

Importancia de la geología en proyectos viales colombianos con relación a la
gerencia de proyectos PMI



JOHAN ESNEYDER LARA GOMEZ

Ensayo presentado como opción de trabajo de grado para optar por el título de:

INGENIERO CIVIL

Diplomado en *Gerencia de Proyectos PMI con PMBOK Versión 6*

Luz Mery Guevara Chacon

Tutor

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

BOGOTÁ D.C

En el siguiente ensayo se encuentran los temas referentes a la geología básica relacionados con sus fallas, estratificación, suelos y arcillas de manera que se resalte su importancia dentro de la construcción de una vía; el sentido de la presentación es mostrar estos aspectos como parte fundamental para el cumplimiento de una correcta gerencia de proyectos a partir del procedimiento planteado por el Project Management Institute (PMI), de manera que se evidencie su importancia para los proyectos viales. Visto desde un punto general, una vez expuestos los temas se procede a hacer un paralelo con la actualidad en Colombia, al exponer los puntos débiles existentes en el medio, para explicar de qué forma estos desencadenan varias veces daños económicos grandes, al igual que daños irreversibles como la pérdida de vidas humanas y de valor ganado en el medio. Se concluye con un bosquejo general y a groso modo de cómo debería plantearse la gerencia de un proyecto vial con las pautas del PMI.

Un proyecto vial es una figura que posee demasiadas aristas para tener en cuenta que al ser bien pulidas permiten formar un objetivo entregable; como justificación representa una enorme cantidad de beneficios para la economía y el desarrollo de un país. “La planificación vial incluye el estudio de las condiciones relevantes para la construcción de nuevas carreteras o la mejora de las antiguas con respecto a las demandas de transporte, el clima, la topografía, la geología y el suministro de materiales. También incluye evaluaciones de consecuencias para la sociedad, transportabilidad, seguridad vial y desarrollo económico” (Karim & Magnusson, 2008), de manera que actualmente uno de los factores esenciales que se debe tener en un país es el respaldo de su comercio a través de la construcción de vías y conexiones que permitan que el mercado avance y siga su curso autónomo de forma ordinaria, por lo cual cada uno de los ámbitos que tienen que ver con el

desarrollo adecuado de un proyecto vial es de gran complejidad y de suma importancia, pero que en sí mismo son tan extensos que no es posible abarcarlos en un solo escrito y ni siquiera en toda una tesis doctoral, por lo cual es enriquecedor revisar cada apartado según le apasione a un autor y que los interesados puedan acudir a su búsqueda siempre que tengan una duda sobre alguno de ellos en específico.

La geología en sí es el alma de cualquier proyecto vial puesto que es quien propone las pautas de realización de este según lo que ella misma demande, por tal motivo se entiende que un proyecto vial surge de una necesidad de conexión entre dos puntos en un determinado espacio o lugar, no obstante si fuera tan sencillo como solo trazar una línea recta y construir la vía, no existiría ninguna complicación en la realización de carreteras y se podrían acortar los tiempos entre los dos sitios de manera instantánea, ahora bien por desgracia (o fortuna dependiendo quien lo mire) cada lugar del mundo posee un complejo universo en materia de lo que se encuentra geológicamente entre aquellos puntos o lugares que requieran conectarse, ejemplificando lo anterior, existen en algunos sitios numerosas montañas formadas de material rocoso el cual es extremadamente duro e impenetrable y en otros, arcillas blandas e imposibles de sostenerse por sí mismas sin que el más mínimo contacto con el agua las vuelva fluidas y se comporten como un lodo, por consiguiente su estudio y entendimiento debe ser primordial en cualquier proyecto vial.

Todo lo anterior podría resumirse con el concepto de geodiversidad “La geodiversidad es la variedad de rocas, minerales, fósiles, accidentes geográficos, sedimentos y suelos, junto con los procesos naturales que los forman y los alteran” (Dudley, 2008) a todas estas múltiples variaciones deben enfrentarse los planificadores del proyecto, al igual que tener claro que cada una las variaciones posee distintos tipos y

formas de proceder en materia constructiva, por lo cual son todos estos aspectos quienes desde un comienzo ofrecen el rumbo del proyecto junto con un vistazo de las próximas inversiones asociadas a los distintos métodos.

Lo más común en este tipo de situaciones es que, con el fin de cumplir el objetivo propuesto y respondiendo a la necesidad la cual otorgó nacimiento al proyecto, un equipo de expertos analice la situación y disponga primicias de cómo poder abordar el proyecto y que tan complejo puede llegar a ser, “Para tomar una decisión sobre un proyecto es necesario someterlo al análisis multidisciplinario de diferentes especialistas. Una decisión de este tipo no puede ser tomada por una sola persona con un enfoque limitado, o ser analizada sólo desde un punto de vista.” (Urbina, 2010) en estos momentos y sin que exista una formalidad específica se puede decir que el proyecto ya tuvo su inicio, puesto a que los expertos necesitan reunir una gran cantidad de información para dar un veredicto, información la cual en muchas ocasiones sale del molde común de consultar mapas geológicos o fotografías aéreas si no que trasciende a realizar métodos avanzados como inspecciones de campo junto con toma de muestras buscando un contexto más acertado frente a las distintas situaciones a considerar.

Dicho lo anterior se debe tener claro que el proyecto se encuentra en una fase muy prematura, pero que de igual forma va a demandar recursos de manera inmediata por lo cual la definición de qué tan simple o complejo serán los siguientes pasos a tener en cuenta es incierta y muchas veces genera atrasos, por esto es importante que a los proyectos se les otorgue su condición oficial desde el momento en que se empieza a avanzar en la idea, todo esto con el fin de formalizar el trabajo que se realice para el avance o la búsqueda de su desarrollo, al igual que otorgar los roles de cada una de los implicados en ese momento

genera un gran valor para poder tener claridad de quien otorgará los recursos, quién los va a manejar y de forma.

Por consiguiente, el próximo paso es realizar un compendio de documentos en los que se sintetice todo lo referente al proyecto que se piensa llevar a cabo, compendio que en el medio de la construcción definen como estudios de prefactibilidad de manera errónea, puesto a que la gran cantidad de matices que implica la formación del proyecto necesita algo que junte los distintos temas implicados y exponga una centralización clara, para poder posteriormente dar un inicio adecuado al proyecto. En el caso del PMI este documento recibe el nombre de Caso de negocio, el cual entre muchas cosas “proporciona la base para medir el éxito y el avance a lo largo del ciclo de vida del proyecto mediante la comparación de los resultados con los objetivos y los criterios de éxito identificados.” (Project Managment Institute , 2017) Por consiguiente la formación del caso de negocio es un paso fundamental para la realización de un proyecto exitoso.

El hecho que las guías propuestas por el PMI sean enfocadas a empresas privadas y que los proyectos a los cuales van enfocados en primera instancia sean de interés particular, entraría en conflicto con su uso para fines sociales y de interés general como lo son proyectos viales de carreteras, pero este supuesto pierde fuerza en el momento en que se tienen en cuenta dos aspectos, primero que el PMBOK y todo su procedimiento puede ser adaptado con fines que no tengan ánimo de lucro, si no que sea una inversión social en la medida de que esto se plantee en los objetivos y se cuantifiquen las ganancias como ahorro en gasto social y aumento de impuestos; Segundo, en la mayoría de ocasiones, sobre todo en Colombia el estado carece de recursos para realizar sus propios proyectos viales, por lo cual hacen uso de la herramienta de concesión vial en licitación, lo cual simplemente es

otorgar el proyecto a una empresa privada para que esta construya la vía y la administre durante un periodo de tiempo para que posteriormente pase a ser propiedad del estado, ganado de esta manera las dos partes, el estado avanzando en infraestructura y el privado quien busca obtener rentabilidad del proyecto.

Dentro del caso de negocio se está dando un adelanto de la formación del futuro proyecto en general, por tal motivo el tema correspondiente a geología en un proyecto de vías es de carácter obligatorio a tenerse en cuenta, empezando por el hecho de que es primordial definir el problema, y en todas las ocasiones los problemas están asociados a una necesidad social resultante de la dificultad de poder movilizarse, y que no ha sido resuelta antes debido la complejidad de los terrenos , así que, siempre que se haga mención al terreno y sus dificultades se estará hablando de la geología presente en la zona y se tendrá que dejar claro que es un ámbito intrínseco en la posterior solución del problema planteado.

Los problemas para tener en cuenta en la construcción de una vía desde el ámbito geológico se pueden medir de mayor a menor al tener en cuenta que se parte de un concepto global del terreno según su ubicación, como por ejemplo cuando se piensa conectar una ciudad ubicada en un valle, con otra situada en algún valle aledaño, si ambas están en valles quiere decir que entre ellas se encuentran una o varias montañas, las cuales pueden ser muy escarpadas e inclinadas o más bien de un grado de pendiente menor, lo que puede indicar que el material en el cual el proyecto va a trabajar sea más o menos duro de penetrar, esto sería lo básico, pero lo que existe al ir más allá de este concepto superficial puede generar cambios que afectan fuertemente el proyecto, como la presencia de fallas, acuíferos, depósitos en el piedemonte, etc.

Se parte entonces de una caracterización global pero se debe tener en cuenta que esta no es suficiente para avanzar con las siguientes etapas dentro del proyecto, en este se pueden presentar situaciones que determinen si el proyecto cuando se encuentra totalmente formado tendrá una o diez fases distintas, y es cuando se necesita una interrelación con las demás partes implicadas, los geólogos pueden establecer ciertas condiciones que se abordan de distintas maneras según lo que se necesite hacer y lo que se pueda hacer, por esto debe existir una definición clara de cuáles son los objetivos y cómo pesan más o menos dependiendo de la situación. Regresando al ejemplo en el cual para conectar dos ciudades se necesite atravesar una montaña, el geólogo es encargado de dar el dictamen sobre el material que se encuentra dentro del núcleo, en el caso que este sea bastante rígido y vaya a costar mucho atravesarlo con métodos convencionales, lo más conveniente será recurrir a algunos métodos más avanzados y costosos; O por otro lado se podría rodear la montaña superficialmente lo cual implicaría una inversión mucho menor. Visto de manera financiera se debería escoger el que implique menos costos para el proyecto, el problema es que puede que uno de los objetivos planteados no hubiese sido únicamente conectar las dos ciudades si no que hacerlo en el menor tiempo posible, por lo cual tendrían que entrar a debatir hasta qué punto es viable su objetivo en relación con la inversión o si por el contrario el proyecto debe avanzar a la luz de la optimización del tiempo.

Entonces la relación entre las distintas partes del proyecto es indispensable pero lo más correcto es afirmar que quien propone en un inicio esta relación es la geología que exista en la zona, por ende en la parte preliminar del proyecto ya se empieza a notar el peso que tiene esta dentro de las decisiones que posteriormente conducirán al inicio y ejecución del proyecto, así que tomando en cuenta el modelo del PMI la relación que se establecerá

en posteriores gestiones entre la geología y las demás partes implicadas debe ser estructurada y planificada adecuadamente, además cabe resaltar que por distintas razones este tipo de proyectos no pueden darse por concluido una vez terminada la obra, una de ellas es que la geología del terreno se encuentra en constante evolución y el proyecto debe estar preparado a asumir los posteriores cambios.

Estableciendo una relación más formal se tiene que el PMI posee una serie de procesos como se observa en el cuadro de procesos del PMBOK^[1] los cuales se agrupan en gestiones o áreas de conocimiento, para los cuales el apartado geológico representa una extensa parte del procedimiento de cada una, pero existe una gestión que necesita un especial cuidado la cual es todo lo asociado con riesgos dentro de un proyecto puesto a que , por los conceptos explicados previamente se sabe que la diversidad de situaciones que se pueden presentar en materia geológica son muchas y en ocasiones no son previsibles de manera inmediata lo que desencadena que se puedan hacer efectivos en etapas más avanzadas del proyecto.

En materia de riesgos geológicos, un proyecto vial se encuentra expuesto a muchos tipos de complicaciones que puedan suceder a medida que se vaya desarrollando la ejecución de las fases, teniendo en cuenta que en muchas ocasiones los riesgos materializados pueden convertirse en tragedias o catástrofes que consigo pueden traer consecuencias demoledoras. “Para el análisis prospectivo del impacto socioeconómico de fenómenos peligrosos y, en particular ante la posible intervención a través de medidas estructurales de mitigación, es necesario considerar variables que deben estimarse mediante información técnico-científica y la observación de diferentes escenarios de consecuencias de eventos catastróficos.” (Clarke & Pineda, 2006).

Los riesgos deben no solo ser mitigados si no se debe tener un plan de acción concreto en caso de que este se materialicen, “La ocurrencia de los deslizamientos es el producto de las condiciones geológicas, hidrológicas y geomorfológicas y la modificación de estas por procesos geodinámicos, vegetación, uso de la tierra y actividades humanas, así como la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y la sismicidad.” (Vargas, 2017), por ejemplo cuando se da el caso de un terreno que por sus características se ha dado el veredicto que se encuentra degradado y por consiguiente se debe trabajar en él con mucha delicadeza a fin de que se evite cualquier tipo de deslizamiento de material en masa, se debe tener claro que no es solo la caracterización geológica lo que tiene que ver con un deslizamiento, entonces el plan que se debe disponer a entrar en acción cuando el riesgo se materialice debe tener todo para responder de manera efectiva, como lo es atención médica y de primeros auxilios, equipos especializados de búsqueda de personas y maquinaria lista para remoción de material.

Pero indudablemente lo que en realidad debe tener peso en este tipo de casos es la mitigación de los riesgos que se puedan presentar, no obstante en el medio colombiano en muchas ocasiones se hace presente no solo la falta de un adecuado manejo de proyecto si no de un análisis con profundización de todos los ámbitos para el correcto desarrollo de la mitigación de riesgos, lo que trae como consecuencia una deficiencia en la conclusión adecuada de proyectos viales, de igual forma desencadenando un atraso en la infraestructura del país y por consiguiente en sus estándares de desarrollo previamente mencionados, para posteriormente tener problemáticas en materia calidad de vida de las personas y progreso de las empresas.

Actualmente en el país se encuentra una alta tasa de retrasos en la entrega de obras de infraestructura relacionadas con carreteras, a causa de distintos factores, uno de ellos es la carencia de un establecimiento al peso de los estudios geológicos de forma adecuada para que se eviten los riesgos que muchas veces pueden desencadenar en tragedias y bochornosos atrasos en la entrega de obras viales, por consiguiente en el país una gran cantidad de vías presentan problemas de índole geológica con temas como deslizamientos de material, hundimiento de la estructura de pavimento, inestabilidad de taludes, entre otros. Problemas que al haber tenido un correcto seguimiento a la luz de un procedimiento adecuado de gerencia de proyectos hubieran sido evitados sin presentar dificultades y tragedias.

En un caso específico como el de la carretera Bogotá-Girardot a la altura de Chinautá llegando al Boquerón, se comienzan a ver múltiples letreros que tienen escrito “Falla geológica Zona en estudio” lo que representa primordialmente una reducción en la velocidad promedio de la vía y también que se generen paulatinamente cierres para revisar los problemas existentes en la zona, pero el decir que estos problemas son consecuencia de una falla geológica y entiendo una falla como “una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura” (Bates & Jackson, 1980), es erróneo dar esta premisa y sobre todo al observar que el verdadero motivo fue un problema de movimiento lento de terreno, también conocido como “creep”, tal fue la sorpresa para los gestores del proyecto que toda la montaña en la que se construyó la carretera se estaba viniendo para abajo en conjunto, con distancias no tan relevantes pero que constituyen un problema robusto a largo plazo.

En casos como Bogotá-Girardot la única solución posible es plantear un control de los movimientos del terreno e ir reparando la vía en los casos en los que se presenten afectaciones, al mismo tiempo que se crean refuerzos hacia el núcleo de la montaña, por tal motivo es posible afirmar que en este proyecto no se tuvo contemplado que esta situación pudiese presentarse y generar las complicaciones que hasta día de hoy siguen activas, todo esto porque en los procesos se acostumbran a omitir este tipo de riesgos que no son evidentes y que van acompañados de una pobre información e investigación a la hora de generar las concesiones viales.

El problema en sí es la carencia del establecimiento de procesos claros y exigentes a la luz de una buena gerencia de proyectos en materia de las distintas ciencias que influyen como lo es en este caso la geología, en el momento en que un contratista quiera obtener una licitación de un contrato millonario pero para poder realizarlo debe tener parámetros exigentes sobre su estructura de proyecto, se minimizan las posibilidades de que ocurran problemáticas como las que se han visto en el país a través de los últimos años; pero por el contrario es evidente la carencia de altos estándares de calidad y además poca objetividad a la hora de la asignación de las empresas que realizan los proyectos viales del país, de manera que los resultados son claros y muestran un retraso grande para la infraestructura colombiana.

Por esto es clave resaltar que el país no se encuentra en una posición favorable con respecto a desarrollo vial, pero que a partir de un buen uso y seguimiento de los métodos de gerencia de proyectos como lo es el propuesto por el PMI, en los que se tenga en cuenta el peso de las distintas ciencias que influyen como la geología, la cual por su importancia se tiene claro que es primordial para cada etapa de avance, se pueden llevar a cabo los

proyectos viales de manera adecuada cumpliendo con los compromisos establecidos y evitando contratiempos asociados a la poca consideración de factores importantes en materia de terreno y análisis del entorno.

Referencias

- Bates, R., & Jackson, J. (1980). *Glossary of Geology. 2nd Edition*. Virginia: American Geological Institute.
- Clarke, C., & Pineda, C. (2006). *Riesgos y Desastres*. Inter-American Development Bank.
- Dudley, N. (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. *UICN, Gland, Suiza*, 75.
- Karim, H., & Magnusson, R. (2008). Road Design for Future Maintenance Problems and Possibilities. *Revista de ingeniería de transporte/ Volumen 134 Número 12*, 23-28.
- Project Management Institute . (2017). *The Project Management Body Of Knowledge E6*. Atlanta, EUA: Project Management Institute .
- Urbina, G. B. (2010). *Evaluacion de Proyectos ED 6*. Ciudad de Mexico: Mc Graw Hill.
- Vargas, P. A. (2017). Amenaza por movimientos en masa en el municipio de pajarito, Boyacá. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/17259>.

Anexos.

- [1] Cuadro de procesos del PMI, Sacado del PMBOK 6ª Edición

PMBOK Versión 6

Cuadro de Procesos, Grupos de Procesos y Áreas de Conocimientos

1. INTRODUCCIÓN
2. EL ENTORNO EN EL QUE OPERAN LOS PROYECTOS
3. EL ROL DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

GRUPOS DE PROCESOS					
GESTIÓN o ÁREA DE CONOCIMIENTO	I). INICIO	II). PLANIFICACIÓN	III). EJECUCIÓN	IV). MONITOREO Y CONTROL	V). CIERRE
4. INTEGRACIÓN	4.1. Desarrollar el Acta de Constitución del proyecto	4.2. Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3. Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4. Gestionar el conocimiento del proyecto	4.5. Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6. Realizar el control integrado de cambios	4.7. Cerrar el Proyecto o Fase
5. ALCANCE		5.1. Planificar la Gestión del Alcance 5.2. Recopilar Requisitos 5.3. Definir el Alcance 5.4. Crear la EDT (Estructura de Desglose del Trabajo)		5.5. Validar el Alcance 5.6. Controlar el Alcance	
6. CRONOGRAMA		6.1. Planificar la Gestión del Cronograma 6.2. Definir las actividades 6.3. Secuenciar las actividades 6.4. Estimar la duración de las actividades 6.5. Desarrollar el Cronograma		6.6. Controlar el Cronograma	
7. COSTOS		7.1. Planificar la Gestión de los Costos 7.2. Estimar los Costos 7.3. Determinar el Presupuesto		7.4. Controlar los Costos	
8. CALIDAD		8.1. Planificar la gestión de la Calidad	8.2. Gestionar la Calidad	8.3. Controlar la Calidad	
9. RECURSOS		9.1. Planificar la Gestión de Recursos 9.2. Estimar los Recursos de las Actividades	9.3. Adquirir Recursos 9.4. Desarrollar el Equipo 9.5. Dirigir al Equipo	9.6. Controlar los Recursos	
10. COMUNICACIONES		10.1. Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2. Gestionar las Comunicaciones	10.3. Monitorear las Comunicaciones	
11. RIESGOS		11.1. Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2. Identificar los Riesgos 11.3. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5. Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6. Implementar la respuesta a los Riesgos	11.7. Monitorear los Riesgos	
12. ADQUISICIONES		12.1. Planificar la gestión de las Adquisiciones	12.2. Efectuar las Adquisiciones	12.3. Controlar las Adquisiciones	
13. INTERESADOS	13.1. Identificar a los Interesados	13.2. Planificar el involucramiento de los Interesados	13.3. Gestionar la participación de los Interesados	13.4. Monitorear el involucramiento de los Interesados	

NOTA: Los capítulos 1 al 3 en el PMBOK corresponden a conceptos generales de Proyectos y Gerencia de proyectos. Las gestiones o áreas de conocimiento en el PMBOK van del capítulo 4 al 13.
PMBOK = Project Management Body Of Knowledge.
PMBOK es la guía de Gerencia de Proyectos del Project Management Institute (PMI, www.pmi.org).