

Evaluación de Impacto Ambiental Mediante Vehículo Aéreo no Tripulado en Obras Civiles

Environmental Impact Assessment by Unmanned Aerial Vehicle in Civil Works

Carlos Alberto Herrera-Quispe

Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú

E-mail: carlosalbertoherrera15@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2169-6214>

Ruth Mariela Quispe-De La Cruz

Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú

E-mail: ruthquispe@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7260-4311>

Nilo Abelardo Enríquez-Nateros

Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú

E-mail: niloeamb2@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8233-6912>

Lizangela Aurelia Hinojosa-Yzarra

Universidad Nacional Autónoma de Huanta, Perú

E-mail: 1912820118@unah.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9567-0303>

Resumen

La valoración de impactos ambientales en obras civiles se ha vuelto un procedimiento obligatorio hoy en día, los proyectos civiles tienen un fuerte impacto sobre el ambiente, manipulan grandes sumas de recursos renovables y no renovables, las altas cargas energéticas antes, durante y después de la ejecución del proyecto, dispersan al ambiente restos líquidos, gaseosos y sólidos, donde generalmente no tienen tratamiento alguno, produciendo un impacto ambiental, social y riesgo ambiental. El objetivo de este estudio bibliográfico es sistematizar información acerca de la herramienta tecnológica espacial, como los vehículos aéreos no tripulados (DRON), para evaluar los impactos ambientales derivados de obras civiles, mediante la conceptualización y sistematización del proceso para lograr, la planificación y monitoreo ambiental, para lo cual se escudriñó en revistas científicas como Revista Ra Ximhai y bases de datos como SciELO, World Wide Science, Scopus, Science Direct y Concytec dentro de las fases heurísticas y hermenéuticas del estado de arte. Entre los resultados se destaca que, se puede sistematizar el proceso para poder valorar las huellas ambientales forjados por obras civiles mediante el uso de la tecnología espacial. Se concluye que la tecnología espacial como los drones, son una herramienta muy útil para la toma de datos en las obras civiles con gran precisión en tiempo real y a un menor costo.

Palabras Clave

Impacto ambiental, obra civil, Dron

Abstract

The assessment of environmental impacts in civil works has become a mandatory procedure nowadays, civil projects have a strong impact on the environment, they manipulate large amounts of renewable and non-renewable resources, the high energy loads before, during and after the execution of the project, disperse to the environment liquid, gaseous and solid waste, where they generally have no treatment, producing an environmental impact, social and environmental risk. The aim of this bibliographic study is to systematize information about the spatial technological tool, such as unmanned aerial vehicles (DRON), to evaluate the environmental impacts derived from civil works, through the conceptualization and systematization of the process to achieve environmental planning and monitoring, for which scientific journals such as Revista Ra Ximhai and databases such as SciELO, World Wide Science, Scopus, Science Direct and Concytec were scrutinized within the heuristic and hermeneutic phases of the state of the art. Among the results, it is highlighted that the process can be systematized to be able to value the environmental footprints forged by civil works through the use of space technology. It is concluded that space technology such as drones are a very useful tool for data collection in civil works with great precision in real time and at a lower cost.

Keywords

Environmental Impact, civil works, Drone.

Resumo

A avaliação dos impactos ambientais em obras civis tornou-se um procedimento obrigatório hoje em dia, os projectos civis têm um forte impacto no ambiente, manipulam grandes quantidades de recursos renováveis e não renováveis, as elevadas cargas energéticas antes, durante e após a execução do projecto, dispersam resíduos líquidos, gasosos e sólidos no ambiente, onde geralmente não têm tratamento, produzindo um impacto ambiental, risco social e ambiental. O objectivo deste estudo bibliográfico é sistematizar informação sobre a ferramenta tecnológica espacial, como os veículos aéreos não tripulados (DRON), para avaliar os impactos ambientais derivados das obras civis, através da conceptualização e sistematização do processo de planeamento e monitorização ambiental, para o qual foram examinadas revistas científicas como a Revista Ra Ximhai e bases de dados como a SciELO, World Wide Science, Scopus, Science Direct e Concytec, dentro das fases heurísticas e hermenêuticas do estado da arte. Entre os resultados, salienta-se que o processo pode ser sistematizado de modo a poder avaliar as pegadas ambientais forjadas por obras civis através da utilização da tecnologia espacial. Conclui-se que a tecnologia espacial como os drones são uma ferramenta muito útil para a recolha de dados em obras civis com elevada precisão em tempo real e a um custo mais baixo.

Palavras-chave

Impacto ambiental, obras civis, Drone

1. Introducción

El crecimiento del sector de la construcción está impulsado por el avance físico de las obras a nivel nacional, regional y local que continúan avanzando en nuestro país gracias a la inversión pública y privada en las obras de construcción que la población necesita, cuyo proceso constructivo tiene un impacto en la vida de las personas, pero fundamentalmente en el ambiente, ya que lo hay en la ejecución de las obras de construcción en diferentes regiones, toda vez que la tierra cambia la evolución normal del ambiente que, si no se gestiona adecuadamente, provoca daños irreversibles que se denominan impactos ambientales que de acuerdo a Martínez (2014) se puede definir como el cambio que se crea en el medio natural en el que el hombre desarrolla su vida, causado por un proyecto o actividad específica.

El resultado de este cambio es creado por las distancias de aprovisionamiento de materia prima y el lugar de su elaboración o la construcción del proyecto de ingeniería, así como la escasez de los recursos naturales cercanos y, finalmente, la emisión de contaminantes provocada por las actividades de construcción. (Galindo y Silva, 2016). En los últimos años han surgido nuevos avances tecnológicos (drones) que permiten una mejor visualización de todo el trabajo que se está desarrollando en las fases de una cantera: exploración, producción, planificación, desarrollo y cierre de operaciones (Meza, 2017); por otra parte, una herramienta que puede ayudar a monitorear los impactos ambientales en las obras civiles es la tecnología del dron, que tiene diversas funcionalidades y con incorporación del GPS en el procesamiento de datos, otorgan una precisión milimétrica.

La presente investigación pretende encontrar metodologías para poder evaluar de una forma más rápida, con resultados en tiempo real mediante la utilización del dron, el monitoreo de la huella ambiental en obras civiles. Originalmente fabricados en el entorno militar, los drones o vehículos aéreos no tripulados se utilizan cada vez más en nuestra sociedad con fines recreativos, académicos e industriales (Eid et al., 2013). Hoy en día los drones han pasado del uso bélico, científico, periodístico, etc, al uso en la ingeniería con sus múltiples aplicaciones, como es el caso de la recolección de datos para el monitoreo de los impactos ambientales producidos por las diversas obras civiles en ejecución.

López y Tonato (2015) indican que la investigación se centra en el uso de tecnologías espaciales como los vehículos aéreos no tripulados (drones), que son una herramienta muy útil para calcular la cantidad de roca producida en una cantera, generación de ortofotos a través del programa Pix4D y recepción de resultados con el fin de visualizar a través del plan de manejo ambiental, las medidas que se deben llevar a cabo para la mitigación y prevención de las actividades realizadas en una cantera. En Huancavelica se ve un crecimiento del sector construcción, impulsado por el avance físico de obras que inciden en el ambiente, ya que la ejecución de la obra modifica la evolución normal del medio. El impacto ambiental de un proyecto de construcción sobre el entorno radica por un lado en los generados por la extracción de recursos y por otro en los generados por los residuos depositados en el ambiente. Los síntomas de la degradación ambiental del planeta y sus efectos sobre la calidad de vida son el resultado de los patrones de desarrollo.

2. Estado del arte

2.1 Impactos ambientales y riesgos

Para empezar a describir los métodos de identificación de huellas ambientales, se desenvuelven brevemente las nociones de impacto ambiental, social y riesgo ambiental, que están relacionados.

2.1.1 Impacto ambiental: Concebido como un cambio positivo o negativo en los mecanismos ambientales provocados por la implementación de un proyecto. Espinoza (2010) define el impacto ambiental como la alteración significativa del ambiente, inducida por operaciones humanas y de sus métodos naturales transformados y de sus recursos; mientras que Fernández (2010) enfatiza que el impacto de una obra civil sobre el ambiente es el contraste entre el contexto del medio ambiente modificado futuro, tal como se implementaría en la obra civil, y el contexto del ambiente futuro, habría desarrollado normalmente sin tal acción; es decir, el cambio claro (que puede ser negativa o positiva) en la eficacia del ambiente y la del ser humano que son los receptores resultantes de una actividad.

2.1.2 Impacto social: Según la Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos (IAIA por sus siglas en inglés), "un impacto social es algo que se experimenta o se siente, en el sentido perceptual (cognitivo) o corporal (físico) a todos los niveles, por ejemplo, a nivel de la persona como individuo, de unidad económica (familia/hogar), de grupo social (círculo de amigos), de lugar de trabajo (una empresa o entidad de gobierno), o más generalmente de comunidad/sociedad. Estos diferentes niveles se ven afectados de diversas maneras por un impacto o por una acción que causa impacto". Por lo tanto, que las huellas sociales comprenden todos los aspectos coherentes con un proyecto de alteración que pueden cambiar directa o indirectamente la vida de los seres humanos. El impacto social implica cambios forjados sobre las comunidades y poblaciones fruto de las actividades del proyecto y pueden ser de tres tipos:

- a) Sociales, las permutaciones en la dinámica sociocultural, repleción de servicios públicos.
- b) Económicos, como la contribución a los ingresos a cada nivel de Gobierno Local (entregas presupuestarias) y a nivel de localidad (ingresos y acceso al empleo).
- c) Socio-ambientales, en general, cambios en el medio biológicos y físicos que afectan el bienestar de las personas: por ejemplo, cambio en la cuantía de especies de flora y fauna que son utilizadas por la urbe, reducción o aumento en la cuantía de agua debido a los efectos del proyecto, entre otros.

2.1.3 Riesgo ambiental: Se conceptualiza como la posibilidad de salida de un impacto sobre los ambientes procedente del anómala natural, tecnológico y antropogénico. (Ministerio del Ambiente, 2009). En el marco del estudio ambiental y un riesgo ambiental se delimita como la posibilidad de perjuicio al ambiente como consecuencia de las diligencias del proyecto que ocurren inopinadamente. Por tal motivo, el estudio de riesgos examina qué puede salir mal durante la realización del proyecto (por ocurrencia de fracasos en el diseño del proyecto, así como las causadas por sucesos geodinámicos externos, peligro climático y vulnerabilidad ambiental, entre otros, por ejemplo, un terremoto o un huayco) que conduce a la afectación del ambiente. El riesgo ambiental comprende también el riesgo social, el cual reconoce la percepción de los individuos sobre

los riesgos del proyecto sobre el ambiente. El análisis del riesgo implica un análisis de vulnerabilidad de los medios físico, biológico y social del ambiente relacionado con sus amenazas potenciales. En todos los casos, este examen debe transportar a una habilidad de gestión del riesgo en el estudio ambiental del plan, que se concreta en el denominado plan de contingencia.

2.1.4 Identificación de los Impactos Ambientales: La caracterización de impactos ambientales pide examinar la relación entre lo que se designa como ambiental externo del proyecto y los elementos que acceden al ambiente. La secuencia para la identificación de impactos ambientales consiste en:

- Primero, identificar las actividades del proyecto (entorno externo del proyecto) que se van a cambiar, crear huellas en uno o más de los dispositivos ambientales (entorno social, biológico y físico), es decir, cumplir con los principios de la huella relevantes para el ambiente. Las externalidades biológicas y físicas generalmente se denominan externalidades ambientales, según la información del proyecto sobre el nivel de factibilidad (descripción del proyecto).
- En segundo lugar, equilibrar los dispositivos ambientales que pueden verse afectados por las actividades desiguales del proyecto con base en la información de la línea de base (física, biológica y social).

2.2 Drone

El drone es un Sistema de Aeronave Pilotada Remotamente (RPAS por sus siglas en inglés) con diversos roles esenciales dentro de la sociedad como el rescate de individuos, incrementándose los volúmenes de producción de esta tecnología, para utilizarlas en las ciencias aplicadas para otras profesiones más nobles como la investigación científica, de tal manera que un dron es 60 veces más barato que comprar un helicóptero y el coste activo es mucho menor (Prizma Technology, 2020).

“Los drones han llegado para quedarse para siempre, los usos aumentan cada día de la mano del emporio civil y científico. Estamos viviendo la cúspide de la creatividad en las funciones y estudios de este dispositivo, que parecen eternos” (Prizma Technology, 2020)

2.3 Fotogrametría

Según Quirós (2014), La fotogrametría es la habilidad destinada a aprender y especificar con precisión la forma, las superficies y el enfoque de los objetos en el espacio, esencialmente obteniendo medidas en una o más imágenes. Etimológicamente, el término fotogrametría significa la métrica de comunicación con la luz. Es la ciencia que utiliza la fotografía para realizar mediciones y su aplicación se puede expandir a muchas áreas de juicio. Existe otra habilidad que también utiliza fotografías aéreas llamada fotointerpretación, que se dedica a la monografía detallada de fotografías para estudiar fenómenos de una tipología muy alterada. La fotogrametría no explica ningún fenómeno, pero crea planos y mapas de la más alta precisión a través de cálculos en las fotografías. Finalmente, podríamos especificar la fotogrametría como la sabiduría de desarrollar mapas o planos a partir de fotografías tomadas en determinadas condiciones.

2.3.1 Productos fotogramétricos: El proceso fotogramétrico cuenta con tres productos por perfección y son:

- Planos vectoriales logrados de la restitución.
- Modelos digitales del terreno.
- Ortofotografías.

2.3.2 DEM (Modelos Digitales de elevación): El DEM del terreno es un conjunto de fichas numéricas que representa el repartimiento espacial de una característica del territorio (Quirós, 2014).

2.3.3 Ortofotografías: Fue basado en los principios enunciados por Lacmann en 1931 y tiempo más tarde por Ferber (1933), el comienzo de la ortofotografía fue considerado con la construcción del primer orto proyector analógico en 1955 por Bean (Orthophotoscope). Soria (2014) menciona que la ortográfica digital se denomina proyección visual (donde se cambia el cono representativo del territorio a una perspectiva ortogonal), aplicado a una fotografía digital o aérea, con herramientas adecuadas corrige distorsiones, conserva toda la información de la fotografía aérea, también permite medir la escala, la distancia y la superficie, asegurando la conformidad con los mapas existentes. El uso de fotografías aéreas brinda una representación del terreno; en ellas se pueden implementar técnicas y métodos apropiados que alcanzan grandes precisiones respecto al objetivo planteado;

además, son el insumo principal para la elaboración de cartografía con gran nivel de detalle en zonas de pequeña extensión (Altamirano et al., 2016).

2.3.4 Proyecto de vuelo: Quirós (2014) clasifica la planificación del proyecto fotogramétrico en:

- Proyección del vuelo a seguir para todas las fotografías aéreas que se utilizarán.
- Programación de la inspección terrestre, así como la realización de todas las labores topográficas que compensen la exactitud que solicita el proyecto.
- Evaluación económica que sobrelleva el proyecto, donde toda planificación de vuelo es primordial en el proceso de una adecuada cobertura fotográfica, de tal manera que cada parte del suelo, por pequeña que sea, debe cubrirse estereoscópicamente.

3. Materiales y métodos

Se efectuó una investigación bibliográfica en distintas bases de datos como ScienceDirect, Concytec, IEEE Xplore, Teseo SciELO, World WideScience, Scopus, utilizando descriptores como “Impacto ambiental”, “dron”, “Obras civiles”, así mismo se desarrolló un estudio sistemático de artículos científicos publicados en revistas científicas como Investigaciones de Tecnología de uso de Drones, Revista de Estudio de drones en la aplicación en obras civil, Así como también la normativa del estado Peruano en la Evaluación de Impactos ambientales (Guía De Evaluación De Riesgo Ambiental, Ministerio Del Ambiente), entre otras, desarrollando el estado de arte en sus fases heurística y hermenéutica.

4. Resultados

Como resultado de la investigación bibliográfica se pudo sistematizar el proceso para poder valorar las huellas ambientales forjadas por obras civiles mediante el uso de la tecnología espacial, vehículo aéreo no tripulado, generándose uno o más planes de vuelo en el área de intervención, para certificar la toma de datos con gran exactitud, planificar los factores como condiciones climatológicas, velocidad de viento, temperatura, etc. que puedan afectar la toma de datos. Tomado los datos de campo mediante el dron en las obras civiles,

generan planos donde se da la evaluación de áreas afectadas al ambiente, los riesgos que estos puedan tener y un monitoreo constante en la obra.

5. Discusión

A la luz de los resultados encontrados se vislumbra que el dron garantiza la toma de datos con exactitud real del área del proyecto mediante la fotogrametría, ello en consonancia con lo manifestado por López y Tonato (2019) quienes concluyeron que el uso de vehículo aéreo no tripulado para la generación de mapas digitales es de importancia para el estudio de datos del terreno; en concordancia también con Ruales (2018) quien comprobó que el uso de drones ayuda a obtener mapas mucho más detallados, en contraste con la topografía convencional; similar a lo reportado por Pérez et al. (2017), quienes argumentaron que el uso de la tecnología espacial drone nos ayuda en múltiples aplicaciones de la ingeniería en ejecución, como mediciones estadísticas de contaminación de áreas naturales, donde obtenemos mapas georreferenciados de gran precisión.

6. Conclusiones

La tecnología espacial como los drones, son una herramienta muy útil en la ingeniería civil, ya que facilita la toma de datos en las obras civiles con gran precisión en tiempo real y a un costo bajo, así como también son de gran utilidad en la evaluación de impactos ambientales de obras civiles, teniendo el conocimiento que esta herramienta tecnológica nos proporciona una fotogrametría precisa, donde podemos medir una evaluación ambiental, cuyos parámetros a medir son área de tierra vegetal, área de depósito de sobrantes, área de ocupación del suelo y volumen de deslizamiento de taludes y terraplenes para un plan de monitoreo ambiental y plan preventivo de reducción de riesgo.

7. Referencias

Altamirano, B., Enríquez, A., García, H., Hidalgo, D. y Rodríguez, F. (2015). *Investigación y modelación geográfica de un catastro hidráulico para la distribución de agua potable en Irapuato, Guanajuato*. [Tesis de Ingeniero topográfico y fotogrametría, Instituto

- Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-México]. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/17262>
- Espinoza, G. (2010). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*.
- Eid, BM., Chevil, J., Albatsh, F. y Faris, F. (2013). *Challenges of integrating unmanned aerial vehicles in civil application*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 53. doi: 10.1088/1757-899X/53/1/012092.
- Fernandez, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Galindo, J. y Silva, H. (2016). *Impactos Ambientales Producidos por el uso de Maquinaria en el Sector de la Construcción*. Bogotá.
- Lopez, E. y Tonato, V. (2019). *Evaluación de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental en la Cantera Estancia 1 - Cantón Mejía, Mediante el uso de Tecnología Espacial (Drone), Incluyendo el Cálculo de Volumen de Producción de Material Pétreo*. [Tesis de ingeniero ambiental, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador] <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16961>
- Martínez, W. (2014). Evaluación del Impacto Ambiental en Obras Viales. *Negotium*, 29 (10), 5-21.
- Meza, D. (2017). *Metodología para el cálculo de reservas en minas a cielo abierto utilizando drones*. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de México] <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/12555>
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales*.
- PRIZMA TECHNOLOGY. (2020). *Drone para topografía y mapeo*.
- Quirós, E. (2014). *Introducción a la Fotogrametría y Cartografía*. Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Pérez, A., Benítez U., y Díaz, M. (2017). Sistema de georeferenciado de imágenes con drones. *Revista Ra Ximhai*, 13(3),65-77.
- Ruales, S. (2018). *Pertinencia del uso de Drones en la Caracterización Geo Espacial del Módulo Dos Junta de Agua de Riego de la Comuna Morlán, Imbabura* [Tesis de Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador] <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7880>
- Soria, M. (2014). *Metodología para ejecución y control de calidad para ortofotos, mediante combinación de sensor digital con lidar en zonas rurales* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=185394>