Zacatepec, Medellín.

Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 14, p. 23-38. Diciembre 2010 Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).

Roberto, A. (1 de Diciembre de 2013). Historias de Empaques. Obtenido de Wordpress: https://historiasdeempaques.wordpress.com/category/cronologia/

Rubio-Anaya, M. (2012). Polímeros utilizados para la elaboración de películas biodegradables. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos, 173-181.

Ruiz Avilés, G. (2006). Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. Ingeniería Y Ciencia - Ing.Cienc., 2(4), 5-28. Recuperado de http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ingciencia/article/view/457/1550

Sea Studios Foundation. Guía inteligente sobre plásticos. Recuperada de http://www-tc.pbs.org/strangedays/pdf/StrangeDaysSmartPlasticsGuideSpanish.pdf

FORMULACIÓN DE ESQUEMAS DE FORMACIÓN ACADÉMICA EN EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS, MEDIANTE PRÁCTICAS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Mateo Arenas Ríos
Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción (CDHC), SENA, marenasr@sena.edu.co

Wilffer Camilo Fuertes Carmona
Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción (CDHC), SENA, wfuertes@sena.edu.co

Joannis Ayleen Arias Arias*
Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción (CDHC), SENA, jariasa@sena.edu.co

Javier Ignacio Bocanumenth
Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción (CDHC), SENA, jboca@sena.edu.co

RESUMEN

Este artículo comparte una metodología implementada para diagnosticar las perspectivas de formación académica y proponer insumos para la creación o adaptación de esquemas curriculares asociados al desarrollo de obras subterráneas que empleen explosivos en la fase constructiva; esto frente al desarrollo creciente de la economía nacional y a la suscripción de numerosos tratados de libre comercio con naciones estratégicamente favorables, que han desencadenado la necesidad de concebir obras de infraestructura eléctrica y vial subterráneas cada vez más ambiciosas.

El Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción - perteneciente al Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA - en Medellín, dentro de sus avances en labores de inteligencia desarrolla proyectos de vigilancia tecnológica y de entorno, para atender la necesidad de formular estructuras curriculares que atiendan la formación laboral en excavaciones subterráneas, principalmente infraestructura vial.

El artículo describe el plan operativo implementado en el proceso de vigilancia, donde se detalla el despliegue de la planeación, las tácticas de búsqueda y estrategias de procesamiento. La práctica permitió identificar los

posibles esquemas de formación (tecnologías, cursos técnicos, especializaciones y cursos de formación complementaria) que atenderían la demanda laboral asociada a los procesos críticos en la fase constructiva de obras subterráneas (específicamente proyectos de tunelería vial) mediante el uso de explosivos.

Palabras clave: SENA, competencias laborales, obras subterráneas, túneles viales, explosivos, infraestructura vial.

1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno Nacional, a través de su Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y como parte del programa de mejoramiento continuo de la malla vial, ha decidido estructurar las concesiones de cuarta generación (C4G), dentro de las cuales se encuentra el denominado proyecto Autopistas de La Prosperidad. Desde el punto de vista de túneles se convierte en el programa más ambicioso de todos los tiempos a nivel nacional, ofreciendo consolidar la experiencia y capacidad tanto técnica como institucional que el país ha adquirido en los últimos años.

Ardila, J.E. & Rodríguez, 2013 presumen que entre los años de 2010 y 2020 en Colombia se construirán 152 túneles de carretera, sumando una longitud de casi 123 Km. Por otro lado y según la Sociedad Antioqueña de Ingenieros (Cárdenas, 2015) “los túneles serán una parte fundamental de las ocho concesiones de primera y segunda ola C4G en carreteras antioqueñas y generarán más de 60.000 empleos”.

El desarrollo de la oleada de infraestructura tunelera se realizará inicialmente en los departamentos de Antioquia, Santander, Tolima, Caldas, Huila y Valle del Cauca. La compleja topografía de las zonas de alta montaña donde se construirán los túneles de las nuevas autopistas representa un desafío para el desarrollo de infraestructura en el departamento.

La geología plantea el uso de métodos de excavación en roca, donde el uso de explosivos (método de Perforación y Voladura, o su sigla P&V) predomina como el más opcional debido a su versatilidad (M Heiniö, 1999; López Fernández, 2012). El uso del método de P&V en la construcción de obras de infraestructura de C4G se prevé tanto para excavaciones a cielo abierto (banqueos y cortes) como para obras subterráneas (túneles y pilas de fundación).

El Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) se ha planteado dos temas de suma importancia para recibir claridad sobre el grado de preparación de la institución ante el escenario del sector de la infraestructura tunelera; estos temas se han denominado “Factores Críticos de Vigilancia” (FCV):

i) Perspectiva del sistema de formación del SENA;

ii) Perspectiva laboral en túneles viales en Colombia (mano de obra calificada al nivel de tecnólogos, técnicos y operarios).

El primer FCV (perspectiva del sistema de formación del SENA) implica la detección de las normas de competencia laboral y titulaciones existentes y ausentes (tecnologías, cursos técnicos, especializaciones y cursos de formación complementaria), necesarias para atender el escenario del sector tunelero. Este procedimiento obedece a una metodología de vigilancia tecnológica (VT) cuya estrategia, secuencias tácticas y resultados se describen en el desarrollo

del artículo. Sobre el segundo FCV se compartirán avances preliminares.

2. ESTADO DEL ARTE

La implementación de nuevas políticas en los territorios implica adecuaciones en infraestructura y servicios; no es una primicia que el sector académico tenga que adaptar sus esquemas de formación en función del avance del desarrollo territorial.

Así por ejemplo, en la ciudad de Barcelona se han dedicado a diagnosticar los programas académicos de sus universidades para conocer las adaptaciones necesarias que los alineen con sus propósitos de convertirse en una "ciudad inteligente" (Grimaldi and Fernandez, 2016).

En México se han detectado faltas de congruencia en los procesos de certificación de competencias gerenciales de los servidores públicos (Tovar et al., 2013) y a raíz del diagnóstico se plantearon nuevas metodologías para abordar el proceso.

Soare (2015) considera a las competencias como el principal agente ordenador del desarrollo de currículums; también sugiere que el uso de este concepto tiene antecedentes en el campo curricular desde 1960s-1970s en Estados Unidos y desde allí se diseminó mundialmente.

El desafío de adaptar la academia al desarrollo sostenible está en conciliar las disciplinas con las perspectivas de los involucrados (Lansu et al., 2013); esta conciliación ha implicado el uso de diversas tácticas que van desde revisiones documentales, entrevista a especialistas, encuestas, mapeo de competencias, hasta el desarrollo de modelos de interacción entre estado, industria y academia (Grimaldi and Fernandez, 2016; Jiménez et al., 2010; Lansu et al., 2013; Lombana et al., 2014; Soare, 2015; Tovar et al., 2013).

En Colombia, el SENA está implementando ejercicios de Vigilancia Tecnológica, como estrategia para conciliar sus esquemas de formación con las perspectivas del sector constructor frente a la creciente ola de obras de infraestructura tunelera que requiera el uso cíclico de explosivos.

2.1 Marco Teórico Sobre Vigilancia Tecnológica

La vigilancia tecnológica (VT) es un proceso sistemático, ético y legal de adquisición, procesamiento y análisis de información, cuyo propósito es reunir y aportar evidencias que faciliten la toma de decisiones complejas para los directores de los proyectos o interesados (Palop and Martínez, 2012). Existen diversas metodologías para hacer VT en todo el mundo (BAI, 2012; Cámara et al., 2014; ERICA, 2012; Grabois et al., 2013); a nivel local, en Antioquia se desarrolló la metodología InnoVitech (Alcalá and Gómez, 2015).

Con base en la bibliografía consultada, se puede definir el proceso de VT en cinco etapas (Figura 1), las cuales son cíclicas y no-secuenciales, es decir una no necesariamente comienza cuando termina la anterior, sino que algunas se pueden desarrollar simultáneamente, de manera interactiva y retroactiva.

Las normativas vigentes de (VT) en Colombia son las recopiladas en la NTC 5800 y se adoptó a España como referencia normativa extranjera (AENOR UNE 166.006:2011).

2.2 El método de Perforación y Voladura (P&V) en Tunelería Vial

El objetivo esencial de la utilización de un explosivo en el arranque de rocas consiste en disponer de una energía concentrada químicamente, situada en el lugar apropiado y en cantidad suficiente, de tal manera que al ser liberada de forma controlada, en tiempo y espacio, pueda lograr la fragmentación del material rocoso.

En otros términos Jimeno, Jimeno, & Bermúdez (2003) define la explosión como: “La repentina expansión de los gases en un volumen mucho más grande que el inicial, acompañada de ruidos y efectos mecánicos violentos”.

La excavación con explosivos es un método muy utilizado en túneles de roca, debido a que su sistema de trabajo es de gran flexibilidad y es el que mejor se adapta a las condiciones del terreno en situaciones donde el trazado vial presenta una gran variedad de perfiles de meteorización y/o cambios en la geología.

3. METODOLOGÍA

La metodología InnoVitech (Alcalá & Gómez, 2015) fue la base para el método desarrollado en este proyecto y también ha tomado elementos propuestos en los trabajos de (ERICA, 2012), (Guaitero et al., 2013) y (García-Mogollón, 2015).

3.1 Planeación

Para esta etapa de VT es de suma importancia poseer claridad sobre el alcance planteado de los trabajos de vigilancia, las necesidades que motivan el proyecto y las principales entidades o instituciones beneficiarias; por eso se dedica esta etapa a la identificación de necesidades (qué, cómo, cuándo, dónde, por qué, para qué, con quién y para quién), determinación de los FCV y elaboración de un plan operativo de trabajo.

Las fronteras de vigilancia han de estar claramente definidas, para mantener el proceso enfocado. Se planteó la cobertura en la República de Colombia y solo se ampliaría en casos muy específicos.

3.2 Captación

Es el proceso de observación, búsqueda, identificación, descubrimiento, y recolección de datos e información no estructurada, que se efectúa con propósitos preestablecidos en la etapa de planeación. La información se captura y se almacena de una manera organizada y sistemática (de acuerdo con un programa de gestión documental predefinido); además se reporta en bitácoras de búsqueda que facilitan la trazabilidad de la información.

Las principales fuentes de captación para vigilar el entorno educativo y denominaciones ocupacionales en temas de P&V (primer FCV) fueron las bases de datos del DANE (2016), del SNIES (Mineducación, 2016) y del SENA (2016).

La captación sobre perspectivas laborales (Segundo FCV) se estableció mediante entrevistas realizadas en visitas de campo y reuniones con especialistas; mediante la ejecución de una encuesta exploratoria a

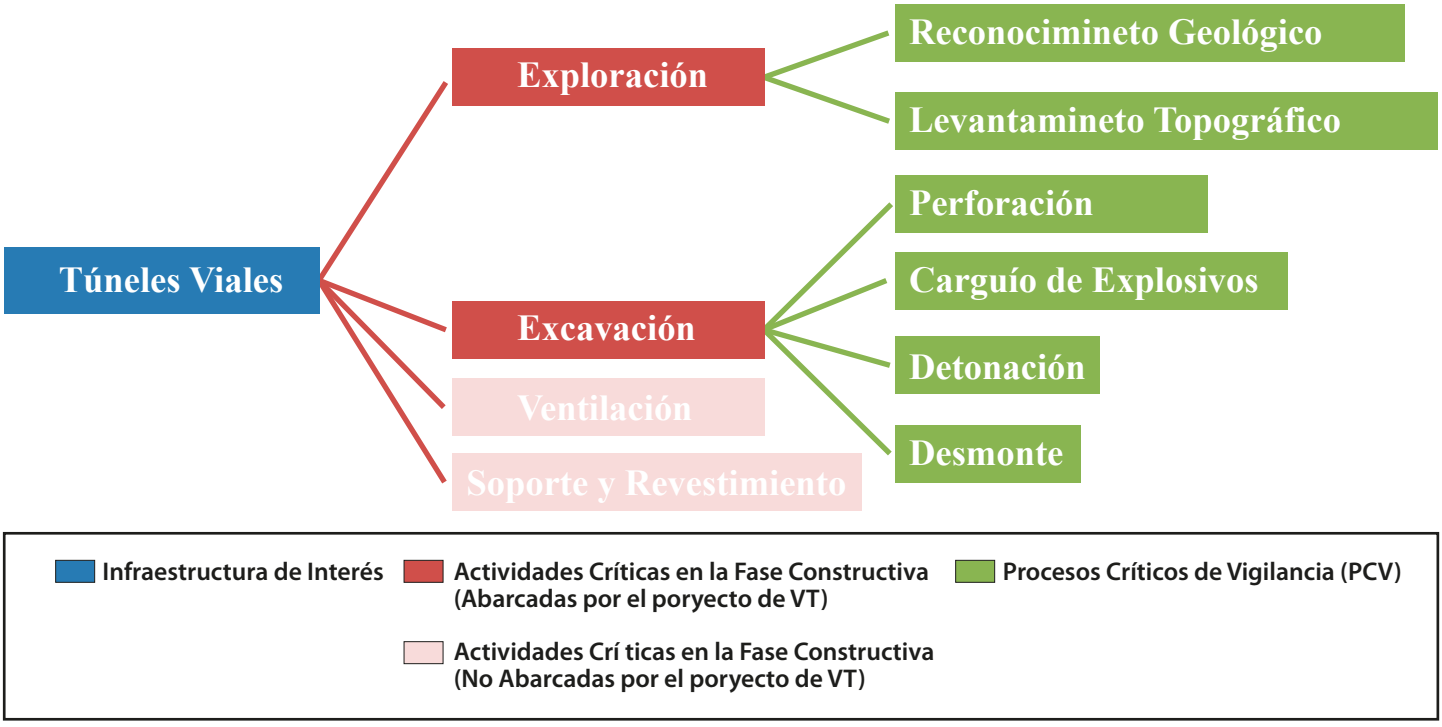

Figura 1: *Mapa Funcional del ciclo de P&V en fase constructiva de túneles viales.*

involucrados del sector (gracias a la alianza con asociaciones y gremios), además de la gestión de contactos propios.

3.3 Análisis

Consiste en la organización y tratamiento de datos e información no estructurada para convertirla en información estructurada y de utilidad para los intereses del proyecto, de manera que se cuente con elementos de juicio e insumos que nutran la etapa de Inteligencia.

3.4 Inteligencia

En esta etapa se da valor agregado a la información para incidir en la estrategia, se toman decisiones, se anticipa a cambios y se detectan amenazas, vulnerabilidades, riesgos y oportunidades.

3.5 Comunicación

Consiste en la presentación de informes, divulgación de decisiones, realización de nuevos acuerdos y publicación de resultados.

4. RESULTADOS

La metodología implementada ha ofrecido como primer resultado una agenda replicable y escalable para proyectos de VT relacionados con la creación de insumos para el diseño de esquemas curriculares.

Las entrevistas con los involucrados en el tema dieron como resultado las siguientes observaciones claves para el proyecto:

I. La formación en conocimientos de perforación y voladura en Colombia, es empírica y generalmente, la persona que desarrolla la actividad se ha formado en proyectos de minería e infraestructura hidroeléctrica.

II. En Colombia, el sector minero es el más

experimentado en programas de formación en los temas de perforación y voladura.

III. Los programas de perforación y voladura impartidos en el sector minero, tienen una filosofía diferente empleada en proyectos de túneles viales; es decir, en el primer caso se orienta a lograr óptima fragmentación, mínimo daño al macizo rocoso, máximo rendimiento, menor cantidad de sostenimiento e integración mina-planta; mientras que en el caso de la tunelería vial, el enfoque se fundamenta en función de atender la sección de diseño, dejando en segundo plano otros aspectos.

A partir del análisis del ciclo de P&V, se identificaron las actividades y procesos críticos donde se enfocan las competencias laborales; estas se han comunicado en un mapa funcional del ciclo de P&V en la construcción de túneles viales (Figura 1), el cual distingue elementos cubiertos por el proyecto y no-abarcados por el mismo en función del horizonte de tiempo disponible.

El mapa funcional (Figura 1) brindó las palabras claves para encuadrar el proceso de captación en las bases de datos especializadas (DANE, 2016; GGCL - SENA, 2016; SENA, 2016) conocer el panorama actual de los programas académicos en Colombia que se diseñaron para formar estudiantes en P&V, los cuales se encuentran concentrados en el altiplano cundiboyacense (departamentos de Cundinamarca y Boyacá). Se identificaron 18 ocupaciones, para las cuales hay 39 denominaciones (es decir, ocupaciones con varias denominaciones en el mercado laboral).

Por otro lado, las instituciones educativas certificadas por el Ministerio de Educación (Mineducación, 2016) encargadas en acreditar y certificar las labores relacionadas con el uso de explosivos son: Dirección Nacional de Escuelas (Policía Nacional), ubicada en la ciudad de Bogotá D.C., ofrece para el nivel de formación técnica el programa de Técnica Profesional en Explosivos; La escuela de ingenieros Militares, ubicada en la ciudad de Bogotá D.C. ofrece para el nivel de formación tecnológica, la “Especialización Tecnológica en Explosivos” y para el nivel de formación de especialización la “Especialización en Técnicas de Voladura en Obras De Ingeniería Civil y Militar”.

El SENA en su regional de Boyacá ofrece las titulaciones de “Realización de Voladura de Rocas con Explosivos y Perforadores” y “Operarios de Voladura para Minería de Superficie, Canteras y Construcción”.

5. DISCUSIÓN

La perspectiva del medio laboral se hace presente a través del análisis de la actividad del profesional en su entorno laboral y de la identificación de los estándares que se utilizan para evaluar la profesionalidad de su desempeño.

La perspectiva del mundo de la formación se hace presente en la identificación de las capacidades que se encuentran en la base de la práctica profesional y en la organización de los procesos formativos que conduzcan al desarrollo de estas capacidades. La conjugación de estas dos perspectivas permiten conocer las competencias profesionales en actividades

de P&V.

En este artículo se ha detallado el desarrollo de la perspectiva del entorno académico, identificando que los entornos formativos se concentran en regiones específicas del país (Boyacá y Cundinamarca); adicionalmente estas regiones no representan los sitios donde se iniciará la oleada de infraestructura tunelera.

Las encuestas y entrevistas dentro de los gremios y entornos involucrados brindan información cuyo análisis conduce a interpretar las perspectivas del medio laboral. Este avance será foco de otras publicaciones, también lo serán aquellos resultados obtenidos a raíz del análisis de la interacción entre ambas perspectivas (laboral y académica).

6. CONCLUSIONES

Las actividades de vigilancia tecnológica permiten identificar cuáles son las necesidades de esquemas de formación de un determinado sector, obteniendo un resultado articulado entre los involucrados con las actividades del medio en cuestión.

Para determinar cuáles son las competencias profesionales de un técnico que desempeñe actividades de P&V, se realiza una tarea conjunta con los actores del medio laboral y del medio académico, generando un consenso entre ambos criterios. En este artículo se destacan las perspectivas del medio académico; las perspectivas del mundo laboral y los demás resultados del proceso de VT que apuntan al consenso final serán presentados en futuras publicaciones.

En regiones de alta montaña en Colombia, sedes de proyectos de autopistas C4G, existe la posibilidad de crear esquemas académicos que atiendan la demanda de la construcción de obras de infraestructura subterránea mediante el uso de explosivos. Tales cursos pueden ir en la siguiente dirección:

I. Tecnologías: Explosivos, Geotecnia

II. Carreras Técnicas: Explosivos, maquinaria pesada

III. Especializaciones: Explosivos, Geotecnia, tunelería

IV. Formación complementaria: Topografía subterránea, maquinaria pesada

La definición concreta sobre las titulaciones se da en consenso con el medio laboral.

El proceso de VT descrito en este artículo ha abierto la oportunidad de formular nuevos proyectos para monitorear la competitividad en otras actividades asociadas a las excavaciones subterráneas; tales temas de interés, son: soporte y revestimiento, ventilación, drenaje, gestión ambiental y seguridad laboral.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el aporte del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, a través del Centro para el

Desarrollo del Hábitat y la Construcción, Colombia (proyecto número: 19530 – 2015), y a todas aquellas personas que mediante sus observaciones y retroalimentación fueron parte importante en el desarrollo del presente artículo.

REFERENCIAS

Alcalá, A.I.G., Gómez, D.D., 2015. Guía Práctica InnoViTech: Vigilancia Tecnológica para la Innovación.

Ardila, J.E. & Rodríguez, A.J., 2013. Túneles viales de carretera en Colombia: Una luz para la competitividad en nuestra movilidad. Asocreto 119, 64.

BAI, 2012. Modelos de Vigilancia tecnológica e Inteligencia Competitiva.

Cámara, C., Grabois, M., Luque, V., Regodesebes, A., Pirovani, M.E., 2014. Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva de la cadena de frutas finas. Buenos Aires.

Cárdenas, S., 2015. Los túneles serán un desafio para las autopistas 4G en Antioquia 1.

DANE, 2016. Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones Adaptada para Colombia CIUO - 88 A.C. [WWW Document]. URL http://formularios.dane.gov.co/senApp/nomModule/aym_index.php?url_pag=clasificaciones&alr=&cla_id=1&url_sub_pag=a&&alr=& (accessed 7.15.16).

ERICA, 2012. Guía Metodológica de Práctica de la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva.

García-Mogollón, A.M., 2015. Estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva aplicado al cultivo y comercialización del durazno (prunus persica l) cv. Amarillo jarillo en la provincia de pamplona. Ecacen.

GGCL - SENA, 2016. Normas y Titulaciones [WWW Document]. URL http://certificados.sena.edu.co/claborales/ (accessed 7.18.16).

Grabois, M., Cámara, C., Scacchi, D., Luque, V., Matoso, E., Regodesebes, A., Hertelendy, C., Ferrero, V., Patiño, M., González, M., 2013. Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva de la cadena de maíz.

Grimaldi, D., Fernandez, V., 2016. The alignment of University curricula with the building of a Smart City: A case study from Barcelona. Technol. Forecast. Soc. Change. doi:10.1016/j.techfore.2016.03.011

Guaitero, B., Saavedra, D., Rugeles, L., 2013. Technological surveillance as a methodology to establish a strategic route of research: case of chili chain in colombia, in: 22nd International Conference on Management of Technology. Porto Alegre, Brazil, p. 19.

Jiménez, S.J., Sánchez-Medero, R., Sánchez-Medero, G., 2010. Los Institutos de Administración Pública en España: Programas de

Formación para el Personal al Servicio de la Administración. Estud. Gerenciales 26, 169–192.

Jimeno, C., Jimeno, E., Bermúdez, P., 2003. Manual de perforación y voladura de rocas.

Lansu, A., Boon, J., Sloep, P.B., Van Dam-Mieras, R., 2013. Changing professional demands in sustainable regional development: A curriculum design process to meet transboundary competence. J. Clean. Prod. 49, 123–133. doi:10.1016/j.jclepro.2012.10.019

Lombana, J., Cabeza, L., Castrillón, J., Zapata, A., 2014. Estudios gerenciales. Estud. Gerenciales 30, 301–313. doi:10.1016/j.estger.2014.09.003

López Fernández, C., 2012. Planificación, proyecto y construcción de túneles de gran longitud.

M Heiniö, 1999. Rock excavation handbook for civil engineering.

Mineducación, 2016. Sistema Nacional de Informacion de la Educacion Superior [WWW Document]. URL http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html (accessed 7.15.16).

Palop, F., Martínez, J.F., 2012. Guía Metodológica de Práctica de la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva 66.

SENA, 2016. Observatorio Laboral y Ocupacional [WWW Document]. URL http://observatorio.sena.edu.co/Comportamiento/Ocupacional#cnoDes (accessed 7.15.16).

Soare, E., 2015. Perspectives on Designing the Competence Based Curriculum. Procedia - Soc. Behav. Sci. 180, 972–977. doi:10.1016/j.sbspro.2015.02.259

Tovar, L.A.R., Flores, M.T., Vilchis, F.L., Chávez, A., Espejel, J.A.C., 2013. Diagnóstico del sistema profesional de carrera y certificación de competencias gerenciales de los servidores públicos en México. Estud. Gerenciales 29, 428–438. doi:10.1016/j.estger.2013.11.008

Zare, S., Bruland, a, 2007. Progress of drill and blast tunnelling efficiency with relation to excavation time and costs 805–810.

Zhao, J., 2007. TUNNELLING IN ROCKS – PRESENT TECHNOLOGY AND FUTURE CHALLENGES, in: In ITA-AITES World Tunnel Congress & 33rd ITA General Assembly. pp. 22–32.