



2127 Brickell Av.  
Miami, Florida  
33129, USA

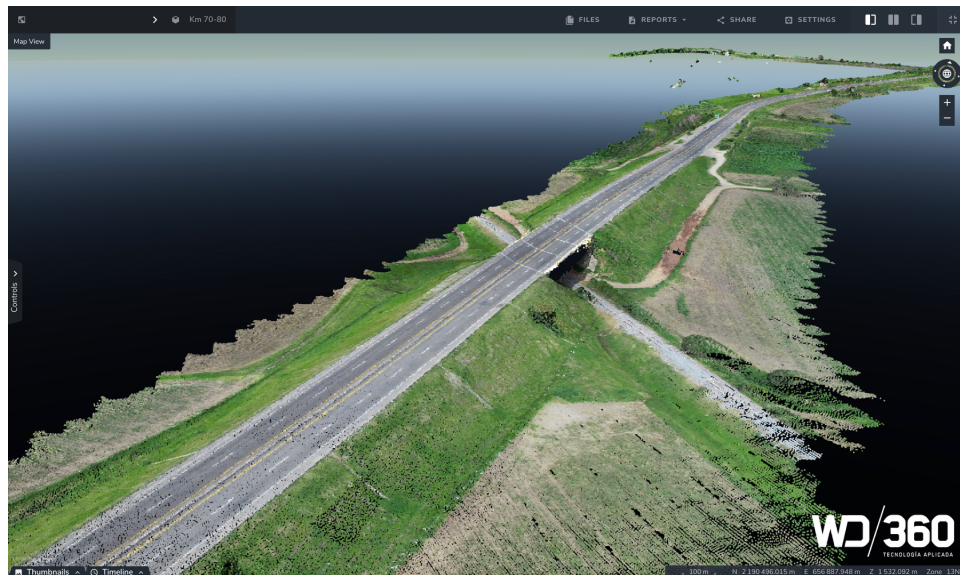
Cel. +52 55 2129 0567

<http://www.riscmiami.com>

## La utilización de la Fotogrametría Digital para Inspecciones de Riesgos

VS Septiembre 2018

Con el ejemplo de una evaluación fotogramétrica digital de una autopista en construcción a la mano, trataremos con el presente documento de plasmar nuestras experiencias y sentar antecedentes para inspecciones futuras con la misma tecnología a una más amplia gama de giros industriales.



### *Resumen Ejecutivo*

Con base en la experiencia de una carretera en construcción, RISC se propone presentar a nuestra comunidad la **Evaluación Fotogramétrica Digital** que nos permite realizar un mapeo 3D del riesgo inspeccionado. En el caso que nos ocupa se presentó la necesidad de realizar una inspección detallada “as is” de una autopista en construcción en un terrenos de geología, topografía y condiciones climáticas adversas. Después de un análisis de las opciones disponibles – avioneta, helicóptero, fotogrametría digital - se optó por esta última por las ventajas que la fotogrametría digital nos ofrece.

La fotogrametría convencional, es una técnica utilizada ya desde hace muchos años en la cartografía y topografía utilizándose avionetas como medio de transporte. Con el auge de los vehículos aéreos no tripulados (drones), la miniaturización de las cámaras fotográficas utilizadas, y la siempre más alta capacidad de procesamiento de datos, la fotogrametría digital se vuelve una opción atractiva para realizar mapeos 3D de cualquier estructura que nos permiten visualizar el objeto en sus tres ejes desde cualquier ángulo.



Mediante software especializado, podemos – a parte de obtener una visualización 360° del riesgo - realizar mediciones de todo tipo (longitud, altura, espesores, distancias, volúmenes y comparaciones volumétricas), realizar recorridos virtuales (3D), obtener geo-localizaciones de puntos de interés con un error de pocos centímetros, todo lo anterior debidamente documentado con miles de imágenes de alta resolución y con la actualización que se requiera. Vale la pena destacar que todavía hay fuertes divergencias en la calidad de los mapeos 3D y su procesamiento de acuerdo al proveedor del servicio. Es muy importante evaluar de forma crítica su software porque finalmente representa la diferencia entre la simple toma de un video, que nos da la imagen estática del objeto y un mapeo 3D con la fotogrametría digital que nos permite un sinnúmero de mediciones y evaluaciones.

Para los que hemos ya visto de cerca la aplicación práctica del uso de la fotogrametría digital en las inspecciones de riesgo para la industria (re)aseguradora, es difícil pensar que en unos años este tipo de análisis no formará parte del futuro de las inspecciones técnicas. La industria minera, construcción de rascacielos, construcción y operación de autopistas de peaje en terreno conflictivo, son solo unos ejemplos en los cuales vemos la utilización de inspecciones asistidas por un vehículo no tripulado en conjunto con la fotogrametría digital como algo de suma utilidad para la industria (re) aseguradora.

Después de nuestra experiencia inicial con la Fotogrametría Digital en el caso de una autopista en construcción podemos confirmar que el mapeo 3D nos permite la

- Visualización de estructuras de especiales como puentes, muros geosintéticos, portales de túneles con una resolución extraordinaria
- Visualización de estructuras de difícil acceso como obras de drenaje en barrancas profundas, base de pilas de puentes, alcantarillas en barranca profundas
- Evaluación de cañadas, medición de su área (interesante para la evaluación de las secciones hidráulicas de alcantarillas), evaluación de la topografía y tipo de vegetación (material de arrastre)
- Invasión de derecho de vía por deslaves (interesante también para la responsabilidad civil en caso de CECR)
- Visualización y medición de todo tipo de deslaves, derrumbes, asentamientos

El procesamiento de los datos obtenidos nos permite el cálculo de distancias, volúmenes (cañadas, caídos / deslaves / derrumbes, perfiles, pendientes, diámetro de obras drenaje y gradientes de taludes). Todos los datos quedan debidamente documentados de forma que se puedan realizar comparativos con levantamientos anteriores para calcular avance de obra.

Los resultados de la DIPE (Digital Photogrammetry Evaluation) son entregados por parte del proveedor mediante un link en la cual el usuario puede visualizar en una plataforma online el riesgo inspeccionado. Se requiere un cierto entrenamiento y rutina para obtener mediciones y cálculos volumétricos. En caso de una re-inspección, el usuario mismo puede detectar cambios en las condiciones de la autopista, es decir nuevos



deslaves, derrumbes o avances en la construcción. La plataforma permite calcular exactamente volúmenes de concretos colados, avance en la colocación de carpeta, avance en subsuelo cortado o terraplenes colocados, entre otras. Es importante notar que existen diferencias importantes en la calidad no solo de las imágenes entregadas, sino también la velocidad de procesamiento de datos y el mismo servicio otorgado por el proveedor.

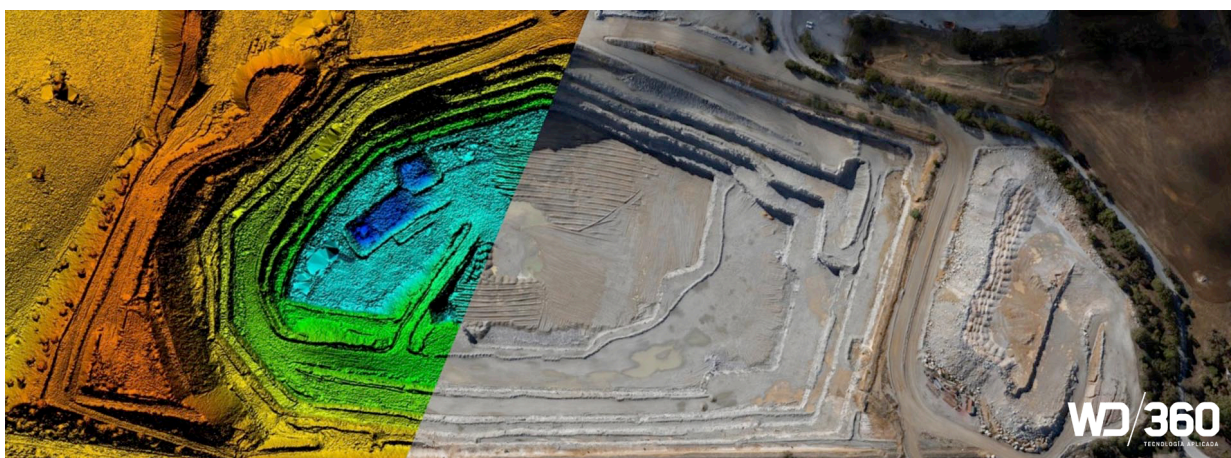
Una mención especial merece el tema de la utilización de la DIPE en el caso de autopistas en operación que se cubren con la póliza de Obra Civil Terminada. Caídos y derrumbes por ángulos de reposo de taludes muy agresivos, insuficiencia de la sección hidráulica de alcantarillas, falta de contra-cunetas, falta de obras de encauzamiento, son ejemplos de circunstancias que llevan a daños a la autopista en su fase inicial de operación. Una supervisión más detallada de las condiciones de mantenimiento, del entorno topográfico y geológico, de eventuales obras de corrección en cortes, terraplenes, alcantarillas, muros armados, puede evitar reclamaciones al seguro. Mapeos 3D recurrentes pueden evitar reclamaciones por daños progresivos y/o daños por deficiencias manifiestas en el mantenimiento. Y no dejemos a lado el aspecto de la RC del Concesionario: la exposición a daños por RC en el caso de carreteras urbanas, sobrepasos y libramientos elevados pueden ser fácilmente revelados por medio de la DIPE. Específicamente para las autopistas de peaje en operación resumimos las ventajas de un Mapeo-3D con la fotogrametría digital:

- Levantamiento integral de la autopista con posibilidades de visualización tridimensional
- Evaluación de estructuras y componentes de difícil acceso (neoprenos de puentes)
- Visualización frontal de estructuras como muros geosintéticos, muros de contención, base de las pilas de puentes etc.)
- Evaluación de cañadas, medición de su área (interesante para la evaluación de las secciones hidráulicas de alcantarillas), evaluación de la topografía y tipo de vegetación (material de arrastre)
- Evaluación de las obras de drenaje (alcantarillas) y sus obras de encauzamiento en cañadas muy profundas
- Invasión de derecho de vía por deslaves (interesante también para la responsabilidad civil)
- Evaluación de establecimientos aledaños al derecho de vía en caso de autopistas urbanas (responsabilidad civil)
- Comprobación de existencia de contracunetas
- Mantenimiento a las cunetas y a la zona del derecho de vía en general

Además de las ya señaladas posibilidades de cálculos paramétricos, por la alta resolución de las imágenes se podrán apreciar ciertas características de calidad de la autopista como las condiciones de la superficie de rodamiento, asentamientos, limpieza y desbroce del derecho de vía, condiciones de bermas y taludes protegidos con concreto lanzado.

Concluyendo queremos mencionar que, como en cualquier tecnología nueva, nos hemos también enfrentado a situaciones que nos enseñan que hay todavía limitaciones cuando utilizamos la DIPE. La accesibilidad de los tramos en el caso de tramos de autopistas en construcción, las condiciones meteorológicas, el alcance de la señal radio en zonas montañosas, la experiencia en seguros de los operadores del equipo fotogramétrico, las mismas limitaciones técnicas de vehículos aéreos no tripulados, son aspectos que se deben tomar en

cuenta y pueden representar un reto. Un aspecto medular en esta nueva tecnología es la plataforma utilizada y el software con el cual se procesan los datos. El procesar más de 100.000 imágenes, ubicarlas geoespacialmente, generar una “nube de puntos”, obtener la resolución deseada en los puntos críticos, permitir la exportación de datos obtenidos y documentar de una forma amigable en archivos fácilmente accesibles en cualquier computadora, convierten la “plataforma online” empleada en un factor crítico.



## ***Introducción***

RISC ha tenido su primer contacto práctico con la fotogrametría digital en el caso de una autopista en construcción en México. Esta tecnología era ya conocida en los ámbitos de la topografía y cartografía, sin embargo, en los últimos años, con la llegada de Vehículos Aéreos No tripulados a diversas áreas profesionales, ha habido una divulgación más amplia de esta tecnología y sobretodo de los software relacionados. Para los que hemos visto de cerca la aplicación práctica del uso de la fotogrametría digital en las inspecciones de riesgo, es difícil pensar que en unos años este tipo de análisis no formará parte de un análisis global de cierto tipo de riesgos. La industria minera, construcción de rascacielos, construcción y operación de autopistas de peaje en terreno conflictivo, son solo unos ejemplos en los cuales vemos la utilización de inspecciones asistidas por un vehículo no tripulado en conjunto con la fotogrametría digital como algo de suma utilidad para los (re) aseguradores.

## ***Antecedentes***

La carretera que ha sido el objeto de nuestra iniciación a la fotogrametría digital, forma parte de un proyecto que se empezó a construir en 2012, y que tuvo un sinnúmero de impedimentos que retrasaron de forma considerable su programa original de construcción. Es importante anotar que el



proyecto se desarrolla en un ambiente geológico adverso, con una topografía montañosa y de lomerío fuerte. El entorno climático es complejo con precipitaciones intensas recurrentes. Asimismo, el proyecto ejecutivo original del Gobierno presentaba ciertas incongruencias y deficiencias que contribuían a una serie de siniestros durante la fase de construcción, y que fueron parcialmente recuperados por medio de reclamaciones al seguro. Una interrupción prolongada de la obra - debido a una variedad de razones – resultó en una salida de una parte de los reaseguradores del proyecto con el consecuente ingreso de nuevos mercados. Esta circunstancia implicó la necesidad de realizar un levantamiento de las condiciones actuales de la autopista en construcción, sobre todo para poder delimitar nuevos eventos de los ya ocurridos, todo esto en el contexto de una póliza de “obra suspendida”. Estas circunstancias dispararon un análisis de diferentes posibilidades de evaluación, considerando también antecedentes no muy gratos con el trabajo de ajustadores que realizaron trabajos de ajuste de despacho sin recorrer en su totalidad la obra. En honor a la verdad cabe mencionar que el acceso es complejo en el área, no solo por las condiciones de las vías de acceso después de fenómenos ciclónicos, sino también por el bloqueo de las vías internas de comunicación por parte de comunitarios locales relativamente aguerridos.

### ***Soluciones***

Se analizaron en principio dos posibilidades de realizar un levantamiento de condiciones “as is” del tramo en construcción:

- sobrevuelo con un helicóptero / avioneta y realizar un video para poder identificar caídos, deslices y condiciones de terraplenes
- sobrevuelo del tramo con un drón equipado con cámara para realizar un video detallado del tramo y de las estructuras, que un video realizado desde un helicóptero no hubiera podido mostrar con tanto detalle

Las primeras investigaciones – que finalmente nos acercaron a la fotogrametría digital - revelaron que, si bien, un levantamiento por medio de drón nos iba dar un resultado más preciso y detallado, un recorrido en helicóptero resultaba económicamente más viable. Por otro lado, con respecto a la fotogrametría digital, debemos mencionar que, con los adelantos tecnológicos de los últimos años, ésta permite realizar trabajos de medición volumétrica similar y superior a los estudios topográficos tradicionales.

### ***Necesidades del (Rea)seguro***

Antes de seguir detallando la experiencia con la inspección asistida con drones, dedicamos un párrafo para analizar las necesidades de la industria del (rea)seguro, a sabiendas de que los intereses entre la aseguradora y el reasegurador no están siempre alineados.



Las obras en construcción son proyectos dinámicos cuyas exposiciones cambian a lo largo del tiempo. La componente variable en un proyecto no es solo el constante incremento de valores, sino también la estabilidad de las estructuras, las variaciones climáticas, los cambios al proyecto original etc., que hacen de un proyecto en construcción una obra en movimiento continuo. Debido a lo anterior una obra puede quedar afectada en una misma temporada por varios eventos de diferente naturaleza, lo que resulta en dificultades de asignar los daños totales al evento correcto, también por lentitudes en el proceso de ajuste: el efecto “sinistro sobre sinistro” ha sido siempre un tema complejo para los ajustadores.

Es importante por lo tanto contar con un levantamiento de las condiciones actuales en una obra en construcción, lo que puede ser sencillo para un proyecto compacto (una termoeléctrica, una planta industrial, una cementera) pero más complejo en una hidroeléctrica en donde la cortina puede estar a una gran distancia de la casa maquinas, o una carretera que tiene estructuras distribuidas a lo largo de cientos de kilómetros.

Enfocándonos a una carretera – que ha sido el motivo por el cual nos involucramos en el tema de la fotogrametría digital – sus exposiciones son múltiples, así como lo son sus estructuras potencialmente expuestas. Una evaluación de las reclamaciones al seguro en la construcción de carreteras nos indica que los derrumbes de cortes, los deslizamiento de taludes, caída de vigas, colapso de puentes, colapso de alcantarillas son los eventos más frecuentes. La causa raíz de los siniestros más catastróficos son las precipitaciones, que por cierto han incrementado su intensidad en la última década en varias regiones del mundo. Por otro lado, el entorno topográfico, hidrológico y geológico es de importancia básica para la exposición a riesgo de una carretera en construcción. En el caso que la cobertura incluye ALoP, es primordial contar con información precisa sobre el avance de obra y circunstancias que pudieran dar lugar a un retraso en la entrega de la obra.

Una inspección de riesgo por parte del seguro a este tipo de obras se enfoca en buena parte a los aspectos arriba mencionados. Hasta la fecha, las inspecciones de carreteras se han realizado de forma tradicional: recolección de información, recorrido del tramo, memoria fotográfica y redacción de un reporte, más o menos completo de acuerdo a la experiencia del inspector. Las limitantes de este procedimiento tradicional pueden ser varias:

- La longitud del tramo no permite una revisión detallada de todas las estructuras si se quieren mantener los tiempos de la inspección dentro de un rango aceptable también para el asegurado, cuyo trabajo primordial es seguir adelante con la obra en vez de atender personal de la aseguradora.
- Hay estructuras difícilmente accesibles para un inspector como lo son las bases de las pilas de un puente en una cañada profunda, las contracunetas en un corte muy alto o sobre los portales de un túnel, las partes superiores de los portales de túneles, las obras de drenaje en cañadas profundas, así como sus obras de protección (aleros, cabezales, obras de encauzamiento)
- En tramos largos afectados por deslaves – contrario al trabajo realizado por un ajustador – el inspector de riesgo no puede en un tiempo corto registrar todas las ubicaciones exactas de



los deslaves, caídos y movimientos mayores de tierra con respecto a su ubicación y datos precisos sobre los volúmenes involucrados.

Por otro lado, un inspector con experiencia, a pesar de las limitantes arribas descritas, hasta la fecha ha podido realizar su inspección, evaluando la obra en construcción y detectando puntos álgidos, e informar a la aseguradora mediante el reporte de inspección sobre las condiciones del riesgo. Esta evaluación funge como base para decisiones de suscripción de la industria aseguradora.

### ***Fotogrametría Digital***

La fotogrametría convencional, es un tema ya conocido y utilizado desde hace muchos años sobretodo en la cartografía y topografía. Los recorridos se realizaban sobretodo en avioneta. Con el auge de los vehículos aéreos no tripulados (drones), la miniaturización de las cámaras fotográficas utilizadas, y la siempre más alta capacidad de procesamiento de datos, la fotogrametría digital se vuelve una solución muy interesante para realizar levantamientos de estructuras con la posibilidad de visualizar el objeto en sus tres ejes desde cualquier ángulo. En el caso de una carretera, un puente o un túnel, podemos obtener imágenes tridimensionales y mediante software especializada, realizar mediciones de todo tipo (longitud, altura, espesores, distancias, volúmenes y comparaciones volumétricas), realizar recorridos virtuales (3D), obtener geo-localizaciones de puntos de interés con un error de pocos centímetros, todo lo anterior debidamente documentado con miles de imágenes de alta resolución y con la actualización que se requiera. Cabe mencionar que la fotogrametría digital, no consiste únicamente en el recorrido y la toma de un sinnúmero de fotografías: el trabajo importante consiste en la composición de “modelos tridimensionales” y “orthophotos de súper alta resolución”, que se puedan procesar. Y aquí un aspecto medular: el software que utiliza el proveedor de servicios. Hemos encontrado grandes diferencias en la resolución de las imágenes, la calidad de procesamiento de datos y la misma velocidad de los procesos.

Es por lo tanto importante no solo distinguir entre un levantamiento fotogramétrico digital y una toma de video - este último nos puede dar una visualización estática del objeto, sin embargo no nos permite la cantidad de mediciones y evaluaciones que nos otorga la fotogrametría digital – sino también el software que se utiliza para el procesamiento de datos.

### ***¿Avioneta, Helicóptero o Drón?***

Nuestras investigaciones – en el caso que utilizamos como ejemplo - nos llevaron a tomar decisiones con base en consideraciones económicas y relacionadas a la disponibilidad de la industria del seguro a realizar inversiones en la prevención de daño sin un beneficio inmediato. Todavía nos encontramos en un mercado blando con primas técnicamente insuficientes en el cual no se dispone de márgenes amplios para la inversión en prevención. Sigue el tema eterno de quien es el que debe supervisar el nivel de prevención de daño del asegurado: ¿es la compañía de seguros



o es el reasegurador? Y el otro tema que sigue sin resolverse: la inversión en el costo de la inspección se relaciona a la prima recibida (el clásico 2,5% de la prima) en vez de al potencial del siniestro.

Es un hecho de que cuando ocurre un siniestro mayor, la disponibilidad por parte de la industria (rea)seguradora de invertir en la investigación de causas, en posibilidades de reducir la indemnización es infinitamente mayor.

La utilización de avionetas y helicópteros tiene dos condicionantes importantes: se requiere de un aeropuerto cercano al sitio de obra y que tenga instalaciones para la aviación civil. Asimismo, se debe contratar el servicio de video o fotogrametría por separado. Por otro lado, es sumamente útil tener un proveedor de servicios de alquiler de avionetas / helicópteros en el aeropuerto en cuestión. Hemos encontrado que los costos se incrementan de forma importante si el helicóptero debe salir de una base aérea lejana del objeto a inspeccionarse. Con un costo de entre 900 USD y 2.000 USD\* por hora de vuelo, rápidamente se nos incrementa la inversión solo para acercar el vehículo a la zona del proyecto. A esta inversión se debe agregar el costo del servicio de un equipo filmográfico que pueda realizar un video.

Las empresas que ofrecen servicio de fotogrametría con avionetas cobran unos 400 USD\* por kilómetro de carretera. Un barrido fotogramétrico de una carretera de 100 km de longitud nos lleva a una inversión de 40.000\* USD, lo que no queda en relación de una prima de reaseguro de una carretera, considerando también que se deben realizar varias inspecciones a lo largo del proyecto.

\*todos los precios indicados son con base en investigaciones realizadas en México en Marzo / Abril 2018.

### ***La Alternativa Viable: Inspección Asistida por Drones***

En el curso de nuestras investigaciones, nos hemos acercado a una empresa especializada que nos presentó los beneficios de la fotogrametría digital con base en ejemplos, como un colapso de talud en una construcción, de la construcción de una torre a lado de condominios y un riesgo minero.

En el caso del tema que nos ocupa, un levantamiento fotogramétrico digital – a primera vista no solo nos hubiera revelado las condiciones “as is” de la autopista, de forma general, sino nos hubiera dado información más detallada – con una perspectiva de bird’s eye – de las condiciones de las contracunetas que en una inspección normal se aprecian solo de forma parcial, las condiciones de alcantarillas en cañadas profundas, los volúmenes de los caídos en cortes y deslizamientos de terraplenes así como los metros longitudinales de superficie de rodamiento afectada por grietas y movimientos progresivos de terraplenes ya construidos. Recordemos que la carretera que analizamos sufrió retrasos considerables y tramos ya concluidos quedaron a merced de la inclemencia climática por largos meses. El recorrido de drón, con tiempos de ejecución bastante más largos, permitiría revisar tramos que no se habían accedido con anterioridad debido a la complejidad de su acceso, también a causa de bloqueos de los comunitarios con su abanico de peticiones.





Ya mencionamos que el software / aplicación nos hubiera permitido en caso de una nueva inspección, resaltar avances de construcción, o diferencias en volúmenes de caídos o detectar nuevos deslaves y caídos.

Después de una evaluación de los costos, los pros y contras de las diferentes opciones a la mano para realizar un levantamiento del “as is” de la autopista en construcción, así como el tipo de software utilizado por las empresas que ofrecen esta clase de servicios, se tomó la decisión de contratar al proveedor de servicios especializado para realizar un recorrido del tramo y efectuar un levantamiento fotogramétrico digital del proyecto en su fase de construcción.

### ***Resultados Preliminares***

Con el recorrido DIPE (Digital Photogrammetry Evaluation) realizado, podemos concluir que los resultados rebasaron las expectativas a pesar de algunos detalles y oportunidades para mejorar los procedimientos en inspecciones futuras.

Podemos confirmar que desde nuestra perspectiva el recorrido, utilizando la metodología de **levantamiento fotogramétrico digital**, efectivamente muestra ventajas sobre la inspección tradicional:

- Un mapeo 3D que nos otorga una panorámica integral del riesgo con 3 opciones de visualización: modelo tridimensional, orthophoto de alta resolución geo-referenciada (.jpeg, geoTiff) y un video de un recorrido virtual (mediante un procesamiento y una aplicación separada).
- Visualización aérea amplia y completa que permite la observación de puntos que no se alcanzan ver en un recorrido tradicional:
  - Visualización de estructuras de difícil acceso.
  - Visualización frontal de estructuras como muros geosintéticos, muros de contención, obras de drenaje en barrancas profundas y pilas de puentes, entre otros
  - Evaluación de cañadas, medición de su área (interesante para la evaluación de las secciones hidráulicas de alcantarillas), evaluación de la topografía y tipo de vegetación (material de arrastre)
  - Evaluación de las obras de drenaje (alcantarillas) y sus obras de encauzamiento en cañadas muy profundas
  - Invasión de derecho de vía por deslaves (interesante también para la responsabilidad



- civil en caso de CECR)
  - Evaluación de establecimientos aledaños al derecho de vía en caso de autopistas urbanas (responsabilidad civil)
  - Evaluación de presencia de contracunetas y sus condiciones de mantenimiento
  - Visualización de Portales de Túneles
  - Visualización de las condiciones del neopreno de puentes
- Obtener datos topográficos de alta resolución que permiten cálculo de **distancias, volúmenes (cañadas, caídos / deslaves / derrumbes, perfiles, pendientes, diámetro de obras drenaje y gradientes de taludes)**
- Apreciación de **características de calidad de la autopista** como lo es la condición de la superficie de rodamiento, limpieza / desbroce del derecho de vía, condiciones de bermas y taludes protegidos con concreto lanzado
- Señalización de **“Puntos de Interés”** a lo largo de todo el riesgo y presentación en forma de reporte PDF
- **Documentación** precisa de los recorridos con la posibilidad de realizar comparaciones de las condiciones del tramo a lo largo de un lapso de tiempo.

Las consideraciones anteriores pueden ser válidas en principio para la póliza CAR y/o CECR de proyectos carreteros. Por otro lado, en el caso de CAR es de tomarse en cuenta que el acceso a través de vías secundarias y provisionales puede causar retrasos considerables en el levantamiento fotogramétrico digital.

En donde esta herramienta definitivamente – desde nuestra perspectiva – es sumamente útil, es la carretera de cuota ya en operación y asegurada en una póliza todo riesgo o CECR, no solo por la facilidad en el recorrido del tramo, que permite realizar el mapeo 3D en un tiempo mucho más breve que en caso de una autopista en construcción. La visualización de aspectos de mantenimiento, colindancias (importante en carreteras urbanas, libramientos, puentes y sobrepasos en áreas habitadas), evaluación de gradientes de cortes, ángulo de reposo de taludes, inestabilidades geológicas, pone a la industria aseguradora en una posición no solo de evaluar con más detalle el riesgo, sino también en condiciones de tener un “as is” del tramo para después, en caso de un siniestro, apreciar de forma objetiva volúmenes de caídos, áreas afectadas, y en unos casos tener una herramienta para determinar la causa raíz del evento.



## ***Entregable***

Ya se mencionó que los resultados de la DIPE (Digital Photogrammetry Evaluation) son entregados por parte del proveedor mediante un link en la cual el usuario puede visualizar en una plataforma online el riesgo inspeccionado. La plataforma es amigable para realizar la visualización del riesgo y requiere un cierto entrenamiento y rutina para obtener mediciones y cálculos volumétricos. Es importante resaltar que hay diferencias en lo entregable entre los varios proveedores que realizan servicios fotogramétricos. Unas empresas entregan únicamente un video de las condiciones actuales del riesgo, mientras que en el caso de otros se recibe la inspección cargada en la “nube”, y todas las mediciones pueden ser realizadas por cuenta propia del usuario. En caso de una re-inspección, el usuario mismo puede detectar cambios en las condiciones de la autopista, es decir nuevos deslaves, derrumbes o avances en la construcción. La plataforma permite calcular exactamente volúmenes de concretos colados, avance en la colocación de carpeta, avance en subsuelo cortado o terraplenes colocados, entre otras.

Con base en nuestra experiencia inicial con la plataforma online – a sabiendas que estamos en una fase incipiente de aprendizaje – nos atrevemos a sacar estas primeras conclusiones:

Recorrer en detalle los kilómetros de la carretera a un ritmo de 10 metros - 30 metros en la pantalla de la computadora es una actividad que toma su tiempo. Es sorprendente que, para un inspector de riesgo con experiencia en carreteras, son muchos los detalles que se pueden revisar y la calidad de la resolución de las imágenes, “invitan” a observar detalladamente los diferentes aspectos de la autopista:

- geología en los cortes que presentan caídos
- contra-cunetas obstruidas por material de arrastre
- invasión de derecho de vía por deslaves & derrumbes
- gradiente y ángulos de cortes y terraplenes
- fenómenos geológicos como el bufamiento
- grietas en la superficie de rodamiento etc.
- Obras de encausamiento de las alcantarillas

Con un poco de imaginación no es difícil llegar a vislumbrar que en breve la industria aseguradora estará en condiciones de calcular las áreas de las cañadas y demostrar la insuficiencia de las secciones hidráulicas de las obras de drenaje. Este tema es importantísimo para la estabilidad de los terraplenes y evitar que estos se derrumben a causa de la formación de presas monte arriba.

## ***CECR – Autopistas***

Una mención especial merece el tema de la utilización de la DIPE en el caso de autopistas en operación en Latinoamérica que se cubren en la póliza de Obra Civil Terminada. En varios países hay actualmente programas de construcción muy agresivos con recursos a veces limitados. Los desperfectos y daños se presentan durante los primeros años de operación. Caídos y derrumbes por ángulos de reposo de taludes muy agresivos, insuficiencia de la sección hidráulica de alcantarillas, falta de contra-cunetas, falta de obras de encausamiento, son ejemplos que circunstancias que llevan a daños a la autopista. Una supervisión más detallada de las condiciones de mantenimiento, del entorno topográfico y geológico, de eventuales obras de corrección en cortes, terraplenes, alcantarillas, muros armados, puede evitar reclamaciones al seguro. Inspecciones fotogramétricas digitales recurrentes pueden evitar reclamaciones por daños progresivos y/o daños por deficiencias manifiestas en el mantenimiento.

El aspecto de la exposición a daños por RC en el caso de carreteras urbanas, sobrepasos y libramientos elevados pueden ser revelados por medio de la DIPE. Últimamente hemos recorrido muchos tramos de autopistas urbanas de peaje en operación, en donde el comercio aledaño a la troncal “choca” con la operación profesional de una autopista.

Específicamente para las autopistas de peaje resumimos las ventajas de un Mapeo-3D con la fotogramétrica digital:

- Levantamiento integral de la autopista con posibilidades de visualización tridimensional
- Evaluación de estructuras y componentes de difícil acceso (neoprenos de puentes)
- Visualización frontal de estructuras como muro geosintéticos, muros de contención, base de las pilas de puentes etc.)
- Evaluación de cañadas, medición de su área (interesante para la evaluación de las secciones hidráulicas de alcantarillas), evaluación de la topografía y tipo de vegetación (material de arrastre)
- Evaluación de las obras de drenaje (alcantarillas) y sus obras de encauzamiento en cañadas muy profundas
- Invasión de derecho de vía por deslaves (interesante también para la responsabilidad civil)
- Evaluación de establecimientos aledaños al derecho de vía en caso de autopistas urbanas (responsabilidad civil)
- Comprobación de existencia de contracunetas
- Mantenimiento a las cunetas y a la zona del derecho de vía en general

Además de las ya señaladas posibilidades de cálculos paramétricos (distancias, volúmenes, gradientes de taludes, diámetro de obras de drenaje, entre otros), por la alta resolución de las



imágenes se podrán apreciar ciertas características de calidad de la autopista – que por cierto forman parte en muchos casos del contrato de concesión – como las condiciones de la superficie de rodamiento, asentamientos, limpieza y desbroce del derecho de vía, condiciones de bermas y taludes protegidos con concreto lanzado.

Es muy importante señalar que todo el recorrido DIPE queda documentado de forma electrónica y con base en el software utilizado – es posible realizar y documentar el historial de las condiciones del tramo analizado. “Puntos de Interés” para la aseguradora pueden ser revisados en inspecciones futuras.

### *Aspectos Críticos y Limitantes*

Como en cualquier tecnología nueva nos hemos también enfrentado a situaciones que nos enseñan que hay todavía limitaciones cuando utilizamos la DIPE

Un aspecto importante es el hecho que el ritmo de trabajo de los técnicos que realizan el recorrido fotogramétrico y el del Inspector tradicional son totalmente diferentes. Mientras que el inspector tradicional realiza su recorrido de forma expedita, el recorrido fotogramétrico tiene tiempos de ejecución definitivamente más largos.

Por otro lado hay que considerar que la accesibilidad, puede retrasar de forma importante el avance del recorrido, sobretodo en el caso de una carretera en construcción. En este contexto se debe mencionar también el alcance de la transmisión de la señal de radio: el mapeo 3D en un entorno montañoso requiere más trabajo que un terreno plana en la cual las ondas radio se propagan sin barreras.

Es también importante señalar que los técnicos que realizan el recorrido DIPE tengan experiencia no solo en el tipo de riesgo que se analiza, sino también en los aspectos relevantes para la industria aseguradora, que finalmente se centran en buena parte a la prevención de daños.

Otro tema son también las condiciones meteorológicas el día de la inspección: lluvia y visibilidad deben ser adecuadas para poder tener unas imágenes nítidas y procesables.

Hemos aprendido también que en ciertos países hay restricciones para el ingreso temporal de drones. En estos casos hay que cumplir con formalidades aduanales que pueden tomar su tiempo.

Desde luego es importante que los operadores de los drones tengan pleno conocimiento de las capacidades del drón utilizado (tiempos de vuelo, alcances, interferencias que se pudieran dar por la topografía y por los vientos dominantes) y de la cámara utilizada. Podemos confirmar que todavía hay enormes diferencias en la calidad del trabajo entregado y no solo con respecto a la resolución.

Como últimos aspectos no queremos dejar de lado unos comentarios sobre la plataforma utilizada y el software con la cual se procesan los datos. El procesar más de 100.000 imágenes, ubicarlas geoespacialmente, generar una “nube de puntos”, obtener la resolución deseada en los puntos críticos,

2127 Brickell Av. Miami, 33129, Florida, USA

Tel. 001 305 735-8257

+52 728 287-7321

Cel 001 305 989-2502

+52 (1) 55 2129-0567 <http://www.riscmiami.com>



permitir la exportación de datos obtenidos y documentar de una forma amigable en archivos fácilmente accesibles en cualquier computadora, convierten la “plataforma online” empleada en un factor crítico.

**Para detalles técnicos adicionales favor de contactar a  
RISC: +52 55 2129 0567**