

OBSERVACIONES SOBRE LA LONGITUD DE VIAJE EN EL TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS EN MÉXICO Y SUS IMPLICACIONES EN LA MODELACIÓN GRAVITACIONAL DE LA MOVILIDAD

Introducción

La longitud de los viajes efectuados por los usuarios de un modo de transporte depende de la localización relativa de los orígenes y destinos; pero también de otros factores que pueden ser importantes, como el costo, tiempo de recorrido, capacidad, accesibilidad, y en gran medida de la disponibilidad de otros modos opcionales de transporte. En este sentido, el análisis de la longitud de los desplazamientos en un sistema de transporte, puede aportar conocimiento útil para el estudio económico y geográfico de una región o país, así como de las actividades de transporte asociadas.

En esta nota, se presenta un breve análisis estadístico de la longitud de los viajes que se realizan en México utilizando los servicios regulares¹ de transporte aéreo de pasajeros. Adicionalmente, se exponen algunas observaciones sobre la relación que existe entre la longitud de viaje y la competitividad

¹Servicios regulares son los que tienen definidos itinerarios, frecuencias de vuelo; y horarios; los servicios no regulares se denominan de fletamento.

²La red principal de transporte aéreo de pasajeros tiene una estructura esencialmente radial hacia dos o tres nodos centrales (México, Guadalajara y Monterrey), con pocos casos de arcos que formen triangulaciones; este tipo de configuraciones de red se caracterizan por tener un número reducido de arcos, y formar arreglos arbóreos.

económico – espacial del transporte aéreo frente al autotransporte, y sobre los efectos del comportamiento característico de la demanda de servicios de transporte aéreo en la modelación espacial de la movilidad de los pasajeros.

Pasajeros transportados y longitud del viaje

Los datos analizados en esta nota corresponden a la red de 53 aeropuertos y 122 enlaces más importantes en México², mismos que atendieron el 95% de la movilidad interna de pasajeros en el año 2007. Estos datos fueron obtenidos mediante el procesamiento

CONTENIDO

OBSERVACIONES SOBRE LA LONGITUD DE VIAJE EN EL TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS EN MÉXICO Y SUS IMPLICACIONES EN LA MODELACIÓN GRAVITACIONAL DE LA MOVILIDAD	1
INNOVACIONES EN LA TECNOLOGÍA AEROPORTUARIA	8
GLOSARIO	15
PROYECTOS EN MARCHA	16
PUBLICACIÓN	17
	18

de las bases de datos de la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT (DGAC, 2007).

La distancia entre los nodos (longitud de los arcos) fue calculada en línea recta sobre la proyección cónica conforme de Lambert de la República Mexicana utilizada por el SIGET³ (Backhoff, 2005), mediante el Sistema de Información Geográfica, Arc View. Las coordenadas de los nodos provienen de la base de datos de la Dirección General de Planeación de la SCT, y fueron complementadas con información proveniente del sistema Google Earth (2008).

Es importante señalar que, para el análisis estadístico, la longitud de cada uno de los arcos fue asociada con la intensidad de flujo de pasajeros transportados entre los dos aeropuertos que constituyen el origen y el destino del movimiento, de tal manera que este valor constituye la frecuencia de aparición del dato en el conjunto.

La asociación de la variable en estudio, con una medida de intensidad de uso, permite incluir en el análisis el nivel de actividad de transporte en cada uno de los segmentos de la red, y obtener conclusiones que van más allá de sus características estrictamente morfológicas.

Para analizar la distribución de frecuencias de los datos, se construyó el histograma que se presenta en la figura 1. La altura de cada columna corresponde al porcentaje respecto al total que representa el número de pasajeros transportados en el intervalo de distancias respectivo. En la red analizada, los usuarios transportados en 2007 alcanzan un valor muy cercano a los 26 millones de pasajeros ⁴.

En el histograma se puede notar que los casos más frecuentes corresponden a las clases cuya marca son 750 y 1250 km. El primero, que es el más importante, incluye casi el 30% del total de los movimientos. En esta clase de los 750 km, se encuentran varios corredores

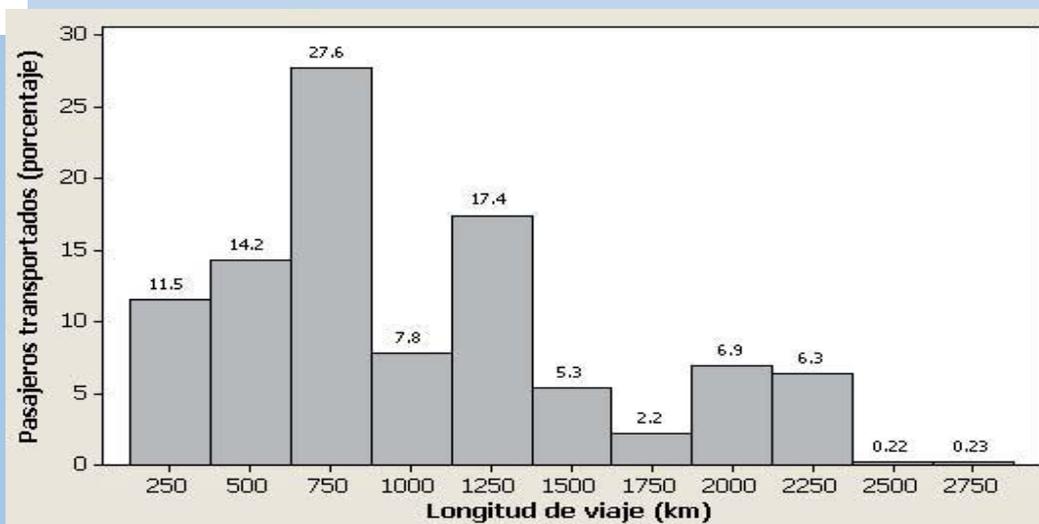


Figura 1
Histograma de frecuencias de la longitud de viaje

³Sistema de Información Geoestadística para el Transporte. Sistema informático desarrollado en el Instituto Mexicano del Transporte, que permite el análisis espacial del transporte en México.

⁴En la red analizada, el total de pasajeros transportados en 2007, es de 25,998,139; el total de pasajeros transportados por los servicios regulares fue de 27,400,965; el total de pasajeros transportados por los servicios regulares y los de fletamento fue de 28,109,630.

importantes en el sistema; por ejemplo, los que conectan a las ciudades de México, Guadalajara, y Toluca, con Monterrey.

En ambos extremos de la distribución se observa que la frecuencia de viajes es menor; sin embargo, esta característica es mucho más intensa en el extremo derecho, que corresponde a las mayores longitudes.

En la figura 1 se puede observar que la distribución de frecuencias tiene una clara asimetría hacia la izquierda, de tal manera que alcanza su valor máximo en el primer cuarto de la distribución, y después tiende a disminuir suavemente, conforme la longitud del viaje aumenta.

En la tabla 1 se presentan algunos indicadores estadísticos adicionales, que permiten caracterizar con mayor detalle la variable en estudio.

Es pertinente señalar que en el cálculo de la media y la desviación estándar, los datos se han ponderado mediante sus frecuencias relativas; por ello, estos dos indicadores corresponden a la distribución de frecuencias mostrada en la figura 1.

Tabla 1
Principales indicadores estadísticos de la longitud de viaje

Indicador	Valor
Número de datos	122
Mínimo	202.28
Máximo	2,661.81
Mediana	813.44
Media	1,008.04
Desviación estándar	578.55

Fuente: Elaboración propia

La mediana es un indicador que se calcula sin tomar en cuenta la frecuencia relativa de los datos, puesto que simplemente corresponde al valor que se encuentra al centro de ellos⁵ (50 percentil), cuando están ordenados por rango de valor. En este sentido, la mediana es más un indicador de las características morfológicas de la red que de sus características operativas. El valor de este indicador, ubicado en los 813.4 km, indica que la mayoría de los arcos se encuentran en un rango de longitudes que permite considerarlos pequeños, en comparación con los casos en el extremo derecho; lo anterior se confirma al calcular el 80 percentil, que se ubica en los 1,400 km.

En la tabla 1 se puede notar que el valor de la media de la distribución es casi 200 km mayor que la mediana, lo cual se debe a la importancia operativa de un buen número de arcos, cuya longitud es mayor que la mediana (especialmente los de la clase 1250 km); la intensidad de uso de estos arcos desplaza la media ponderada hacia valores más altos, ubicando el centro de gravedad de la distribución en los 1008.04 km. Este valor es relevante, dado que indica la distancia promedio de viaje de los usuarios de los servicios regulares de transporte aéreo en México.

Por su parte, la desviación estándar de la distribución de frecuencias, que indica la diferencia promedio de cada uno de los datos respecto al valor medio, es igual a 578.5 km. Este valor se puede considerar elevado, y confirma que la mayoría de las longitudes de viaje no se encuentran entre los valores cercanos a la media; destacando los casos de las clases 500, 2000 y 2250 km, lo cual se puede confirmar en la propia fig 1.

⁵En este caso, significa que en el conjunto de 122 datos hay 61 datos más pequeños y 61 datos más grandes que la mediana.

Competitividad del transporte aéreo en función de la longitud del viaje

En los datos analizados no se tiene registros de servicios de transporte aéreo de pasajeros que se hayan ofrecido para longitudes de viaje inferiores a 200 km; de hecho, la gran mayoría de los movimientos (90%) corresponden a distancias mayores a 350 km. Lo anterior no significa que no haya usuarios que contraten servicios de transporte aéreo para distancias de viaje cortas, sino que el número de éstos resulta insignificante en comparación con los volúmenes de demanda de los servicios regulares, que son los analizados en esta nota.

La escasez de demanda de servicios de transporte aéreo para cubrir distancias menores a 200 km, evidencia la disponibilidad en este mercado de un modo de transporte alternativo, el autotransporte, que tiene cualidades económicas y operativas que resultan insuperables para el transporte aéreo en este rango de distancias.

La competencia entre estos dos modos de transporte se presenta esencialmente en términos de tiempos y costos, aunque también aspectos como la seguridad y la confiabilidad tienen cierto peso en la decisión de los usuarios.

Los tiempos y costos asociados con cada uno de estos modos de transporte varían de manera diferente en función de la longitud del recorrido, lo cual provoca que en los valores extremos de esta variable, cada uno tenga claras ventajas competitivas sobre el otro.

En las distancias cortas el autotransporte tiene grandes ventajas sobre el transporte aéreo por sus bajas tarifas, consecuencia de la inexistencia de costos de capital significativos, y de que no requiere de actividades complementarias que consuman mucho tiempo a los usuarios.

En cambio, para recorridos largos estas ventajas disminuyen debido a que los costos y riesgos se incrementan, y sobretodo porque su velocidad de operación exige tiempos de recorrido muy grandes, en comparación con los ofrecidos por las aeronaves.

Por su parte el transporte aéreo tiene costos de capital y de operación significativos que encarecen las tarifas, lo cual, sumado a los tiempos adicionales requeridos para documentar y complementar los viajes, provoca que este modo resulte poco competitivo para distancias cortas y que su utilidad comience a manifestarse sólo después de un cierto umbral de equilibrio con el autotransporte.

La figura 2 presenta dos curvas que muestran esquemáticamente el comportamiento del costo para el transporte aéreo y el autotransporte, en función de la longitud de viaje. En cada una de las líneas, la ordenada al origen representa los costos fijos, es decir los costos que son independientes de la distancia recorrida, y la pendiente refleja la tasa de crecimiento del costo en función de la distancia recorrida.

En la citada figura 2 se puede apreciar que, debido a las características económicas y operativas de estos modos de transporte, para longitudes de viaje inferiores a un cierto

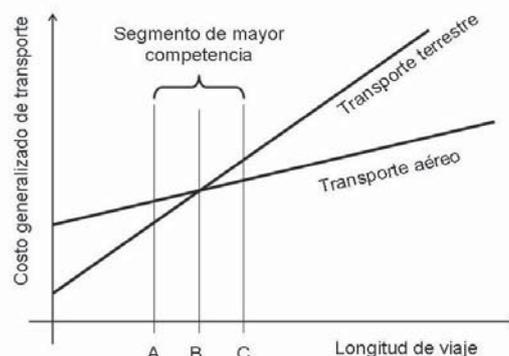


Figura 2
Competitividad en función de la longitud de viaje

punto de equilibrio, señalado con la letra B, el autotransporte resulta más conveniente (menos costoso) para los usuarios; en cambio, para longitudes de viaje mayores a esa distancia, el aerotransporte les ofrece mayores utilidades. El ahorro para el usuario, para cada longitud de viaje, se puede estimar mediante la diferencia de las ordenadas sobre las curvas de costo.

Evidentemente, en el segmento de distancias de viaje aledañas al punto de equilibrio se presenta la zona de mayor competencia entre los dos modos, es decir la zona donde sus competitividades son similares; sin embargo, es importante señalar que en los segmentos anterior y posterior a la zona de competencia, estos modos se vuelven complementarios, dado que permiten la satisfacción de las necesidades de movilidad bajo las condiciones más favorables de tiempo y costo.

Implicaciones para la modelación gravitacional de la movilidad

En el estudio de la movilidad de personas y carga es común la utilización del paradigma gravitacional para modelar las interrelaciones presentes entre los orígenes y destinos de los viajes, y estimar la intensidad del transporte que tiene lugar entre dos puntos del espacio geográfico.

Los modelos gravitacionales se fundamentan en la idea de que la intensidad de flujo entre dos localidades es una variable directamente proporcional a la importancia relativa de las localidades, e inversamente proporcional al esfuerzo necesario para desplazarse entre ellas. Esto significa que entre más importantes sean las localidades conectadas, mayor será la intensidad de transporte; y que entre mayor sea la dificultad para trasladarse entre ellas, menor será la intensidad de transporte.

El esfuerzo requerido para superar el espacio geográfico se ha estimado tradicionalmente

mediante la distancia física que las separa (longitud del viaje), suponiendo implícitamente que hay una relación proporcional entre esfuerzo y distancia, y que el espacio geográfico es homogéneo en términos de accesibilidad, misma que es definida en gran medida por los sistemas de transporte.

Otras variables utilizadas frecuentemente para estimar el esfuerzo son el costo de transporte, el tiempo de viaje, el consumo de combustible, etcétera; también es común agrupar combinaciones de variables como éstas, en lo que se denomina la función de costo generalizado de transporte, que es una función de utilidad negativa que en cierta forma se puede interpretar como la distancia económica entre dos localidades.

La relación entre distancia recorrida y movilidad ha sido objeto de estudio de la geografía desde principios del siglo XIX (Potrykowski y Taylor, 1984), al principio como elemento explicativo de la organización espacial de las actividades, por ejemplo, en las llamadas teorías clásicas de la localización, von Thünen (1828), Weber (1909) y Christaller (1933), y posteriormente dentro de los modelos de interacción espacial, destacadamente en los basados en el principio gravitatorio (Nijkamp, 1978).

La relación entre movilidad y la variable que mide la disuasión ejercida por la separación física, se suele llamar "función de impedancia" y puede tomar diversas formas algebraicas, como la del recíproco de la potencia cuadrática, en el caso clásico newtoniano, o exponencial negativa.

La figura 3 muestra la relación entre intensidad de transporte y longitud de viaje, o distancia recorrida, que se considera típica, o paradigmática, en los modelos de interacción espacial. El principio económico detrás de la relación es que la distancia recorrida implica consumo de recursos, y que a mayores

recursos requeridos la demanda de transporte es menor, considerando el principio de escasez.

En la figura 3 es conveniente observar que los mayores valores de la intensidad de flujo de transporte corresponden a los menores valores de la longitud del viaje y viceversa. Por esta razón, cuando la función de impedancia es linearizada, por medio de una transformación logarítmica, la correlación de ambas variables suele ser alta, aunque con signo negativo.

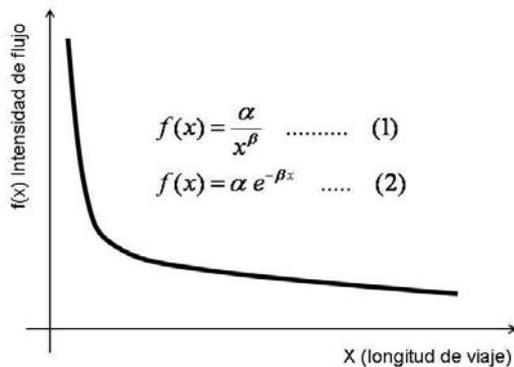


Figura 3
Relación típica entre la intensidad de transporte y la longitud de viaje

La relación señalada en la figura 3 es válida para la mayoría de los modos de transporte, especialmente para aquellos que operan en el medio terrestre; sin embargo, como se señaló en la sección anterior, esta relación no es válida para el transporte aéreo, especialmente en la parte que corresponde a los menores valores de la longitud de viaje, donde los valores de la intensidad de flujo también son pequeños, como se puede ver esquemáticamente en la figura 4. La gráfica mostrada en esta figura fue calculada a partir del histograma de frecuencias presentado en la figura 1.

En la figura 4 se puede observar que a valores pequeños de la longitud de viaje le corresponden valores también pequeños de

la intensidad de flujo de transporte y que esta situación es similar también para los valores más grandes de la variable independiente. Dicho comportamiento provoca que la transformación logarítmica de la función tenga una correlación lineal muy baja entre las dos variables, dado que la dispersión de los datos no tiene una tendencia lineal. Una consecuencia importante de tal comportamiento es que cuando la variable distancia es utilizada como variable independiente en un modelo de regresión lineal, su aportación para explicar el comportamiento de la variable dependiente es casi nula (puesto que hay valores contradictorios) y su coeficiente toma un valor muy cercano a cero.

Tal situación se ha encontrado en varias investigaciones realizadas en el IMT sobre el transporte aéreo de carga y pasajeros (Rico, 2001, 2008; Gradilla y Rico, 2005), en las que han sido calibrados modelos gravitacionales mediante funciones de regresión lineal múltiple y en las que repetidamente se ha encontrado que la distancia de viaje resulta con un coeficiente cuyo valor es muy cercano a cero; no así las variables que miden la importancia relativa de los orígenes y destinos, cuyo comportamiento se ha encontrado bastante satisfactorio.

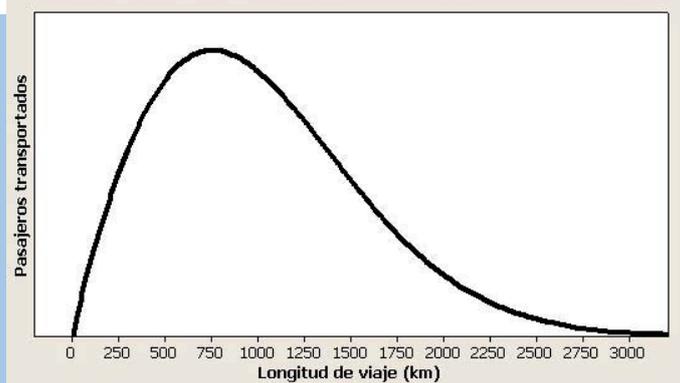


Figura 4
Intensidad de curso de transporte en función de la longitud de viaje en el transporte aéreo de pasajeros

Con base en estos hallazgos parece lógico descartar el uso de la longitud de viaje como una variable útil para modelar el efecto de la impedancia en los modelos de transporte; sin embargo, una hipótesis de trabajo surge de la posibilidad de dividir la modelación en dos partes, divididas por el punto donde la frecuencia de viajes es máxima, lo cual se presenta alrededor de los 750 km (ver fig 4). De esta manera, para distancias mayores a este valor la distancia tiene un claro efecto de disuasión de los viajes y un comportamiento “convencional”, mientras que para los valores menores a este valor la distancia tiene un efecto promotor de los viajes con una correlación lineal positiva con la intensidad de flujo de transporte.

Conclusiones

La longitud de los viajes efectuados por los usuarios de un modo de transporte depende de la localización relativa de los orígenes y destinos; pero también de otros factores que pueden ser importantes, como el costo, tiempo de recorrido, capacidad, accesibilidad, y en gran medida de la disponibilidad de otros modos opcionales de transporte. En este sentido, el análisis de la longitud de los movimientos en un sistema de transporte puede aportar conocimiento útil para el estudio económico y geográfico de una región o país, así como de las actividades de transporte asociadas.

Los servicios regulares de transporte aéreo de pasajeros en México se ofrecen en un rango de longitudes de viaje que van desde 200 km, para los casos más pequeños, hasta valores cercanos a los 3000 km en el extremo superior, la distancia promedio de viaje tiene un valor muy cercano a los 1000 km. En México, el 90% de los servicios de transporte aéreo de pasajeros tienen longitudes de viaje mayores a 350 km. Esta situación evidencia que el autotransporte tiene cualidades económicas

y operativas que resultan insuperables para el transporte aéreo en distancias menores a 200 km. La competencia entre estos dos modos de transporte se presenta esencialmente en términos de tiempos y costos, aunque también aspectos como la seguridad y la confiabilidad tienen cierto peso en la decisión de los usuarios.

En las distancias cortas el autotransporte tiene grandes ventajas sobre el transporte aéreo por sus bajas tarifas y porque no requiere de actividades complementarias que consuman mucho tiempo a los usuarios. En cambio, para recorridos largos estas ventajas disminuyen debido a que los costos y riesgos se incrementan, y sobretodo porque su velocidad de operación exige tiempos de recorrido muy grandes, en comparación con los ofrecidos por las aeronaves. En conclusión, se puede afirmar que en los valores extremos de la longitud de viaje estos dos modos resultan más complementarios que sustitutos y que la zona de competencia económica se presenta sobretodo cerca del punto de equilibrio.

En el caso del transporte aéreo, el comportamiento de la intensidad de flujo de transporte en función de la longitud de viaje no muestra un comportamiento convencional, de tal manera que se presentan valores pequeños de intensidad de flujo tanto para valores pequeños, como para valores grandes de la longitud de viaje. Esta peculiaridad imposibilita el uso de la longitud de viaje como una variable explicativa en modelos de regresión lineal múltiple, incluidos los modelos gravitacionales, puesto que estas variables muestran una correlación lineal muy baja.

No obstante lo anterior, en vez de descartarse el uso de la distancia de viaje en la modelación matemática del transporte aéreo, una hipótesis de trabajo sugiere la posibilidad de dividir la modelación en dos partes, divididas por el punto donde la frecuencia de viajes es

máxima, dado que para distancias mayores a este valor la distancia tiene un claro comportamiento “convencional”, mientras que para los valores menores la distancia tiene un comportamiento invertido, con una correlación lineal positiva respecto a la intensidad de flujo de transporte.

Referencias

Backhoff Pohls, Miguel Ángel (2005). Transporte y espacio geográfico. Una aproximación geoinformática. 1ª. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, México.

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC, 2007). Web page [en línea]. Disponible en: <URL: <http://dgac.sct.gob.mx/>>

Google Earth (2008). Google Earth versión 5.0, fecha de la compilación: julio 8 de 2008, Servidor: kh.google.com. Web page [en línea]. Disponible en: <URL: <http://earth.google.com/>>

Gradilla Hernández, L. A.; Rico Galeana, O. A. (2005). Análisis espacial de la distribución

de la carga transportada por aire en México. Publicación Técnica No. 269. Instituto Mexicano del Transporte, México.

Nijkamp, P. (1978). Gravity and entropy models: the state of the art. En: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, El Haya, Holanda.

Potrykowski, M., Taylor, Z. (1984). Geografía del Transporte. Ariel Geografía, Barcelona: Editorial Ariel, S. A.

Rico Galeana, Óscar A. (2001). El transporte aéreo de carga doméstica en México. Publicación Técnica No. 168. Instituto Mexicano del Transporte, México.

Rico Galeana, Óscar A. (2008). Análisis gravitacional de la movilidad de pasajeros en la red de transporte aéreo doméstico en México. Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica No. 320, Sanfandila, Querétaro.

RICO GALEANA Óscar
orico@imt.mx

INNOVACIONES EN LA TECNOLOGÍA AEROPORTUARIA

Introducción

Durante el primer semestre de 2008 se desarrolló en la Coordinación de Integración del Transporte el proyecto “Innovaciones en la tecnología aeroportuaria”. Este estudio consigna los desarrollos más recientes en tecnología aeroportuaria en el ámbito mundial y que podrían aplicarse en México.

Este trabajo servirá como referencia o documento de consulta para el personal

técnico de la SCT, del IMT y de las empresas de transporte y consultoría involucrados en la realización de modificaciones y/o mejoras a la infraestructura aeroportuaria o en el desarrollo de nuevos aeropuertos.

Los elementos tecnológicos detectados abarcan seis áreas de la actividad aeroportuaria:

1. Procesamiento de pasajeros

2. Servicios a los pasajeros
3. Seguridad operacional
4. Seguridad contra actos ilícitos
5. Mejor aprovechamiento de la energía y protección del ambiente
6. Servicios para aeronaves.

Procesamiento de pasajeros

Documentación mediante kioscos de autoservicio

La implementación de los kioscos de autoservicio requiere de volúmenes altos de pasajeros, además se obtienen buenos resultados cuando su uso se incorpora en el marco de la planeación aeroportuaria y se piensa utilizarlos como el elemento principal para la documentación de los pasajeros.

El procesamiento electrónico acelera el procesamiento de los pasajeros, con lo cual se reduce la demanda de las instalaciones. La desconcentración de los puntos de documentación hace posible que muchos usuarios eviten las salas de documentación congestionadas. El resultado neto se refleja en una reducción del número de instalaciones de documentación por pasajero..

Equipaje

Los avances y mejoras en la calidad de las tecnologías modernas para el manejo de equipaje ofrecen mayores niveles de confiabilidad. En la actualidad existen dos tecnologías nuevas que pueden brindar mejoras significativas; la primera, se relaciona con el procesamiento del equipaje mediante vehículos de destino codificado (VDC); y la segunda con la identificación más ágil y precisa del equipaje mediante radiofrecuencia (IRF).

Tecnología mediante vehículos de destino codificado

Los sistemas de manejo de equipaje mediante VDC han sido diseñados como una alternativa de los sistemas convencionales, dado que son capaces de recolectar los equipajes directamente desde las áreas de documentación, clasificarlos, almacenarlos y conducirlos por todo el sistema.

Cada vehículo tiene a bordo su propio sistema de control para realizar todos sus movimientos con base en “misiones” específicas, que son establecidas desde el sistema de control centralizado. Para impulsar a estos vehículos se utilizan motores de inducción lineal, con los cuales se asegura una operación muy confiable y silenciosa (los motores no tienen partes móviles). Además, debido a que los vehículos sólo se mueven cuando se necesita el traslado del equipaje, se logra un consumo bajo de energía.

Identificación por radiofrecuencia

Durante años, el procedimiento común para el manejo del equipaje ha sido mediante códigos de barras. Aunque esta tecnología trabaja bien cuando opera en forma cercana a los lectores, su corto alcance genera algunos problemas. La industria de la aviación piensa en un modelo híbrido que combina los códigos de barras y los dispositivos de identificación por radiofrecuencia, para mejorar el seguimiento de los pasajeros y su equipaje.

De acuerdo con estudios y pruebas realizados por la IATA, mientras que con el código de barras aplicado al manejo de equipaje se logra una eficiencia de 80-90%, con el sistema IRF se obtiene una eficiencia del 95-99%.

Aduanas automatizadas

Las instalaciones para la validación de la identidad de los pasajeros, mediante sistemas parcial o totalmente automatizados, serán una característica que se incorporará en los diseños de los aeropuertos futuros. Dichos sistemas permitirán que la gran mayoría de los pasajeros sean procesados automáticamente y en poco tiempo; mientras que el procesamiento manual será reservado para casos excepcionales. Actualmente, una cantidad enorme de trabajo se ha realizado en el campo de la biometría, lo cual ha conducido al desarrollo de varios procesos de seguridad automatizados para identificar a los pasajeros.

Servicios a los pasajeros

Sistemas de información de vuelo

Los actuales sistemas de despliegue de información de vuelo realizan automáticamente muchas funciones que anteriormente se ejecutaban manualmente. De esta forma, sus administradores poseen herramientas de fácil manejo para crear, visualizar y archivar diversos tipos de mensajes; dando gran flexibilidad a las configuraciones de despliegue y ofreciendo a los usuarios opciones múltiples para obtener información de los vuelos.

Sistemas avanzados de información para estacionamientos

Como resultado de los incrementos en los volúmenes de tránsito aéreo y del alto grado de dependencia de los automóviles como modo dominante para el acceso terrestre hacia y desde los aeropuertos, los accesos terrestres y los estacionamientos de los mismos sufren demandas significativas.

Los sistemas avanzados de información de estacionamientos, buscan reducir algunos de

los problemas asociados con la búsqueda de espacios disponibles, mediante la tecnología de sistemas inteligentes de transporte; primero, para dirigir a los usuarios hacia estacionamientos con espacios disponibles, y después para especificarles la ubicación de dichos lugares.

Cabinas para fumadores

Se asume que existe el deseo de que la gente que acude a los aeropuertos tenga una estancia agradable, en la medida de lo posible; por otro lado, los administradores aeroportuarios deben proteger la salud de su personal y de los viajeros. Sin embargo, esta tarea no es siempre fácil debido a que los viajeros, visitantes y personal del aeropuerto difieren en sus demandas; e incluso en algunos casos éstas son conflictivas, como es el caso de los fumadores y los no fumadores.

Afortunadamente, en la actualidad es factible establecer un ambiente adecuado para los fumadores. Esto se ha logrado en algunos aeropuertos mediante cabinas para fumadores dentro de las terminales de pasajeros y en las áreas del personal aeroportuario. Las cabinas para fumadores tienen un diseño modular; se pueden instalar en cualquier lugar, sin necesidad de cambiar los sistemas existentes de tratamiento de aire. Además, son de fácil acceso, aún con sillas de ruedas y/o equipajes. Por otro lado, estos equipos operan automáticamente, con objeto de que el sistema de limpieza de aire, sólo funcione cuando alguien se encuentre dentro de la cabina, para ahorrar energía.

Sistemas de transporte rápido

Con objeto de transportar a los pasajeros dentro de las terminales aeroportuarias se han implementado diversos sistemas; sin embargo, el de transporte rápido personal, es uno de los más recientes y novedosos.

Este sistema se diseñó para cumplir con las expectativas de los pasajeros, dado que es práctico, poco costoso, confiable, seguro y fácil de usar. Por otro lado, desde el punto de vista ambiental, no es contaminante y consume poca energía. Los vehículos se controlan autónomamente; una vez que han recibido sus instrucciones del control central, éstos continuarán hasta su destino sin necesidad de instrucciones adicionales; su método de control es mediante sensores de rayo láser.

Seguridad operacional (safety)

Detección de incursiones y objetos riesgosos en pistas, mediante rayos láser

Mediante una nueva tecnología que utiliza rayos láser es posible prevenir incursiones no autorizadas y detectar elementos extraños en las pistas. Si el sistema detecta alguna anomalía, la información es transmitida directamente a la aeronave, al control de tránsito aéreo, y al personal en tierra antes de que la aeronave despegue o aterrice, con objeto de aplicar la acción correctiva necesaria.

Tecnologías para la reducción del peligro de las aves en pistas

El costo de las consecuencias de los daños a las aeronaves por colisiones con aves, puede ser de varios millones de dólares al año; además, dichos impactos pueden poner en riesgo la seguridad de los pasajeros y de su tripulación. Dentro de los desarrollos tecnológicos para evitar este peligro, se tiene a un nuevo sistema bio-acústico de dispersión de aves. Otra tecnología implementada recientemente utiliza un sistema de rayo láser; se trata de un sistema automático que “barre” las pistas del aeropuerto con un rayo láser, ahuyentando a las aves.

Tratamiento antipatinaje en pistas

Mediante los procesos y materiales comunes para la construcción de pistas, generalmente no puede cumplirse con las especificaciones de fricción establecidas en pistas nuevas. Los valores de fricción, gradualmente se incrementan con el tiempo y con la exposición de las pistas a la operación de las aeronaves; por lo anterior, es una práctica operacional común establecer que los niveles de fricción requeridos se alcancen un año después de que la pista ha estado en operación. Recientemente se ha desarrollado un método que permite obtener los niveles requeridos de fricción, inmediatamente después de la construcción de las pistas, mediante la aplicación en su superficie de agua con ultra alta presión.

Sistema para detener aeronaves fuera de control, en la cabecera de las pistas

Esta tecnología permite detener el movimiento de las aeronaves, y absorber su energía cuando éstas no pueden frenar en forma normal durante su operación. Su aplicación ha permitido salvar vidas humanas y preservar la integridad de los equipos y del ambiente, aun bajo condiciones ambientales adversas. Para ello utiliza un estrato con cemento celular diseñado para colapsarse bajo el peso de una aeronave, brindando una desaceleración controlada y predecible. Su diseño depende, entre otros factores, de la longitud y resistencia de la pista, y del tipo de aeronaves que operan en ella.

Estructuras frangibles

Con objeto de mantener una operación segura de diversas estructuras aeroportuarias y en cumplimiento con los requerimientos de frangibilidad de la OACI, se han desarrollado diseños con materiales compuestos, los

cuales brindan las ventajas siguientes: masa reducida, transparencia para las señales electromagnéticas, y mantenimiento mínimo.

Nuevo sistema de aterrizaje por instrumentos
Su operación se basa en la corrección diferencial, en tiempo real, de la señal de un sistema de posicionamiento global. El proceso se realiza mediante receptores locales que envían la información a una ubicación central dentro del aeropuerto; esta información se utiliza para generar un mensaje con las correcciones necesarias, las cuales se transmiten a los usuarios. Un receptor en la aeronave utiliza esta información para corregir las señales del sistema de posicionamiento global.

Sistema de administración de los vórtices de aeronaves

Las alas de las aeronaves generan estelas de vórtices, similares a tornados horizontales. Su tamaño está en función del peso de la aeronave y de la envergadura de sus alas. Para garantizar una operación segura de las aeronaves se han establecido estándares de separación. Los actuales funcionan como una medida preventiva, aunque representan un costo enorme, debido a que reducen la capacidad del espacio aéreo de los aeropuertos. Actualmente se está desarrollando un sistema para la administración de dichos vórtices. La base del desarrollo de dicho sistema se fundamenta en la predicción y confirmación del comportamiento de los vórtices, y en la verificación de que la trayectoria de cada aeronave vulnerable está libre de los mismos.

Seguridad contra actos ilícitos (security)

Después de los atentados terroristas del 11 de septiembre de 2001 en los Estados Unidos,

las medidas de seguridad de los principales aeropuertos en todo el mundo se han incrementado significativamente.

Una de las tecnologías de seguridad se ha enfocado a la identificación de los pasajeros, con objeto de detectar a aquellos con antecedentes criminales, o que se consideran peligrosos; para ello se han desarrollado sistemas que combinan tarjetas de identificación y el reconocimiento biométrico. También se han desarrollado sistemas similares, pero aplicados a los empleados aeroportuarios.

Otra modalidad reciente son los kioscos de seguridad para viajeros, en una versión avanzada, con los que será innecesario que los pasajeros se quiten sus zapatos, en los puntos de inspección. Estos equipos integran en una sola unidad: identificación biométrica, detección de rastros de explosivos y tecnología de resonancia cuádruple.

Mediante un desarrollo reciente que utiliza una tecnología poderosa de reconocimiento óptico y que analiza las señales de rayos X, después de que estos han atravesado los líquidos bajo inspección, es posible identificar cualquier sustancia peligrosa. Su utilización permitirá regresar a los procedimientos normales para los viajeros, en donde se permite que lleven dentro de su equipaje líquidos no peligrosos.

Otro desarrollo revolucionario reciente es la tecnología que permite detectar bajo la ropa objetos metálicos y no metálicos, como explosivos, líquidos, drogas, armas, plásticos y cerámicas. La detección puede realizarse a distancias de hasta 25 metros, en personas quietas o en movimiento, sin necesidad de someterlas a radiaciones peligrosas y sin revelar detalles anatómicos de las mismas.

Este equipo capta pasivamente los rayos T (que son una forma de energía de bajo nivel

que emiten naturalmente todos los materiales, incluyendo rocas, plantas, animales y humanos) y los procesa para formar imágenes que revelan objetos ocultos bajo las ropas.

Las imágenes térmicas son hasta ahora una opción tecnológica de uso comercial, debido a que anteriormente sus costos eran muy altos. Con la amenaza potencial de intrusos o de ataques terroristas, los aeropuertos deben mantener todas sus áreas seguras. Una imagen térmica se genera mediante la detección de diferencias de temperatura extremadamente pequeñas, las cuales posteriormente son convertidas, en tiempo real, en imágenes de video.

Mejor aprovechamiento de la energía y protección del ambiente

Aunque la aviación contribuye con sólo una pequeña parte de la contaminación ambiental en el ámbito mundial, muchos aeropuertos están tomando medidas para mejorar el aprovechamiento de la energía y para proteger el ambiente.

Por ejemplo, mediante sistemas de iluminación y ventilación naturales; generación de energía eléctrica a través de turbinas de aire; utilización de biocombustibles (los cuales tienen un papel fundamental en la reducción drástica de las emisiones de dióxido de carbono), gas natural, gas licuado de petróleo, y celdas de combustible de hidrógeno; e instalación de termo-laberintos para acondicionar la temperatura de edificios en los aeropuertos.

En particular, la energía solar en los aeropuertos tiene un campo extenso de aplicación, ya sea generando electricidad (directamente mediante paneles solares), para el calentamiento de agua y/o como sistema de iluminación natural. De acuerdo con estudios de especialistas, para el año 2100, el 70% de

la energía consumida en el mundo será de origen solar. Afortunadamente para México, su ubicación geográfica le permite disponer de cantidades significativas de esta energía.

Otra área de desarrollo ambiental se relaciona con instalaciones que sirven para atenuar el ruido de los motores de las aeronaves cuando están bajo prueba. El mantenimiento de las aeronaves requiere a menudo que se prueben sus motores a potencia máxima; durante estas pruebas los motores generan tanto ruido como en un despegue. Es común que estas pruebas se realicen durante la noche, cuando las comunidades cercanas al aeropuerto son particularmente sensibles al ruido. Éste puede atenuarse gracias al desarrollo de recintos sofisticados para pruebas de motores. Los componentes básicos de dicha tecnología son: paredes atenuadoras de ruido y deflectores de gases de escape.

Servicios para aeronaves

Sistema de túneles con tomas retráctiles para plataformas

Para resolver el problema creciente de la saturación en las plataformas de los aeropuertos, se ha desarrollado un sistema revolucionario de pozos subterráneos, que suministra servicios utilitarios a las aeronaves, mediante equipos retráctiles. Después de proporcionar servicio estos equipos se retractan, ocultándose totalmente al quedar al nivel de la plataforma, quedando libre de obstáculos para la circulación de las aeronaves.

Los principales servicios que puede suministrar este sistema son: aire acondicionado; recolección de aguas residuales de los sanitarios; servicio de agua limpia; energía eléctrica; y otros servicios auxiliares.

Sistemas de recuperación de aeronaves

El número creciente de operaciones aéreas ha conducido a un incremento de los incidentes aéreos, en donde como consecuencia las aeronaves resultan dañadas. Además, los diseños recientes de aeronaves más grandes y pesadas, hacen que su proceso de recuperación sea una tarea difícil y costosa, tanto para el aeropuerto como para su operador.

Aunque no hay estadísticas oficiales acerca del número y tipo de recuperaciones de aeronaves dañadas, algunas investigaciones señalan que en promedio en todo el mundo este tipo de incidentes se presenta con una frecuencia de una vez por semana. Aún incidentes pequeños producen retos enormes cuando una aeronave está involucrada; en muchos casos la operación del aeropuerto se detiene prácticamente. Sin importar la complejidad de cada situación, las pérdidas financieras de un aeropuerto pueden rápidamente ser del orden de millones de dólares, por lo que el tiempo de remoción de la aeronave dañada y el reestablecimiento de las condiciones operativas seguras, se vuelven esenciales.

Los retos para la recuperación de las grandes aeronaves modernas han forzado a muchas

organizaciones a revisar en detalle sus procedimientos actuales y las herramientas requeridas. Dentro de los nuevos equipos para la recuperación de aeronaves se tienen: sistemas de bolsas de aire; sistemas de levantamiento de fuselajes; cubiertas para caminos temporales; y sistemas de transporte de aeronaves.

Conclusiones

Sin duda, una forma de mejorar los sistemas de transporte es mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas. Además de ahorrar dinero y tiempo se incrementa la satisfacción de los usuarios. Los procesos más fluidos, flexibles y seguros hacen que el viaje sea más placentero. No menos importante son los beneficios ambientales.

Referencia

Herrera García Alfonso. Innovaciones en la tecnología aeroportuaria. Publicación Técnica en proceso. Instituto Mexicano del Transporte. México. 2009.

HERRERA Alfonso
aherrera@imt.mx

GLOSARIO

A continuación se presentan las palabras clave con su descripción correspondiente, las cuales son contenidas respectivamente en los dos artículos técnicos presentados en este boletín:

Artículo 1:

Histograma: Representación gráfica de una variable, en forma de barras, donde la

superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias, y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos.

Espacio geográfico: Concepto utilizado para definir el espacio organizado por la sociedad.

Es el espacio en el que se desenvuelven los grupos humanos en su interrelación con el medio ambiente; por consiguiente es una construcción social, que se estudia como concepto geográfico de paisaje en sus distintas manifestaciones (paisaje natural, paisaje rural, paisaje industrial, paisaje urbano, etc.).

Modelo gravitacional de distribución de viajes: Predice la intensidad de flujo de transporte entre los nodos de una red, con base en el tamaño de los nodos como factor generador y atractor de viajes, y la distancia (física o económica) que los separa, como factor de impedancia o disuasión. Es una analogía del modelo de la gravitación universal de Newton.

Artículo 2:

Biometría: Es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento único de humanos, con base en uno o más rasgos conductuales o físicos intrínsecos. El término se deriva de las palabras griegas “bios” (vida) y “metron” (medida). Las huellas dactilares, la retina, el iris, los patrones faciales y la geometría de la palma de la mano, representan ejemplos de características físicas (estáticas); mientras que un ejemplo de característica del comportamiento es la firma.

Frangible: Capaz de quebrarse o partirse (del latín frangibilis).

PROYECTO EN MARCHA

Alcances del programa de trabajo de la Coordinación de la Normativa para la Infraestructura del Transporte para el año 2009

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), a través de la Coordinación de la Normativa para la Infraestructura del Transporte (CNIT), es el responsable de elaborar y someter a la aprobación de la Comisión de Normas, Especificaciones y Precios Unitarios (CNEPU) de la SCT, las Normas y Manuales para la Normativa SCT, de acuerdo con un programa anual de trabajo aprobado por dicha Comisión, así como de mantener actualizados esos documentos y administrar la página electrónica de la Normativa SCT en Internet, en la que son difundidos y a la que se tiene acceso mediante la página electrónica del IMT (www.imt.mx).

Para el año 2009, la Coordinación tiene programado elaborar 10 proyectos finales que, una vez aprobados por la Comisión de Normas,

Especificaciones y Precios Unitarios de la SCT, serán publicados como normas y manuales.

Las normas por publicar corresponden a la construcción de alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad, que se están utilizando más comúnmente gracias a la flexibilidad, durabilidad y ligereza de los tubos; a los requisitos de calidad químicos y físicos de dichos tubos, y a la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente que incluirá todas las capas asfálticas que no tengan función estructural en el pavimento de las carreteras, con el propósito de diferenciarlas claramente de las carpetas asfálticas que sí tienen esa función. Los manuales corresponden a los procedimientos de la pruebas para determinar las densidades

relativas de los materiales pétreos así como el porcentaje de partículas trituradas en la grava de materiales pétreos para mezclas asfálticas en caliente de granulometría discontinua, tipo SMA, y al método de diseño de estas mezclas.

Como parte de los anteproyectos preliminares y finales en los que se está trabajando, destacan los correspondientes a los 6 manuales para el diseño del señalamiento horizontal y vertical de las carreteras, que complementan a las normas vigentes sobre proyecto de señalamiento y dispositivos de seguridad en calles y carreteras.

La Coordinación también es responsable de coordinar los trabajos del Subcomité No. 4 de Señalamiento Vial, del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, que ha publicado recientemente la norma oficial mexicana NOM-036-SCT2-2009, "Rampas de emergencia para frenado

en carreteras", cuyo objeto es establecer los criterios generales que han de considerarse para el diseño y construcción de las rampas de emergencia para frenado en la red carretera nacional. Adicionalmente elabora el anteproyecto de la norma oficial mexicana APROY-NOM-037-SCT2-2007, "Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas", cuyo objeto es establecer los criterios generales que han de considerarse para el diseño y colocación de barreras de protección en las carreteras y vialidades urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal, así como establecer la designación, definición y utilización de los diversos elementos que conforman dichas barreras; y realiza la revisión quinquenal de la norma oficial mexicana NOM-034-SCT2-2003, "Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas", que posiblemente incluya nuevos pictogramas y dimensiones de las señales verticales restrictivas, preventivas e informativas.

PUBLICACIÓN

Un análisis económico sobre el uso del concepto de confiabilidad en relación con algunos elementos del proyecto geométrico de carreteras

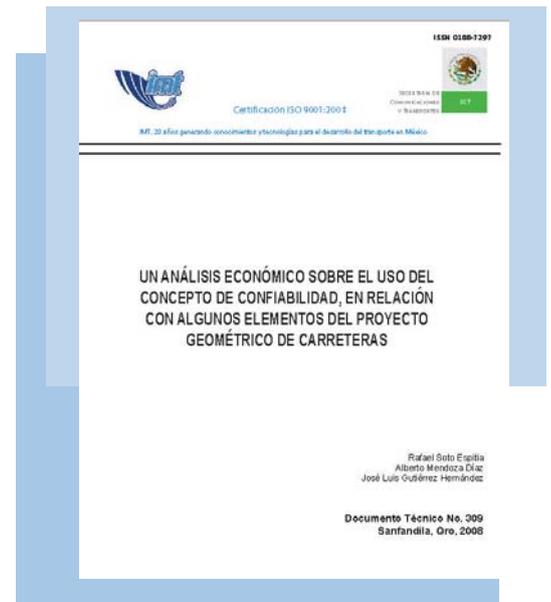
En la **PUBLICACIÓN TÉCNICA 309** se presenta un análisis económico sobre la aplicación del concepto llamado confiabilidad, en el proyecto geométrico de carreteras. Con dicho concepto se busca diseñar las carreteras para velocidades, más congruentes con los deseos de los conductores. El valor de confiabilidad seleccionado es la fracción de los usuarios, cuyos propósitos quedarán satisfechos con el diseño realizado para ese valor.

También se analiza la pertinencia de diferentes valores de confiabilidad recomendados para distintas situaciones (tramos de carreteras troncales, alimentadoras o locales, etc). Se realizó un estudio bibliográfico acerca de los estándares mexicanos de diseño, así como de los manuales internacionales de Canadá, Estados Unidos y España en busca de este concepto. También se compararon diversas velocidades de proyecto de diferentes países.

Se evaluaron las implicaciones en el costo de construcción de las carreteras, de la aplicación de los criterios de confiabilidad, concluyéndose que éstos generan costos de construcción mayores y crecientes para los tipos de terreno en lomerío y montañoso en relación con el terreno plano.

Se recomienda incorporar la confiabilidad en el proyecto geométrico de carreteras como un criterio de verificación y revisión de que lo proyectado, cumpla con los deseos de los usuarios.

Se puede consultar de forma gratuita en la página del Instituto: <http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/pubtec/pt309.pdf>



EVENTOS ACADÉMICOS

Diseño mecanicista de pavimentos flexibles

Este curso internacional fue llevado a cabo del 25 al 28 de agosto de 2008, en las instalaciones del IMT en Sanfandila, Querétaro. La coordinación académica del curso estuvo a cargo del Dr. Paul Garnica Anguas.

En este curso se abordaron tanto la teoría como la aplicación de los conceptos más actuales de los llamados métodos empírico-mecanicistas. Se describió el marco general de referencia de esas metodologías y se detallaron cada uno de sus componentes. Se incluyeron varios talleres con la utilización de herramientas computacionales para caracterización de materiales, predicción del desempeño de pavimentos y diseño estructural. Se trataron ejemplos de caso reales y ejercicios que permitan una correcta implementación.

El curso estuvo basado fundamentalmente en la Guía de Diseño 2002 (NCHRP Project 1-37A) y contempló las necesidades de calibración regional.

El objetivo fue que al final del curso, los participantes deberían ser capaces de enunciar las ventajas en la utilización de los métodos empírico-mecanicistas, calcular respuestas estructurales en pavimentos, conocer las variables de entrada y su forma de determinación. Explicar la sensibilidad de la respuesta a parámetros como el espesor de las capas, propiedades de los materiales, espaciamiento, etc. Familiarizarse con el uso de las herramientas computacionales. Explicar la relación entre las variables de diseño y el desempeño esperado en términos de deterioros.

El curso se diseñó para Ingenieros civiles, técnicos, investigadores y profesores del sector transporte, interesados en el tema utilización de metodologías para el diseño de pavimentos.

Tuvo una asistencia de 63 participantes, de los cuales varios provinieron de Dirección General de Servicios Técnicos SCT, Dirección General de Conservación de Carreteras-SCT, Unidad de Servicios Técnicos SCT, CAPUFE, diferentes Centros SCT como Oaxaca, Colima, Veracruz, Morelos, Guanajuato, Tabasco, Nuevo León, San Luis Potosí, Gobierno del Estado de Durango, Universidad Autónoma de Baja California, Chihuahua, Guanajuato y Querétaro, Universidad De Las Américas Puebla, Universidad Marista de Querétaro, PACCSA Ingeniería S.A. de C.V., Cal y Mayor y Asociados S.C., Geotecnia y Supervisión Técnica S.A. de C.V., Proyectos Laboratorios y Asesorías, S.A., entre otras empresas nacionales y extranjeras como ITINERIS de Colombia, de Perú Camineros S.A.C. Perú; y COVIAL de Guatemala.

Las ponencias estuvieron a cargo de los investigadores de la Coordinación de Infraestructura M. en C. Rodolfo Téllez Gutiérrez, Dr. Paul Garnica Anguas, Ing. José Antonio Gómez López, Ing. Roberto Hernández Domínguez.

Algunos de los temas a tratar fueron:

- Ubicación del diseño de pavimentos dentro de un contexto de gestión integral de la infraestructura del transporte.
- Generalidades sobre la Teoría detrás de las metodologías empíricomecanicistas.
- Presentación del software

*Instalación

*Variables de entrada

*Variables de salida

- Teoría de suelos
- Análisis de sensibilidad en suelos
- Teoría de los pavimentos de concreto asfáltico
- Ejemplo de diseño y análisis de sensibilidad
- Teoría de la rehabilitación de pavimentos flexibles
- Ejemplo de diseño de una rehabilitación.
- Teoría climática y su sensibilidad en el diseño de pavimentos.
- Ejemplos de diseño climático
- Calibración local y confiabilidad del diseño.
- Ejemplos de diseño con datos locales
- Debate y discusión abierta



DIRECTORIO

Ing. Roberto Aguerrebere Salido
Director General
 (55) 55 98 56 10 ext. 2001
 roberto.aguerrebere@imt.mx

Ing. Jorge Armendariz Jiménez
Coordinador de Administración y Finanzas
 (55) 55 98 56 10 ext. 4316
 jorge.armendariz@imt.mx

M. en I. Ramón Cervantes Beltrán
Coordinador de Ingeniería Estructural Formación Profesional y Telemática
 (55) 55 98 56 10 ext. 4324
 ramon.cervantes@imt.mx

Ing. Alfonso Mauricio Elizondo Ramírez
Coordinador de Normativa para la Infraestructura del Transporte
 (55) 55 98 56 10 ext. 4314
 alfonso.elizondo@imt.mx

M. en E. Victor Manuel Islas Rivera
Coordinador de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional
 (442) 216 97 77 ext. 2018
 victor.islas@imt.mx

Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue
Encargado de la Coordinación de Integración del Transporte
 (442) 216 97 77 ext. 2059 martner@imt.mx

Dr. Miguel Martínez Madrid
Coordinador de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural
 (442) 216 97 77 ext. 2010
 miguel.martinez@imt.mx

Dr. Alberto Mendoza Díaz
Coordinador de Seguridad y Operación del Transporte
 (442) 216 97 77 ext. 2014
 alberto.mendoza@imt.mx

M. en C. Tristán Ruíz Lang
Coordinador de Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales
 (442) 216 97 77 ext. 2005
 tristan.ruiz@imt.mx

M. en C. Rodolfo Téllez Gutiérrez
Coordinador de Infraestructura
 (442) 216 97 77 ext. 2016
 rodolfo.tellez@imt.mx

El diseño y elaboración de la presente publicación es realizada y está a cargo de:

LCC Alejandra Gutiérrez Soria
 (442) 216 97 77 ext. 2056 agutierrez@imt.mx

Instituto Mexicano del Transporte

INFORMACIÓN Y CONTACTOS

CURSOS INTERNACIONALES IMT

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), a través de su Unidad de Servicios Académicos, hace una cordial invitación a los profesionales interesados en participar en los cursos que ofrece dentro del programa de capacitación IMT; el cual se publica en la página web:

<http://imt.mx/Espanol/Capacitacion/>

PUBLICACIONES, BOLETINES Y NORMAS

En dicha página web pueden consultarse sus publicaciones completas, los boletines externos "NOTAS" anteriores y las nuevas normas técnicas, ingresando a los enlaces siguientes:

<http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/>

<http://boletin.imt.mx/>

<http://normas.imt.mx/>

INFORMES:

Tels: (442) 216 97 77, 216 97 44
 216 96 57 ext. 2034

Fax: 216 97 77 ext. 3037

Correo: publicaciones@imt.mx

Electrónico: capacitación@imt.mx

Para cualquier comentario o sugerencia con respecto, a esta publicación o ejemplares pasados, nos podrá contactar en: notas@imt.mx

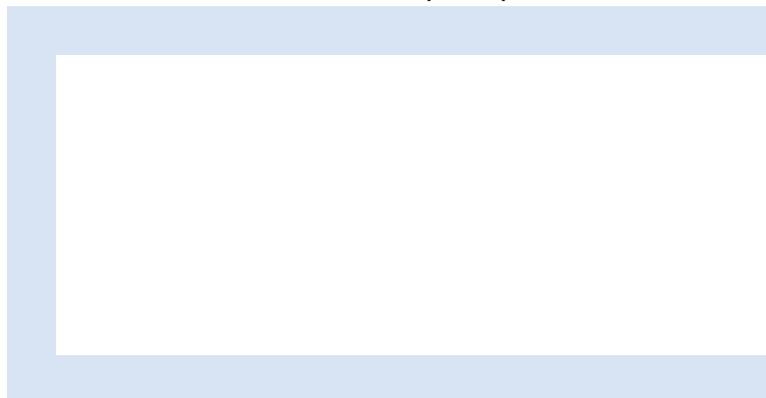
El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

Se autoriza la reproducción parcial o total de los artículos contenidos en este ejemplar, siempre y cuando sean citados como fuente los nombres de autor (es), título del artículo, número y fecha de este boletín.



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
APARTADO POSTAL 1098
76000 QUERÉTARO, QRO
MÉXICO

Registro Postal
Cartas
CA22-0005
Autorizado por Sepomex



POR AVIÓN
AIR MAIL