollé en el procedimiento de lenguaje natural en extracción de entidades nombradas y enfoqué el trabajo en textos muy bien formados y gramática perfecta, actualmente he vuelto a trabajar con el mismo tema pero enfocado en redes sociales como Facebook y Twitter ya que son medios que no tienen una gramática formal y los errores ortográficos son innumerables”.*

El proyecto de investigación consistió en tomar un documento de texto como entrada y analizarlo, posteriormente se tomaron como salida palabras o documentos que se referían a los nombres de personas, organizaciones, lugares, ciudades, entre otros datos y toda esa información se analizó de manera puntual para dar el siguiente paso que era identificar ¿De quién está hablando? ¿Cuándo pasó? ¿En qué lugar pasó?

"La tecnología para hacer este trabajo fue más sencilla, se trata de uno de los primeros pasos para realizar otras tareas de mayor dificultad como por ejemplo hacer traducción automática o para hacer un -question answering- este tipo de investigaciones resulta de mucha utilidad actualmente en las redes sociales debido a que podemos analizar y extraer datos de Twitter como cuando ocurrió lo del huracán Harvey ya que la gente por medio de sus redes sociales escribía donde se encontraba y qué tipo de ayuda necesitaba, así que extraer información tan relevante como la ubicación y el momento en que lo publicó es posible a través de estos programas de investigación".

Al cuestionar a la Dra. Solorio sobre la apreciación que los investigadores mexicanos que trabajan en otros países tienen respecto al desarrollo de la investigación en México esto fue lo que comentó: *"México es un país que ha crecido y se ha fortalecido mucho en el área de investigación, en lo que se refiere al área del lenguaje natural puedo comentarte que en el año 2009 gracias al crecimiento de la masa crítica se formó la Asociación Mexicana de Lenguaje Natural y ha avanzado a paso firme, creo que el único inconveniente en nuestro país es que el sistema de evaluación de investigadores es muy cuadrado, me refiero a que un investigador en México tiene la oportunidad de participar en conferencias muy importantes de su área pero eso no le cuenta para efectos de su evaluación y eso ha causado que la comunidad mexicana de investigadores permanezca aislada de la comunidad internacional, considero muy importante que los investigadores tengan la oportunidad de interactuar con otros y que compartan información".*

Respecto a la participación de las mujeres en programas de investigación la Dra. Solorio opinó: *"Cuando inicié mis estudios profesionales pensaba que la mujer al igual que el hombre tienen las mismas oportunidades debido a que todos comenzamos con cierto grado de ingenuidad, sin embargo ahora creo que desarrollarte como investigadora sí es algo más complejo que para los hombres debido a que por cuestiones tradicionales o prácticas las mujeres en su mayoría nos encargamos del hogar y la crianza de los hijos y todas estas situaciones deberían de ser tomadas en cuenta, sin embargo yo siempre le digo a mis alumnas y alumnos que tanto mujeres como hombres tenemos que perseguir nuestros sueños ya que como seres humanos tenemos derecho sin importar el género a la igualdad de oportunidades, percibir sueldos de acuerdo a nuestro desempeño y aspirar a cualquier reconocimiento".*

Para finalizar la Dra. Tamar Solorio recomendó a los estudiantes de la Facultad que durante su estancia en la licenciatura analicen si desean hacer una carrera profesional en México o si desean trabajar en el extranjero: *"Si desean trabajar en otros países les recomiendo que busquen opciones de estudios de posgrado en el extranjero ya que es mucho más fácil conseguir trabajo en otros países cuando parte de tu formación es de allá, estar en otro país les permitirá conocer otras formas de hacer investigación, expandir sus oportunidades de trabajo, adquirir experiencia y posiblemente otro idioma".*



Dra. Tamar Solorio Martínez y Dr. Luis Carlos González Gurrola

> Dr. José Mora Ruacho, Dr. Adán Pinales Munguía y
Dr. Fernando Astorga Bustillos
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
FINGUACH. Año 4, Núm. 14, diciembre 2017- febrero 2018

Recarga de acuíferos con estructuras de concreto permeable



El nivel de impacto medioambiental en la construcción de estructuras de concreto puede convertirse en una ruptura en los procesos ecológicos si no se considera un mejoramiento apropiado en el material. Algunos de los aspectos más relevantes en zonas urbanas y rurales es considerar el Área Superficial Impermeable (ASI). Algunos ejemplos del ASI en estructuras de rodamiento pueden ser: caminos pavimentados, banquetas, pisos de estacionamientos u otras estructuras construidas por el hombre. Para tales estructuras un incremento en el factor ASI dificultaría el intercambio de calor y humedad con el aire circundante; por lo que la temperatura y humedad de la superficie en grandes ciudades no podría equilibrarse. Aún más, el ciclo hidrológico pudiera verse afectado causando la reducción de la recarga de sus acuíferos, aguas de escorrentía sobre la superficie e inundaciones, dado que la cantidad de agua que permanece sobre la superficie en tales estructuras resulta en esas zonas con mayores índices de ASI que aquellos para áreas naturales.

Para fines meramente pragmáticos, por definición entendemos que un concreto permeable o poroso es un tipo especial de concreto que se caracteriza por una alta porosidad dada por su ausencia total o parcial de agregado fino y cuyo fin último es ser aplicado en superficies de concreto que permita el paso a través de éste del agua proveniente de precipitaciones pluviales u otras fuentes reduciendo el escurrimiento superficial y recargando los niveles de agua en los acuíferos. Esta alta porosidad se obtiene mediante un alto contenido de vacíos interconectados entre sí.

Si bien se ha dicho, es que normalmente el concreto permeable tiene pocos o una ausencia total de agregado fino y posee la suficiente cantidad de pasta de cemento para cubrir las partículas de agregado grueso preservando la interconectividad de los vacíos y proporcionar suficiencia mecánica de resistencia.

Razón de ser

En el tiempo y en el espacio el uso correcto del concreto permeable es una práctica ya de carácter común en muchos países que comienzan a tomar en cuenta las relaciones del entorno para la protección del medio ambiente. Debido a ciertas limitaciones de orden local para cada país respecto a la limitación de escurrimientos superficiales del agua de lluvia cada vez resulta más costoso para los grupos de personas desarrollar proyectos de bienes raíces debido al tamaño y el gasto que implican los sistemas de drenaje. El concreto permeable entonces, reduce los escurrimientos superficiales en áreas pavimentadas, reduciendo así la necesidad de lagunas separadas de retención de agua de lluvia, permitiendo así el uso de un alcantarillado de menor capacidad. Todos estos beneficios llevan a un uso más efectivo de la tierra. (Figura 1).



Figura 1. El concreto permeable resulta que se lleva bien con el medio ambiente

Puesta en obra de un concreto permeable

Como en cualquier otra estructura no se puede prescindir ni de un operador no experimentado ni de cualquier equipo no adecuado para el éxito de los pavimentos con concreto permeable.

Típicamente el concreto permeable contiene una relación agua/materiales cementantes (w/cm) de 0.35 a 0.45 con un contenido de vacíos de 15 a 25 %. La mezcla está compuesta por materiales con base a cemento, agregado grueso y agua con poco o ningún agregado fino. Al añadir una pequeña cantidad de agua al agregado fino se reduce el contenido de vacíos y aumenta la resistencia deseada para ciertas situaciones. Este material es sensible a los cambios en el contenido de agua, de tal manera que se requiere un ajuste de la mezcla fresca en el sitio. La cantidad correcta de agua en el concreto es fundamental. Gran cantidad de agua causa segregación y poca agua producirá apelmazamiento en la mezcladora y una descarga muy lenta. Un bajo contenido de agua también puede impedir el curado apropiado del concreto e inducirá a una falla superficial prematura. Aquella mezcla proporcionada correctamente da una apariencia húmeda-metálica o brillante.

El curado debe comenzar dentro de los 20 minutos siguientes a la colocación del concreto y continuar por siete días. Se utilizan plásticos para curar los pavimentos de concreto permeable (Figura 2).



Figura 2. Curado del concreto permeable

Pruebas e inspección de concreto permeable

El concreto permeable puede diseñarse para obtener una resistencia a la compresión entre 3 y 30 N/mm^2 , sin embargo las resistencias 3 a 10 N/mm^2 son las más comunes. El concreto permeable no se especifica o acepta con base a la resistencia. Un punto aún más importante para el éxito de un pavimento permeable es el contenido de vacíos. La aceptación se basa normalmente en la densidad del pavimento en el sitio. Una tolerancia aceptable es de más o menos 80 kg/m^3 de la densidad de diseño. Esto debe verificarse a través de mediciones en campo.

La EPA (Agencia de Protección Ambiental) recomienda una limpieza habitual del pavimento de concreto permeable para prevenir obstrucciones. Esta limpieza puede realizarse mediante un barrido al vacío o mediante un lavado a alta presión. A pesar de que el concreto permeable y el suelo subyacente tengan excelentes capacidades de filtración es posible que no se logre eliminar todos los contaminantes. En situaciones críticas para preservar la calidad del agua subterránea se recomiendan ensayos al agua de lluvia.

Conclusiones

El paradigma o arquetipo mostrado como solución a la recarga indirecta o directa de las aguas superficiales hacia los acuíferos es satisfactorio desde el punto de vista del material, pero a la vez presenta el reto difícil de mover y llegar a buen juicio para todos aquellos demás elementos involucrados en el proceso hidrológico que lleven a un beneficio global. La relación entre el hidrólogo y el constructor debe encontrar su justo equilibrio en el tiempo y espacio para dar cabida a las mejoras de sustentabilidad que la sociedad reclama de manera urgente.

Referencias

- C.J. Vörösmarty, P.B. McIntyre, M.O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S.E. Bunn, C.A. Sullivan, C.R. Liermann, P.M. Davies, (2010). *Global threats to human water security and river biodiversity*, *Nature*. 468 334–334. doi:10.1038/nature09549.
- Pervious Pavement Manual, Florida Concrete and Products Association Inc., Orlando, FL. <http://www.fcpa.org>.
- Richard C. Meininger, (1998). "No-Fines Concrete permeable for Paving," *Concrete International*, Vol. 10, No. 8, pp. 20-27.
- Recommended Specifications for Portland Cement Pervious Pavement, Georgia Concrete and Products Association, Inc. Tucker, GA, www.gcpa.org
- ASTM D1557-00, "Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort," *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.08, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- Pervious Concrete, ACI 522R Report, (under review), ACI International, Farmington Hills, MI, <http://www.concrete.org>.

Orden, limpieza:

Consideraciones en el avance físico y financiero de obra

➤ M.A.C. Vanessa Baeza Olivas
 Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería.
 FINGUACH Año 4, Núm. 14, diciembre 2017 - febrero 2018

La actividad en campo previo o al inicio del ejercicio profesional es fundamental para el ingeniero, el aprendizaje durante esta fase es importante sobre todo si se tiene delante a un buen mentor que brinde la experiencia relacionada con las buenas prácticas y buenos resultados. Existe una singular analogía que se deriva desde la familia o primeros centros educativos que es el insistir en el orden y limpieza. Esta frase resulta básica para obtener resultados eficientes y eficaces, aplicable desde cualquier nivel o rol que debamos ejercer. Aunado a esto, un factor que le aglutina es el compromiso, disciplina y ética para un mejor desempeño laboral, cuya esencia mínima se traslada y deriva en un control eficaz de las acciones prácticamente en tiempo real permitiendo tomar decisiones certeras. La contraparte es el descuido y con ello una gran cantidad de desavenencias que se suscitan en las obras.

El orden en un proceso constructivo que resume el compromiso y la disciplina del profesionista en campo que atiende con base a su experiencia y que se soporta en una programación de obra dónde se precisan tanto las actividades, cantidades, rendimientos y demás información verídica y se cuidan los recursos financieros siguiendo una estrategia dónde la obra es prioridad dando paso a un avance físico real de calidad en tiempo y elabora con oportunidad los números generadores que soportan la gestión de pago para obtener una fluidez económica e ir trasladando recursos a nuevas etapas lo cual se traduce en un efectivo avance financiero real.

Por el contrario cuando existe un desorden generalizado en las obras el registro de avance físico y financiero no logra tener congruencia alguna, peor aún cuando en ciertos casos extremos se registran avances altos cada vez sin relación con la naturaleza del contrato ni del proceso de obra dando la impresión de una falsa eficacia. En este

afán desmedido se llegan a tener porcentajes de avance tales que no corresponde a lo que se observa a simple vista y donde en un intento por frenar esos porcentajes dadas las vísperas de terminación programada de la obra, irrisoriamente los siguientes avances se dan ahora décima por décima. Claro está, un profesionista responsable y con conocimiento se da cuenta de ello a la primera lectura. Esto conlleva inevitablemente a echar una mirada en retrospectiva donde posiblemente se advierta que el proceso de adjudicación del contrato tenga deficiencias por lo menos en la planeación y ya durante la ejecución o edificación de la acción de obra o servicio, malamente se materializa en una dinámica de acuerdo tácito entre las partes mientras no se transgredan otros intereses mayores. Existen por supuesto muchas excepciones y es lo que nos mueve a razonar que es posible abandonar el desaseo y allegarse de historias de éxito.

Estas prácticas si son comunes en un centro laboral sin perspectiva de cambio no representan una sana oportunidad profesional al nuevo egresado que requiere afianzar y fortalecer su preparación académica para un campo fértil de desarrollo.

Una documentación soporte a la medida, consistente y completa producto de la planeación determina el grado de control y supervisión. Una documentación inconsistente lleva consigo que en la obra deba reordenarse, revisar para descubrir deficiencias, documentarlas y llevar la responsabilidad de solicitar las aclaraciones y complementos necesarios en campo e incluso de proponer soluciones ante la misma instancia que generó las deficiencias y hasta la justificación técnica misma. Este círculo vicioso por lo general se mantiene cerrado, no permite que se evolucione a mejores formas de trabajo. Finalmente, el tiempo invertido para la aclaración



y complemento de la documentación de origen en cuanto a especificaciones, diseño y gestión es el que no se le invirtió durante la etapa de planeación y durante la edificación se pierde un tiempo valioso tratando de responder a las exigencias del contrato y de la obra misma, repercutiendo en insuficiencia de control y correcta evaluación (Cámara de Diputados, 2010).

Cuando existe falta de solidez en la planeación ésta fluye hasta la ejecución a manera de vía crucis en los responsables de obra en espera y anhelo de que concluya para empezar otro proyecto dejando a la posteridad y al usuario si lo realizado cumple primero con la espera y las expectativas de uso y con poca voz para realizar un justo reclamo.

Es necesario dar la importancia debida a la planeación y a quien de ello sea responsable, con el capital humano calificado y suficiente, esto ciertamente consume bastante tiempo de preparación dedicada y con la precisión requerida, por ello la antelación es crucial para cualquier proyecto de inversión física (R. Llewelyn-Davis, H.M.C. Macaulay, 1969). Si no se cuenta con el producto documental de calidad emanado de la planeación la probabilidad de éxito durante el período de ejecución se reduce de forma notable.

Habrà quien pueda opinar que finalmente la obra terminada con todo y sus problemáticas está ahí operando, no siendo necesario generar mayor polémica. Pero, es también imperante mejorar los procesos con transparencia, conciencia y esmero donde los tiempos de ejecución sean congruentes con la problemática o naturaleza del proyecto y que los costos finalmente invertidos no sobrepasen para que finalmente se establezcan convenios modificatorios para remediar las inconsistencias. Esto claro genera desconfianza y mala imagen difícil de erradicar una vez implantados en la opinión pública.

La limpieza y orden aplicados en la construcción dejan siempre buenos dividendos, el expediente técnico y los diversos estudios proporcionan claridad para la actividad de supervisión. Contar con el proyecto ejecutivo, especificaciones de construcción de los materiales, catálogo de conceptos junto a los análisis de precios unitarios y programas de ejecución entre otros documentos de importancia son fundamentales, siempre y cuando estos tengan un valor de contenido en cabal cumplimiento a la normatividad establecida (SE, 2015).

Es necesario dar mayor impulso a la planeación mediante la aplicación y uso irrestricto de metodologías. El pensamiento crítico debe acompañar al trabajo diario sin separarse. Si bien el trabajo es más práctico no por ello debe alejarse de la utilidad de las herramientas de planeación, sino al contrario, una vez conjugadas se vuelvan parte de nuestros medios para conseguir las metas. Hay siempre satisfacción por el deber cumplido y con seguridad es mucho mayor, más cuando el deber cumplido se dio de forma eficaz, cuando cada parte hizo lo propio debidamente y la obra se traduce sencillamente en bienestar para las personas.

Cuando las organizaciones en el ámbito de la construcción están conscientes del papel que desempeñan adoptan sistemas de calidad con facilidad. Estas firmas son por demás valiosas y documentan sus procesos, a la postre se erigen como verdaderas instancias dignas de seguir su ejemplo y acomodar ciertas enseñanzas a nuestras propias aspiraciones con las aportaciones propias. Los ejemplos donde hace falta el orden y limpieza definitivamente deben ser desterrados por completo. Sin planeación no se augura un buen futuro. Argumentos hay muchos y para una forma de actuar, pensar y desarrollarse hay que tomar lo mejor.

Como bien se dice en el *argot* constructivo "Al cuarto para las doce las cosas difícilmente suceden". La planeación es un medio indiscutible y apartarse de este precepto es un grave error. El profesionista dedicado tiene la última palabra para que la planeación sea parte de su vida y desarrollo para mejorar los resultados y que las personas tengan el beneficio en tiempo y forma de una acción de obra que responda a sus demandas y mejore su condición social y de vida.

Referencias

- R. Llewelyn-Davis, H.M.C. Macaulay (1969). *Organización Mundial de la Salud*. Planificación y administración de hospitales. 57 p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas. DOF 28-07-2010. Capítulo Cuarto.
- SE (2015). Secretaría de Economía. NORMA MEXICANA NMX-R-024-SCFI-2015 Escuelas - supervisión de obra de la infraestructura física educativa – Requisitos. 18 p.

➤ M.I. José Elías Villa Herrera, Dr. Cornelio Álvarez Herrera, M.I. Antonio Campa Rodríguez, M.C. Carlos Eduardo Sánchez Ramírez, M.A. Eloy Normando Márquez González, Dr. Humberto Silva Hidalgo y Dr. José Luis Herrera Aguilar

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería.
FINGUACH Año 4, Núm. 14, diciembre 2017 - febrero 2018

Estudio cualitativo del comportamiento del flujo del agua que causa socavación en estructuras de puentes

La socavación que se presenta en la cimentación de obras hidráulicas civiles como son los puentes construidos sobre cauces de ríos o canales es una de las causas más frecuentes por las que estas estructuras colapsan. La terminación prematura de la vida de servicio de estas estructuras causa la desconexión de las vías terrestres, generando ya sea pérdidas económicas, tiempos de retraso y hasta pérdidas humanas al fallar éstas. Hasta la fecha aún no existe una solución ideal a este problema, por lo que surgen diversas medidas que intentan estimar y aminorar las fuerzas de arrastre de los sedimentos por efecto del movimiento del agua. Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de aerodinámica de la Facultad de Ingeniería utilizando un modelo de un puente a escala, donde fue posible observar las imágenes del comportamiento del flujo del agua, cuando éste fue sometido a una obstrucción como lo puede ser las columnas y estribos de un puente. Para ello se utilizó un canal hidráulico, micro esferas de cristal sembradas en el agua como partículas trazadoras de las líneas de corriente del flujo, un equipo de iluminación láser y una cámara fotográfica de alta definición. Mediante la evidencia cualitativa del flujo de agua que pasa a través de los elementos de obstrucción obtenida mediante el experimento se pudo observar cómo se producen vórtices dentro del flujo de agua así como cambios abruptos de velocidad y dirección cercana a la superficie de la columna, los cuales dan origen a la socavación. Se espera que con los resultados obtenidos, aunado a otras ramas de la ingeniería se llegue a obtener la mejor respuesta al desarrollo de este fenómeno.

Introducción

La socavación es el resultado de la acción erosiva de las corrientes de agua sobre el lecho del cauce, en especial en épocas de lluvias durante la creciente de los ríos (Yang and Su 2015). La socavación se clasifica principalmente en dos tipos:

1) La socavación general o natural que se origina por modificaciones morfológicas, topográficas, características del suelo, entre otros.

2) Conocida como socavación local que se presenta en una determinada sección del cauce por el efecto de obstrucción de elementos estructurales como columnas y estribos (Santiago 2007). La socavación local corresponde a la causa principal por la que los puentes colapsan y terminan prematuramente su vida de servicio (Bao and Liu 2017, Chen *et al.* 2013). La Figura 1 muestra un ejemplo de una columna después del paso del agua de lluvia.



Figura 1. Columna después del paso del agua de lluvia.

Mecanismo del flujo de socavación

En una estructura como es una columna en términos generales la socavación ocurre debido a la desviación del flujo que origina el elemento obstructivo que se divide verticalmente hacia arriba causando un retro flujo y hacia abajo golpeando el fondo del cauce. Posteriormente rodea la geometría de la estructura y por efecto de separación de flujo se desarrollan vórtices por el flujo turbulento llamados de herradura. La fuerza de este



tipo de vórtices es la principal causante de la remoción de los materiales del lecho del cauce (Raudkivi, 1986) ya que tienen un comportamiento similar a una succión debilitándose aguas abajo y almacenado los sedimentos posteriormente (Melville, 1975). En la Figura 2 se muestra una socavación local moderada en una columna de un puente.



Figura 2. Socavación local moderada en columna de un puente.



Experimento

A nivel laboratorio en el Centro Aeroespacial de la Facultad de Ingeniería se dio uso del túnel de agua de circuito cerrado donde la cámara de agua se llena hasta el límite deseado en la sección de pruebas para posteriormente ser acelerado por el sistema de potencia. Además se utilizó la parte de visualización de un sistema de Velocimetría de Imágenes de Partículas (PIV, por sus siglas en inglés) (Akoz *et al.*, 2010; Hill and Younkin, 2006; Keshavarzi and Ball, 2017) el cual incluye un equipo láser de color verde y una cámara especializada de alta definición como se muestra en la Figura 3.

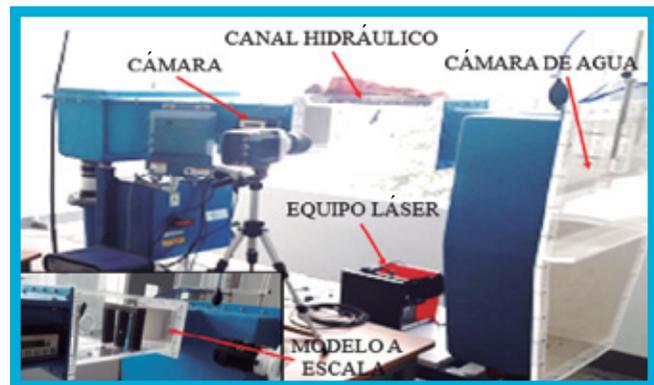


Figura 3. Equipo utilizado en la investigación.

Se hizo pasar un flujo de agua transparente sembrando micro esferas de cristal o partículas trazadoras del flujo en la sección de pruebas en donde se colocó una estructura de obstrucción a escala simulando un puente. Un plano en 2D del flujo fue iluminado con una hoja delgada de luz láser y de esta manera se pudo observar el comportamiento de las líneas de corriente del flujo.

Resultados

En la Figura 4 se puede observar el comportamiento del flujo del agua de manera general al ser obstruido por una estructura como una columna de forma circular a escala, en esta figura se puede observar la formación de vórtices cercanos a la superficie en la parte posterior de la columna. En el canal hidráulico también se colocó otra estructura de forma cilindro rectangular visto en la Figura 5 donde se observa las líneas de corriente del flujo, cambiando abruptamente su dirección hacia la parte frontal inferior de la columna, rodeándola y generando una estela en la parte aguas abajo de ésta. Todo este cambio de dirección y de velocidad del flujo que interacciona en las superficies de la columna y del suelo son causantes de la socavación.

Conclusiones

Es evidente que el flujo del agua cambia de dirección y de velocidad al ser obstruido por alguna estructura. A través del canal hidráulico utilizando micro esferas de cristal o partículas trazadoras sembradas en el agua transparente y una hoja delgada de luz láser que ilumina a estas partículas en el flujo de agua fue posible observar claramente de qué forma y en qué puntos del flujo aguas arriba se producen cambios abruptos de dirección y velocidad y aguas abajo de la columna se producen alteraciones como vórtices que originan movimientos oscilatorios del flujo del agua que generan socavación.

El procesamiento de estas imágenes mediante un *software* especializado brinda un mejor entendimiento del direccionamiento y magnitud de la velocidad de este flujo. De esta manera en un trabajo posterior se podrá estudiar en forma detallada el fenómeno de la socavación, en el momento preciso en que se presenta, es decir en "tiempo real". Con lo que se espera poder desarrollar elementos de protección que reduzcan o aminoren el efecto de la socavación. Estos resultados también podrán ser considerados durante el diseño de la cimentación de los puentes ya que actualmente sólo se cuantifica su efecto.

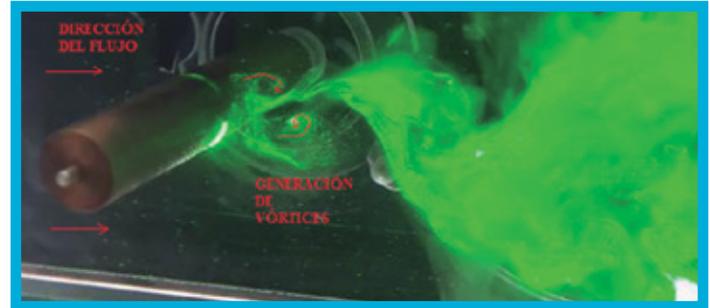


Figura 4. Se muestra como se generan vórtices cerca de la columna circular vista superior.

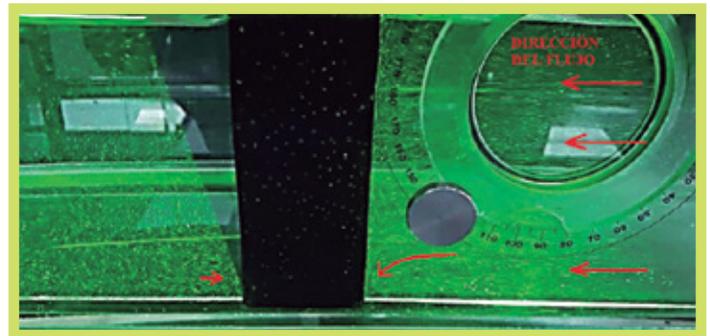


Figura 5. Flujo turbulento antes y después de una columna rectangular.

Referencias

- Akoz, M. S., B. Sahin, and H. Akilli, (2010). Flow characteristic of the horizontal cylinder placed on the plane boundary: *Flow Measurement and Instrumentation*, v. 21, p. 476-487.
- Bao, T., and Z. Liu, (2017). Vibration based bridge scour detection: A review: *Structural Control and Health Monitoring*, v. 24, p. n/a-n/a.
- Chen, G., B. Schafer, Z. Lin, Y. Huang, O. Suaznabar, and J. Shen, (2013). Real-time monitoring of bridge scour with magnetic field strength measurement. In *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting* (No. 13-4235).
- Hill, D. F., and B. D. Younkin, (2006) PIV measurements of flow in and around scour holes: *Experiments in Fluids*, v. 41, p. 295-307.
- Keshavarzi, A., and J. Ball, (2017) Enhancing PIV image and fractal descriptor for velocity and shear stresses propagation around a circular pier: *Geoscience Frontiers*, v. 8, p. 869-883.
- Melville, B. W., (1975). Local scour at bridges sites. Thesis(PhD--Civil Engineering)--University of Auckland, School of Engineering.
- Moncada, M., T. Alix, P. Aguirre, P. Bolivar, C. Juan, N. Flores, and J. Edgar, (2007) Estudio experimental sobre protección contra la socavación en pilas circulares: *Revista Tecnica*, v. 30, p. 157.
- Santiago, M. E., (2007). Hidráulica de ríos. Socavación en ríos, puentes y carreteras. Instituto Politecnico Nacional. Escuela de Ingeniería y Arquitectura.
- Raudkivi, A. J., (1986). *Journal of Hydraulic Engineering*, A.S.C.E. Functional trends of scour at bridge piers, Vol. 112(1), pp.1-13.
- Yang, H. C., and C. C. Su, (2015). Real time river bed scour monitoring and synchronous maximum depth data collected during Typhoon Soulik in 2013: *Hydrological Processes*, v. 29, p. 1056-1068.

revista indexada en
Latindex



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Escríbe para nuestra revista

Publica artículos de interés sobre los siguientes temas:

- Ciencias de la tierra (Geología, Minas y Metalurgia).
- Ingeniería Civil (Topografía, Hidrología Subterránea e Infraestructura para el Transporte).
- Tecnología (Ciencias Computacionales, Tecnologías de Información, Aeroespacial y Tecnología de Procesos).
- Ciencias Básicas (Física, Química y Matemáticas).

Características:

- Los artículos deberán contar con el nombre completo del autor o los autores, su grado académico y la institución a la que pertenecen.
- Los textos deben enviarse en versión digital y sin atributos tipográficos (salvo cursivas).
- Los artículos deberán ser originales y de contenido científico académico.
- Cuando el artículo lleve figuras o ecuaciones se recomienda que estas sean enviadas en formato PDF de alta resolución.
- En caso de que el artículo lleve anexas tablas o figuras se recomienda que el título inicie con la palabra "Tabla o Figura", con la inicial en mayúscula seguida del número de referencia (en arábigo). Abajo va el nombre de la tabla o la figura con la inicial de la primera palabra en mayúscula (cursiva) y sin punto final.

En caso de estar interesado en participar favor de enviarnos un correo electrónico a las siguientes cuentas: f.astorga@uach.mx y/o dmaloo@uach.mx y se le harán llegar las características para edición de un artículo. Una vez que el Comité autorice su colaboración se le enviará la fecha de publicación.



FINGUACH

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

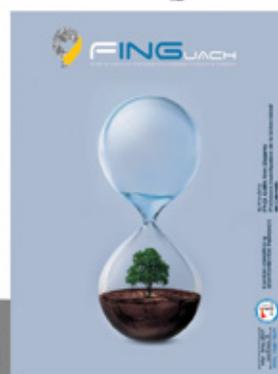
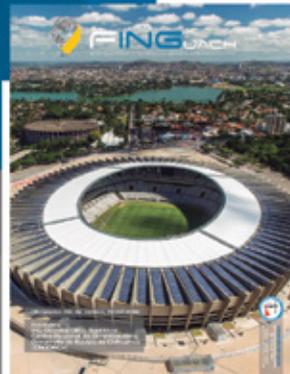
Revista de ciencia y tecnología

- ISSN 2448-5489
- Indexada a Latindex

Distribución

Ingenieros
Abogados
Arquitectos
Ciencias de la Información
Mineros
Geólogos y topógrafos
Cámaras empresariales
Dependencias gubernamentales
Centros de Investigación
Congresos tecnológicos

ANÚNCIATE, aquí



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA
FACULTAD DE INGENIERÍA

www.fing.uach.mx

Tel. (614) 413.9779
chavez@roodcomunicacion.com



REPARA LO QUE QUIERAS

Concreto en seco



Concreto en seco para reparaciones rápidas

Concreto en seco de apertura rápida al tráfico en 2 horas

¡Fácil, Rápido y sin Desperdicios!

www.gcc.com

VENTAS:
01 800 111 422