

GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA GRAN MINERÍA A TAJO ABIERTO DEL PERÚ: ESTUDIO DE CASOS

YANNICK PATRICK CARRASCO MERMA
Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú
yannick.carrasco@pucp.pe

MIGUEL DOMINGO GONZALEZ ALVAREZ
Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú
dgonzal@pucp.edu.pe

RESUMEN

La minería constituye uno de los principales sectores de la industria peruana; su considerable aporte al PBI, sus proyectos de exploración y de integración con otros sectores; determinan su atractivo. En particular, la actividad minera que ha aportado mayores beneficios, ha sido del tipo extracción a Tajo Abierto. Si bien los productos de este sector son *commodities* de bajo valor agregado, como cobre y oro, la explotación minera de este tipo tiene una gran complejidad tecnológica. En este sentido, un elemento importante en la comprensión de este sector es la caracterización de su desarrollo tecnológico, principalmente en el nivel de la incorporación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). El presente trabajo tiene por objetivo emplear el referencial de la gestión de la innovación y la tecnología en la empresa y del *Computer Integrated Mining* (CIMG) para indagar sobre la difusión de las TIC en la minería de tajo abierto en el Perú. La metodología de la investigación es de carácter descriptiva y cualitativa, basada en un Estudio de Casos sobre cinco empresas del sector minero. La unidad de análisis del estudio es la gestión de la innovación y el desarrollo tecnológico en la gran minería a tajo abierto del Perú. Las principales preguntas de investigación son: ¿De qué manera se viene aplicando la gestión de la innovación tecnológica, en las grandes unidades mineras de tajo abierto en el Perú? ¿Qué tipos de TIC vienen incorporando las grandes unidades mineras de tajo abierto en el Perú? ¿En qué nivel de madurez del uso del CIMG se encontrarían las grandes unidades mineras de tajo abierto en el Perú? Como resultados, se tiene que la mayoría de empresas gestiona la innovación con miras a reducir costos, incorporan sistemas de gestión integral de procesos y poseen diversos niveles de madurez de CIMG.

INTRODUCCIÓN

El Perú viene gozando del liderazgo en la producción de muchos minerales a nivel de Latinoamérica. El Estado, plantea como uno de sus objetivos para los próximos años, el propiciar la atracción y promoción de la inversión en esta actividad.

No obstante el apoyo que se brinde a esta actividad económica y la atención por parte de los diversos agentes económicos; es necesario conocer su aporte con el desarrollo tecnológico para la producción y su aplicación innovadora para el bienestar del país.

El presente trabajo, nace como interés por enfocar la gestión de la innovación en una actividad muy poco estudiada dentro del contexto tecnológico de la gran minería peruana; por otra parte también, dada su importancia como campo de estudio de otras disciplinas ligadas al desarrollo industrial.

La primera parte de este trabajo presenta el marco teórico base, para el entendimiento de la gestión de la innovación en el sector minero en estudio. Por tanto incluye conceptos de gestión de la innovación, tecnologías de información y comunicación, *Computer Integrated Mining* que caracteriza a la gran minería a tajo abierto como objeto de este estudio. La segunda parte presenta los estudios de caso, iniciando con la metodología empleada y presentando a las cinco empresas mineras involucradas en la investigación. Finalmente, la tercera parte presenta el análisis de los resultados y las discusiones correspondientes a los ejes de estudio.

Se espera que esta investigación despierte el interés para ampliar los conocimientos de la aplicación de la gestión de la innovación en la actividad minera así como el explorar otros ámbitos ligados al desarrollo tecnológico.

1. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentarán conceptos generales de gestión de la innovación y la tecnología en el contexto de la práctica empresarial, definiciones de tecnologías de información y comunicación, la descripción y definición de los componentes de la manufactura integrada por computadora y del concepto derivado como minería integrada por computadora.

1.1. Gestión de la innovación

Históricamente, una piedra angular en la definición de la gestión de la innovación, son los recursos tecnológicos, por cuanto se han venido desarrollando paralelamente a la aplicación de las innovaciones propiamente dichas. Morin (1992) le otorga una definición aplicada al contexto empresarial, refiriéndose al conjunto de medios materiales e inmateriales, que la empresa dispone para fabricar, comercializar y facturar sus productos o servicios.

No obstante al hecho de que esta definición responda a objetivos operacionales de la empresa, otros autores prefieren expresar el objeto de la gestión como la tecnología, la innovación, las competencias o el conocimiento (Estrada y Sabando 2001), refiriéndola como una utilización eficiente de la tecnología en los procesos de fabricación.

Partiendo de estas alusiones, se citan algunos conceptos propuestos como son: la Gestión de la Tecnología (*Management of Technology* MOT), que es definida como la combinación de disciplinas científicas, y comerciales para identificar, desarrollar y desplegar las capacidades necesarias para la concepción y realización de objetivos operacionales y estratégico en la empresa (Lowe, 1995). La Estrategia Tecnológica Corporativa que se refiere al uso, desarrollo y adopción de tecnologías para maximizar la ventaja competitiva del negocio (diferenciación y liderazgo en costos) y que responden a la pregunta ¿Qué tecnología desarrollan, qué riesgos asumen, dónde son líderes, dónde son seguidores? Finalmente, la Gestión de la Innovación que se refiere al proceso estratégico de creación y desarrollo de nuevas ideas, cuyo resultado, como mencionan Bueno y Morcillo (1997) sería por consecuencia una innovación.

Hasta aquí, se puede concluir que en cuanto el origen del término de Gestión de la Innovación, este ha asumido fuertemente el componente de gestión de la tecnología, al punto de que su alusión a la innovación se centra en el proceso de la creación y desarrollo de ideas.

En lo que respecta a las definiciones de Gestión de la Tecnología y la Innovación, referimos a las más citadas, como Tid y Bessant (2009) quienes la definen como un conjunto de procesos enmarcados en la organización y el uso de recursos. Estos conceptos se enmarcan claramente

en el enfoque estratégico de las organizaciones, ante el constante desarrollo tecnológico y aparición de muchos paradigmas de la administración, tanto de recursos humanos como para la comercialización.

Por lo tanto, se puede definir a la gestión de la innovación y la tecnología como el conjunto de procesos orientado a planificar, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos disponibles, tanto humanos como técnicos y económicos, con el objetivo de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes.

En lo que respecta a la aplicación de la gestión de la tecnología y la innovación, tenemos tres escenarios a referir, en los cuales se precisará sobre sus lineamientos básicos, su equivalencia para el sector tecnológico en el país y su especialización para con diferentes sectores económicos.

Para el primer caso, Morin (1992) hace alusión a las funciones de una gestión eficaz de la Innovación y la Tecnología en donde se mencionan tres principales como son: Inventariar y evaluar, que se refieren a la aplicación de un diagnóstico interno. Vigilar, referido a la aplicación de un diagnóstico externo y Optimizar, enriquecer y evaluar, referido a la valorización del patrimonio tecnológico de la empresa con respecto a la competencia y al cual se le debe otorgar un lugar privilegiado.

Al elegir una equivalencia del término para el escenario del país, se puede citar el tratamiento de la gestión de la innovación, partiendo de identificar la manera como se diseñan, organizan y ponen en marcha las propuestas innovadoras como refiere Morales, *et al.* (2014).

Ello se puede traducir en las múltiples Normas Técnicas nacionales, elaboradas para definir qué y cuáles son los elementos de la gestión de la tecnología, como son los casos de la Norma Técnica peruana, colombiana y española.

Para ilustrar lo anterior, conforme a nuestros propósitos nacionales, se cita a dos normas técnicas: La Norma Técnica Peruana 2009-NTP 732.002: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i y la Norma Técnica Peruana 2011-NTP 732.003: Gestión de la I+D+i. La primera de estas refiere a un Sistema de Gestión de la I+D+i aunque más enmarcado a la definición, documentación y formulación de proyectos de I+D+i (NTP, 2009). Para los intereses de este análisis, se toma alusión de la segunda norma al proceso de gestión de la innovación y la tecnología y su orientación al mercado, que mediante actividades adecuadas (vigilancia tecnológica, prospectiva tecnológica, creatividad, etc.), puede identificar una serie de ideas para satisfacer nuevas necesidades del mercado y mejorar productos o procesos ya existentes (NTP, 2011).

Finalmente, por el lado de una definición especializada de la gestión de la tecnología y la innovación, la tenemos en la declaración del Premio Nacional de Tecnología de México (PNT; 2011) el cual alude el proceso de gestión dentro de un sistema propiamente dicho; y el cual goza de importancia en un contexto competitivo al conformar sistemas de gestión del negocio cuyo propósito es administrar la ventaja competitiva de la empresa.

Estos sistemas involucran por su parte la administración de recursos de la organización que mantendrá actualizada su capacidad para la creación de valor. Y como tal sistema involucra un conjunto de procesos y funciones a realizar, y que el autor plantea en un conjunto de líneas de acción para la gestión de la tecnología.

Al no existir un estilo único y validado por todos, en cuanto la forma de gestionar la tecnología

y la innovación; es que la presente investigación usará la definición propuesta por Morin, y que será reflejada en las preguntas dirigidas a los entrevistados y su posterior análisis.

1.2. Tecnologías de Información y Comunicación

La denominada *Era Digital*, comienza en los años 70, con la aparición de los microprocesadores (INTEL, 2011); forjando su predominio sobre la ciencia y la tecnología. De este acontecimiento surgen las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

Una de las clásicas definiciones se le atribuye a Cabero (1998) y refiere que las TIC gira en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones.

Dada su implicancia en la industria, algunos autores la han definido como el conjunto de técnicas que permiten actuar sobre la información, para transformarla, difundirla y comunicarla a través de muchos medios (OSINERGMIN, 2012).

Otros concuerdan en que la clasificación de las Tecnologías de Información y Comunicación se debe enmarcar conforme los sectores de su aplicación, vale decir, aquellos entornos económicos resultantes de su incorporación, comercialización y distribución.

Por su parte la *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD, 2005a), clasifica a las TIC en torno a dos sectores: El primero corresponde al de Manufacturas de TIC y agrupa a los siguientes componentes: dispositivos electrónicos, cableado, transmisión y equipos industriales. Por su parte el segundo sector, correspondiente a los Servicios de TIC involucra a los siguientes componentes: venta de computadoras, telecomunicaciones, programación y alquileres de equipo.

1.3. Manufactura y minería integrada por computadora

El concepto de Minería Integrada por Computadora (*Computer Integrated Mining - CIMG*) proviene de un área de conocimiento denominada Manufactura Integrada por Computadora (*Computer Integrated Manufacturing - CIM*), la cual tuvo su origen por la década de los años setenta (Harrington, 1979). El CIM propone la integración y automatización del sistema productivo, empleando equipamientos, máquinas, hardware y software para desarrollar las funciones de diseño y planificación de la ingeniería y la planificación y el control de la producción, de manera conjunta con filosofías modernas de gestión (UNIDO; 1989; Bessant, 1991; Bessant, 1994; Salles Costa y Caulliriaux, 1995; Alavudeen y Venkateshwaran, 2008).

Respecto a la aplicación de CIM en los procesos mineros en la denominación CIMG, algunos autores como Dessureault (2003) se refieren a ellos como un conjunto de sistemas interconectados que propician la integración de los procesos claves de la minería.

El mismo autor complementa las ventajas de la incorporación de CIM, con la inclusión de algunas mejoras y beneficios propios del CIMG tales como los siguientes:

- La reducción de los costos y retrasos propios del mantenimiento (a través de mejoras en la planificación y las comunicaciones).
- Mejora en la seguridad (manteniendo un patrón de registros de acciones seguras y de desviaciones a los reglamentos de seguridad por parte de los empleados).

Actualmente el concepto de CIMG referido al ámbito de las tecnologías de aplicación en la minería, viene siendo materia de investigación en China, Estados Unidos y Australia. En el caso particular de China, Xu *et al.* (2010) mencionan de la administración de la información en estos

sistemas en tres capas, que incluye a los sistemas del tipo ERP.

Algunas empresas proveedoras de soluciones de TIC han hecho alusión a este término mediante el paquete de servicios de monitoreo e integración de soluciones para las diversas operaciones mineras; es el caso de la empresa CMC quien presenta una aplicación esquemática de las tecnologías inherentes al CIMG (CMC, 2014).

En conclusión el CIMG, involucra a un conjunto de desarrollos tecnológicos dentro del contexto de la producción minera; con miras a llevar un control de los procesos, planificar las tareas, asignar recursos e integrar a otras áreas complementarias; asegurando los objetivos primordiales de la organización.

Los componentes tecnológicos principales al nivel de software que conforman el CIM incluyen tecnologías de asistencia a la gestión de la producción, tecnologías de asistencia a la ingeniería y al diseño de productos y procesos y sistemas de información empresariales (Alavudeen y Venkateshwaran, 2008; Bessant, 1991). Estos componentes que son válidos también para el ambiente de la minería bajo el concepto CIMG se describen a continuación.

a) Tecnologías de asistencia a la gestión de la producción

Estas tecnologías se encargan de gestionar y controlar el conjunto de procesos inherentes a la producción y que requieren ser coordinados y comunicados a través del soporte tecnológicos que puedan brindar. Las funciones que involucran estas tecnologías, se tiene:

- Compras de Materiales y Componentes
- Planeamiento de Producción
- Documentación y Certificación
- Gestión de transporte entre los trabajos

Los productos tecnológicos referidos a este conjunto de aplicaciones, son agrupados en el denominado *Computer-Aided Production Management* (CAPM), los cuales realizan tareas de almacenamiento de grandes volúmenes de información, de escalas de tiempo de producción, comunicación, etc. soportados por su gran componente de TIC. Estos sistemas tienen su contraparte en minería en los repositorios de información, sean de mediciones, ubicaciones, planos, etc.

El producto tecnológico derivado del CAPM y que implica la integración de distintos paquetes, conformaron inicialmente al denominado *Material Requirements Planning* (MRP) y posteriormente el sistema *Manufacturing Resource Planning* (MRP II). Estos sistemas permiten la integración de diversos flujos de información provenientes de distintas áreas que procuren el abastecimiento necesario de materiales para su producción y la planificación de los recursos de equipos, máquinas y mano de obra.

Para la aplicación del sistema MRP se requiere como información de entrada el *Master Production Schedule* que indica la programación de la producción que hay que lograr y también emplea *Bill of Materials* (BOM) cuya estructura reúne las características de los materiales que componen el producto terminado a producir. Estos sistemas tienen su contraparte en minería en los Centros de Control, que se encargan de monitorear y medir el abastecimiento de materiales de los procesos metalúrgicos, así como para las labores de logística y mantenimiento correctivo.

b) Tecnologías de ingeniería y diseño de productos y procesos

El aspecto del Diseño es requerido en múltiples procesos productivos de la industria, y es

determinante en la creación de los productos y como soporte para la elaboración de prototipos.

El principal referente de las tecnologías de Diseño, corresponde al *Computer-Aided Design* (CAD) que ha venido desarrollándose en diversas aplicaciones informáticas y que incorpora funcionalidades más sofisticadas.

La aplicación del diseño en labores propias de la manufactura, produjeron las versión integrada de diseño y manufactura denominada *Computer-Aided Design and Manufacturing* (CAD/CAM), concentrándose en el mapeo de áreas de manufactura y sus fases del proceso de producción. Por otro lado, para el análisis de ingeniería se dispone de las aplicaciones tecnológicas conocidas como *Computer-Aided Engineering* (CAE).

c) *Sistemas Empresariales*

Conocidos también como sistemas integrales de gestión, esta definición se refiere de manera particular o integrada a los software de gestión de negocios tales como *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Supply Chain Management* (SCM), *Customer Relationship Management* (CRM) y *E-Procurement entre otros* (Vazifeh y Rahimini, 2011). A continuación se describen estos sistemas.

Los sistemas de ERP son usados para integrar y administrar las funciones de negocios al interior de una organización, incluyendo la planificación y control de las operaciones, el mantenimiento, la gestión comercial, financiera y contable, entre otras (Yang *et al.*, 2007).

Como refiere Tardelli (2004) estos sistemas son los más empleados por las grandes unidades mineras, con prestancia corporativa. Por otro lado, el SCM involucra los procesos de la cadena de abastecimiento, en lo que respecta a materiales y equipamiento. Se tiene también el CRM que concentra los sistemas de fidelización con los clientes y las bases de datos.

Finalmente, el *E-Procurement* consiste en un sistema de aprovisionamiento electrónico directo y en tiempo real entre compradores y proveedores, de la industria minera (Koen y Townsend, 2004).

Es evidente en este capítulo, que el término CIM, involucra a múltiples y diversas tecnologías que intervienen en las funciones empresariales; no obstante, limitadas a componentes de equipos y software. Existe, no obstante, una tendencia para el mejor aprovechamiento e involucramiento de organizaciones y nuevas tecnologías de información y comunicación, a lo que se le conoce como “Manufactura Integrada Total” propuesta por Bessant (1994).

De manera específica en la minería se tienen soluciones análogas como los centros de control que integran toda la cadena de valor de la minería, involucrando las actividades de exploración, operaciones mineras, procesamiento, transporte, despacho y exportación (CMCLTD, 2014).

Respecto a los niveles de maduración en cuanto la aplicación del CIMG, se analizarán dos aspectos: los referidos a la definición de los ámbitos estratégicos y operacionales, y segundo la elección de una escala de niveles de maduración. Otra aproximación a niveles de maduración, corresponderían a los Sistemas de Control Distribuido, los cuales involucran controles de activos propios de una planta como son turbinas, motores, sensores, válvulas de control, etc. (Stout y Williams 1995). Esta aproximación tecnológica constituye un estándar para la tecnología en instrumentación y control remoto de operaciones (SCADA), que viene siendo incorporando por diversas empresas como Honeywell, Metso y ABB.

Finalmente una aproximación en cuanto nivel de maduración, más acorde a nuestros casos, y que enlaza a la mayoría de ámbitos mencionados anteriormente (estrategias de comunicación, centros de control de operaciones), corresponde al definido por el Estándar ISA-95, el cual hace una distinción entre los agentes de operaciones mineras y los proveedores, ilustra el ciclo de vida del uso eficiente de las aplicaciones tecnológicas, aporta simplicidad y confiabilidad al proceso de reducción de costos, aporta una visión integrada de las soluciones tecnológicas y finalmente aporta a la reducción de costos en cada fase de operación basados en buenas prácticas y la mejora continua (Guifford, 2007).

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo corresponde a un estudio de casos múltiple con una única unidad de análisis (Yin, 2009). Por otro lado, según la naturaleza de la investigación el presente trabajo corresponde a una investigación descriptiva de enfoque cualitativo (Hernández *et al.*, 2010) y está centrada en el estudio global de la gestión de la innovación y el estado del desarrollo tecnológico en el sector de la gran minería a tajo abierto en el Perú. En este sentido, la investigación comprende el estudio de los cinco casos de empresas mineras siguientes: Compañía Minera Antamina, Sociedad Minera Cerro Verde, Southern Perú Copper Corporation, Volcán Compañía Minera y Compañía Minera Buenaventura.

Con respecto al diseño de la investigación, el estudio de caso múltiple considera los componentes propuestos por Yin (2009). En primer lugar, las preguntas de estudio que orientan la investigación son las siguientes:

- ¿De qué manera la gestión de la innovación se viene aplicando en las grandes unidades mineras de tajo abierto en el Perú?
- ¿Qué tipos de TIC vienen incorporando las grandes unidades mineras de tajo abierto en el Perú?
- ¿En qué nivel de maduración del uso de *Computer Integrated Mining* (CIMG) se encuentran las grandes unidades mineras de tajo abierto en el Perú?

De acuerdo a estas preguntas de estudio, las proposiciones de la investigación son las siguientes:

- Las grandes unidades mineras de tajo abierto incorporan innovaciones tecnológicas con miras a lograr eficiencia operativa (reducción de costos).
- Las grandes unidades mineras de tajo abierto emplean principalmente Sistemas de Gestión Integrados (del tipo ERP), en cuanto al uso de TIC se refiere.
- El nivel de maduración en cuanto al uso de *Computer Integrated Mining* (CIMG) es heterogéneo, en las grandes unidades mineras de tajo abierto.

La unidad de análisis de la investigación es la gestión de la innovación y el desarrollo tecnológico en la gran minería a tajo abierto del Perú. El estudio se ha realizado empleando tres estrategias analíticas: basada en proposiciones teóricas, descripción de casos y uso de información cualitativa. Así, la literatura general de gestión de la innovación y publicaciones especializadas de minería y tecnología, permitieron la definición de los cinco ejes incluidos en el estudio de caso. Por otro lado, la descripción los casos utilizando información cualitativa permite aproximarse a las preguntas de investigación y a las proposiciones. De manera

específica, la técnica analítica empleada es la síntesis cruzada de casos.

Con respecto a la información cualitativa, ésta se obtuvo de documentos públicos sobre las empresas en estudio, como son Memorias Anuales institucionales, Resúmenes del Año provenientes de agentes bursátiles y publicaciones digitales. Por otro lado, se realizó entrevistas a profesionales reconocidos con los siguientes cargos: gerente de excelencia operacional, vicepresidente de desarrollo de negocios, directores de tecnologías de información y jefe de proyectos de calidad; a quienes se contactó durante la fase de levantamiento de información en el presente estudio.

Los ejes de estudio para la investigación están relacionados a la gestión de la innovación, al soporte tecnológico y uso de TIC, y la aplicación de CIMG o niveles de maduración de uso. Estos ejes se describen a continuación.

Eje 1: Gestión de la Innovación

Este eje tiene como objetivo fundamental determinar el nivel de aplicación de la gestión de la innovación. Este eje tiene cinco características esenciales a determinar (i) nula gestión de la innovación (ii) insuficiente gestión de la innovación (iii) aceptable gestión de la innovación (iv) regular gestión de la innovación y (v) óptima gestión de la innovación.

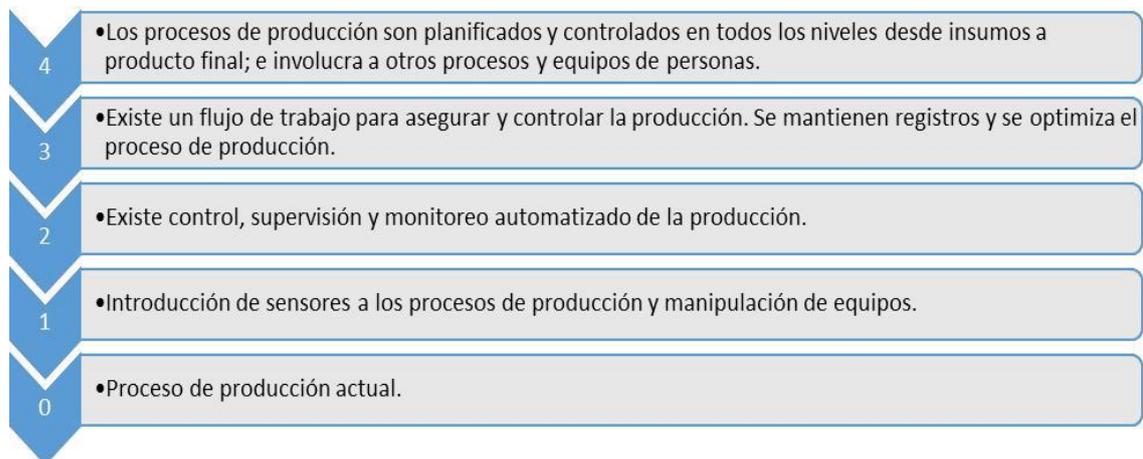
Eje 2: TIC y Soporte Tecnológico

Este eje tiene como objetivo fundamental determinar el nivel de aplicación de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), dentro de la actividad minera en estudio; así como la incorporación de tecnologías foráneas. Este eje tiene cinco características esenciales a determinar (i) Utiliza TIC para la actividad (ii) Desarrolla TIC para la actividad (iii) Incorpora TIC para la actividad (iv) Gestiona TIC para la actividad y (v) Transfiere TIC para la actividad.

Eje 3: Madurez en Computer Integrated Mining (CIMG)

Este eje tiene como objetivo fundamental determinar el nivel de madurez en CIMG. Este eje tiene cinco niveles esenciales a determinar y que dependiendo de su incorporación, implementación o ausencia, van del 0 al 4, como se puede ilustrar en la Figura 1.

Figura 1 - Eje de Maduración en CIMG



3. ESTUDIO DE CASO

El estudio involucró a cinco empresas mineras las cuales fueron seleccionadas debido a que son las más representativas del Perú en la operación a tajo abierto. A continuación se realiza una descripción de cada una de estas empresas, del estado de la gestión de la innovación y el nivel de aplicación de CIMG en cada una de ellas.

3.1. Compañía Minera Antamina

Ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huari en la Región Ancash; a 4300 msnm. Esta mina produce principalmente concentrados de cobre, zinc, bismuto y molibdeno; de manera secundaria: plata y plomo. Esta empresa inicia operaciones en el país en el año 2001. Su accionariado lo componen empresas mineras transnacionales como BHP Biliton y Glencore Xtrata, de Australia y Suiza respectivamente (ANTAMINA, 2012).

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Gestión de la Innovación, la empresa reveló que no cuenta con un área de innovación propiamente dicha y que no obstante, el área de Excelencia Operativa, se encarga de la recepción de iniciativas para la mejora de procesos. Por otro lado se trabaja de la mano con los proveedores en la identificación de buenas prácticas identificadas en el trabajo.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de TIC y Soporte Tecnológico, la empresa reveló que incorpora tecnología internacional en función de su aplicación y resultado en las diversas empresas de la corporación. Cuenta con una gerencia de Tecnologías de Información Telecomunicaciones y Procesos de Control. No ha desarrollado tecnología propia en el Perú; pero viene trabajando en ello.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Madurez en Computer Integrated Mining, la empresa reveló que cuenta con Centros de Control en los principales equipos que integran la planta de procesamiento, las fajas de conducción y el terminal marítimo. Por otro lado viene usando software minero de monitoreo en tiempo real y sistemas de tipo ERP, para el control integrado de sus procesos.

3.2. Sociedad Minera Cerro Verde

Se encuentra ubicada en el distrito de Uchumayo, provincia de Arequipa en la Región Arequipa; a 2700 msnm. La mina produce principalmente concentrados de cobre y molibdeno, operados por una concentradora de sulfuros primarios, a ampliarse próximamente. Esta empresa inicia operaciones en el año 1993. Actualmente se viene proyectando la ampliación de su planta concentradora principal de 120 000 a 360 000 toneladas métricas por día. Su accionariado lo componen empresas mineras como Freeport McMoran Copper & Gold y Compañía de Minas Buenaventura, de Estados Unidos y Perú respectivamente (CERRO VERDE, 2013).

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Gestión de la Innovación, la empresa reveló que las actividades referentes a innovación, recaen en todas las áreas, las cuales pueden proponer diversas iniciativas y buenas prácticas en una plataforma virtual llamada INNOVA. Por otro lado existen comités de trabajo y evaluación con los proveedores en donde se contribuyen con ideas; esto en coordinación con el área de Proyectos de Calidad.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de TIC y Soporte

Tecnológico, la empresa reveló que se viene incorporando tecnología de última generación en los proyectos de ampliación de su planta de concentración. La Superintendencia de Informática viene implementando aplicaciones que optimizan procesos operativos y negocios. Finalmente se impulsa la creación de tecnologías propias a través de prototipos. Ya cuentan con su primer registro de patente, para una herramienta de desmontaje.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Madurez en Computer Integrated Mining, la empresa reveló que cuenta con muchos procesos automatizados, se monitorean los equipos en cuanto estado de operación (vida útil) y productividad. Por otro lado, disponen de repositorios de información y cuentan con un sistema integrado de control de las operaciones; de alcance regional.

3.3. Southern Perú Copper Corporation

Southern Perú Cooper, está conformada por dos operaciones mineras Cuajone (ubicada en el departamento de Moquegua) y Toquepala (ubicado en Tacna), planta de fundición y refinería (ubicado en Ilo, departamento de Moquegua). La compañía es principal productora y refinadora de metales como: cobre, molibdeno, zinc y plata; e inició operaciones en el año 1954. Es subsidiaria del Southern Cooper Corporation, del Grupo México (SOUTHERN PERU, 2012).

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Gestión de la Innovación, la empresa reveló que la innovación compete a todas las áreas ligadas al desarrollo tecnológico y al desarrollo comunitario. No obstante mencionaron que la mejora de procesos y la calidad están incluidas en el campo de acción de la Dirección de Operaciones. Por otro lado se trabaja de la mano con los proveedores en la identificación de buenas prácticas e ideas, que son reportadas por los mandos medios en las reuniones y comités operativos.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de TIC y Soporte Tecnológico, la empresa reveló que ha venido mejorando la plataforma tecnológica centrándose en la gestión integrada de los procesos. La gerencia de Tecnologías de Información, viene aportando favorablemente a la optimización de procesos operativos y de negocios. Finalmente, manifestaron que si bien no han desarrollado tecnología propia, poseen vía la casa matriz mexicana, registros de invenciones que se aplicarían a negocios alternativos en donde incursiona la empresa.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Madurez en *Computer Integrated Mining*, la empresa comentó que mediante la implementación del sistema *Ventyx Ellipse*, se permite el control a distancia de las palas, camiones, así como la gestión del mantenimiento para asegurar la máxima disponibilidad de los equipos; dicha información está integrada y cuantificada dentro de los paquetes de software en tiempo real.

3.4. Volcan Compañía Minera

Ubicada en la ciudad de Tielio; poseedora de seis plantas concentradoras, en Cerro de Pasco, Yauli y Chungar. Produce concentrados de los siguientes minerales: Zinc, Plata y Plomo. Inició operaciones en el año 1943. La naturaleza accionarial de Minera Volcan es diversificada; integrada por muchas empresas con acciones del tipo A (con derecho a voto) como B (derecho a distribución preferencial) (BVL, 2014 c).

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Gestión de la Innovación, la empresa reveló que no cuenta con un área de innovación específica. Toda idea o iniciativa, es comunicada y difundida vía un correo genérico; labor que es incentivada por cada jefatura. Se enfatiza mucho sobre la innovación tecnológica por cuanto se busca propiciar la integración y control de todos los equipos e instalaciones; esto recae dentro de las funciones de la gerencia de Tecnologías de información. Hay evidencias del aporte de los proveedores en ideas y buenas prácticas orientadas a la mejora continua.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de TIC y Soporte Tecnológico, la empresa reveló que se viene proveyendo tecnología base y fibra óptica para la conexión de centros de trabajo y dispositivos, dispersos en las zonas de influencia de operación minera. Si bien no ha desarrollado tecnología propia, viene procurando adoptar a las mejores del mercado, en los proyectos de automatización que viene desarrollando.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Madurez en Computer Integrated Mining, la empresa viene trabajando en la integración total de sus operaciones, no obstante, existe puntos de control para el monitoreo; dotados de software especializado para la medición y el análisis.

3.5. Compañía Minera Buenaventura

Empresa minera que viene operando en distintas regiones del país; ya sea en exploración, explotación y tratamiento de los minerales referidos. La compañía es productora de concentrados de oro, plata y zinc; e inició operaciones en el año 1953. La estructura de acciones de Buenaventura, involucra tanto a los agentes comunes como de inversión (BVL, 2014 d).

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Gestión de la Innovación, la empresa reveló que no cuenta con un área exclusiva para temas de innovación, las ideas provienen tanto de personal propio o tercero, a través de concursos de ideas; no obstante la empresa maneja la innovación con fines de expansión del negocio. Existe una buena cultura de estrecha comunicación y colaboración con los proveedores.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de TIC y Soporte Tecnológico, la empresa reveló que existen planes para mejorar los sistemas integrados de gestión, conforme se concluya el resto de proyectos de expansión minera diversificados en el país. Por otro lado, la tecnología propia que desarrolla involucra el campo metalúrgico; en la obtención de concentrados minerales.

Respecto al resultado de las entrevistas, en el eje de estudio de Madurez en *Computer Integrated Mining*, la empresa reveló que cuenta con tecnología necesaria para controlar los procesos mineros; cuenta con información en tiempo real referente a los procesos productivos y de transporte de concentrados. Se prevé desarrollar proyectos tecnológicos que integren más procesos a razón del crecimiento de la empresa.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Respecto al primer eje, de Gestión de la Innovación, se concluye que algunas compañías mineras enfatizan mucho la innovación de procesos a través del impulso de la formulación de ideas a través de plataformas tecnológicas, como el caso de Cerro Verde, o bien partiendo de la búsqueda de soluciones de los mismos proveedores como el caso de Antamina; mientras que

otras se concentran en actividades habituales en torno a recepción de ideas en reuniones o comités técnicos.

Tabla 1 - Gestión de la Innovación

Mínera de Tajo Abierto	Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV	Nível V
	Nula	Insuficiente	Regular	Aceptable	Óptima
Antamina				X	
Volcan			X		
Cerro Verde				X	
Buenaventura			X		
Southern Perú			X		

Como revela la Tabla 1, la gestión de la innovación apunta en su mayoría a un nivel regular, es decir, es empleada para establecer modificaciones sobre productos (herramientas o concentrados minerales), mejoras de procesos o incluso conformación de organizaciones (sesiones de colaboración con proveedores, comunicación comunitaria); lo que evidencia el esfuerzo de algunas áreas específicas. Por otra parte el nivel máximo obtenido en dos empresas, es el de aceptable; es decir que la innovación compromete a todas las áreas y se crean herramientas tecnológicas u organizaciones que propicien ella.

Respecto al segundo eje, de TIC y soporte tecnológico, se concluye que existe un fuerte desarrollo de unidades funcionales de Tecnologías de Información, en empresas como Antamina y Southern Perú; quienes han concluido importantes proyectos de implementación de infraestructura tecnológica; según altos estándares. No obstante Cerro Verde, con la inscripción de su primera patente, está en la capacidad de transferir. Se resume así, el resultado en este eje en la Tabla 2.

Tabla 2 - TIC y Soporte Tecnológico

Mínera Tajo Abierto	Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV	Nível V
	Utiliza	Desarrolla	Incorpora	Gestiona	Transfiere
Antamina				X	
Volcan			X		
Cerro Verde					X
Buenaventura			X		
Southern Perú				X	

Como revela la Tabla 2, respecto al uso de TIC y Soporte Tecnológico, existe aún la fuerte dependencia de incorporar tecnología internacional, dado el crecimiento en las operaciones de dos mineras. Por otro lado el fuerte liderazgo de las gerencias de Tecnologías de Información en dos empresas, han propiciado que esta incluya como parte de sus funciones la búsqueda de la mejora continua. Sólo una empresa minera, ha obtenido el registro de una patente por la creación de una herramienta de aplicación técnica al proceso de mantenimiento; lo cual estará en capacidad de transferir dicha tecnología mediante acuerdos y licencias.

Respecto al tercer eje, de Nivel de Madurez de CIMG, se concluye que existe un desarrollo diverso en las compañías mineras, integrando por lo general a los centros de control y a la obtención de datos. Empresas como Southern Perú y Antamina, han incorporado software de

control integral de la producción, que les permite alcanzar un importante nivel de maduración en cuanto CIMG.

Tabla 3 - Nivel de Madurez en CIMG

Minera de Tajo Abierto	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V
	0	1	2	3	4
Antamina					X
Volcan			X		
Cerro Verde				X	
Buenaventura				X	
Southern Perú					X

Como revela la Tabla 3, respecto al nivel de madurez de CIMG, se viene apuntando a consolidar una automatización plena de los procesos, no obstante el hecho de que una empresa (en nivel III) se encuentre implementando dicho proyecto a razón de las nuevas adquisiciones y negocios del sector. Por otro lado, son dos empresas las que en el nivel IV, vienen trabajando en asegurar el flujo de trabajo y el control de la producción, a través de herramientas de software de control de procesos de producción. Finalmente, son dos empresas las que consolidan un nivel V, dado que cuentan con procesos de producción debidamente planificados y controlados en todos los niveles, desde insumo hasta producto final.

Habiéndose presentado el objetivo inicial, respecto a conocer sobre la introducción de prácticas de gestión de la innovación y la tecnología en las empresas mineras, se puede afirmar lo siguiente respecto a:

- Como se viene aplicando la Gestión de la Innovación en las grandes unidades mineras
- El tipo de tecnologías que viene incorporando
- El nivel de maduración de CIMG

La Tabla 4, resume el arreglo institucional, los instrumentos metodológicos y las líneas de acción propuestas como parte de las preguntas de estudio. Respecto a las proposiciones, se tiene que para la referida a que las grandes unidades mineras de tajo abierto incorporan innovaciones tecnológicas con miras a lograr eficiencia operativa (reducción de costos), Antamina cumple dado que esto forma parte de las funciones del área de Excelencia Operacional. Buenaventura también cumple, no obstante la innovación cubra diversas áreas de la organización. En Cerro Verde, se interpreta en una forma de búsqueda de soluciones que apunten a lograr en primera instancia, la calidad. En Southern Perú, se cumple dado el enfoque de aplicación de innovación apunta a la excelencia operativa, aunque también en aspecto de comunicación corporativa con el hecho de mejorar la calidad de vida de los habitantes de sus zonas de influencia. Finalmente en Volcan se cumple, por cuanto las innovaciones tecnológicas apuntan a la reducción de costos y tiempos de operación; se enfatiza mucho en ello en todas las áreas.

Tabla 4 – Cuadro Resumen en referencia cruzada

Empresa Minera de Tajo Abierto	Ejes de Estudio		
	Gestión de la Innovación	Uso de TIC	Nivel de Maduración de CIMG
ANTAMINA	Recae en todos, aunque es impulsada por un área en particular. Cuenta con un programa dedicado a la promoción de mejora continua con proveedores.	Fuerte respaldo tecnológico en la gestión integrada de procesos productivos. Labores complementarias del área de TIC, como mejora continua de procesos.	Nivel V, procesos planificados y controlados en todos los niveles. <i>Software Ventyx Ellipse</i> , tipo ERP para la gestión y planificación integral de la producción
BUENAVENTURA	Usada para diversos fines. Las ideas provienen de concursos o de reuniones con proveedores. Conformación de organizaciones y comités con proveedores. Creación de Centro de Innovación.	Incorpora Tecnología internacional. Viene incorporando tecnología dado el actual crecimiento en sus operaciones.	Nivel IV, aseguramiento y control de producción. Software de monitoreo de producción. Centros de control a distancia.
CERRO VERDE	Recae en todos, aunque es impulsada por un área en particular. Cuenta con herramienta tecnológica, para su difusión, llamada INNOVA.	Fuerte respaldo tecnológico en la gestión integrada de procesos productivos. Labores complementarias del área de TIC, como mejora continua de procesos. Cuentan con un registro de patente, aunque de herramienta para mantenimiento. Capacidad de transferencia tecnológica.	Nivel IV, aseguramiento y control de producción. Software de monitoreo de producción. Centros de control a distancia.
SOUTHERN PERÚ	Usada para diversos fines. Énfasis en la educación y desarrollo comunitario.	Fuerte respaldo tecnológico en la gestión integrada de procesos productivos. Labores complementarias del área de TIC, como mejora continua de procesos.	Nivel V, aseguramiento y control de producción. <i>Software Ventyx Ellipse</i> , tipo ERP para la gestión y planificación integral de la producción
VOLCAN	Usada para diversos fines. Énfasis en la innovación tecnológica. Conformación de organización y comités con proveedores.	Incorpora Tecnología internacional. Viene desarrollando proyectos tecnológicos, dado el actual crecimiento en sus negocios.	Nivel III, proceso de desarrollo. Requerimientos de automatización, producto del crecimiento del negocio minero.

Respecto a la segunda proposición de que las grandes unidades mineras de tajo abierto emplean principalmente Sistemas de Gestión Integrados (del tipo ERP), en cuanto al uso de TIC se refiere, Antamina incorpora herramientas de software de gestión integral, partiendo de soluciones de tecnología, como el caso del *Ventyx Ellipse*. En Buenaventura no hay evidencia de un sistema central que unifique el control de los procesos, no obstante se apunta a ello. En Cerro Verde, se cumple por cuanto posee un sistema de gestión integral de la producción. En Southern Perú, se valida por el fuerte respaldo tecnológico del sistema de tipo ERP, *Ventyx Ellipse*. Finalmente en Volcan, sólo se percibe una orientación hacia la automatización e integración de sus procesos.

Finalmente, en la tercera proposición que menciona que el nivel de maduración en cuanto al uso de *Computer Integrated Mining* (CIMG) es heterogéneo, en las grandes unidades mineras de tajo abierto, Antamina posee un nivel V de maduración dado el involucramiento de todos los procesos productivos. En Buenaventura con su nivel IV de maduración, se refleja el involucramiento de tecnologías para medición y control de producción. Cerro Verde, evidencia un nivel IV de madurez por cuanto desarrolla rutinas de seguimiento de la producción en diversas áreas. En Southern Perú, se evidencia un nivel V de maduración, en donde destaca el control, planificación e integración de los procesos productivos en sus distintas fases. Finalmente en Volcan, con su nivel III de maduración, evidencia el camino hacia la plena automatización y planificación de sus labores.

Es evidente por consiguiente que las tres proposiciones se cumplen, no obstante que la primera de ellas evidencia una tendencia clara hacia innovaciones organizacionales (comités, centros de innovación) mientras que en la segunda proposición, se revela una tendencia hacia la consolidación de sistemas de gestión integrada de procesos que se da en tanto suceden las adquisiciones y las expansiones industriales. Mientras que la heterogeneidad de los niveles de maduración de CIMG, es evidente por los diversos niveles expuestos.

5. CONCLUSIONES

En aspectos generales, la gestión de la innovación en la gran minería a tajo abierto en el Perú, recae en dos actividades: La promoción de la generación de ideas por parte del personal propio, y el trabajo con los proveedores en cuanto mejora continua. Por tal motivo, las empresas parecen no considerar necesaria la implantación de un área de Gestión de la Innovación y Desarrollo Tecnológico. Sin embargo, una de las empresas (minera nacional) indicó contar con un centro de innovación, en donde viene desarrollando nuevos métodos para el tratamiento de los minerales. Esto evidencia que las empresas que desean mayor desarrollo en tecnología de proceso, requerirá mayores inversiones en I+D+i.

El desarrollo tecnológico, o propiamente el soporte de las TIC, poseen una característica de afianzamiento y consolidación tecnológica en las empresas extranjeras multinacionales, con respecto a las nacionales. Estas últimas, apuntan a optimizar sus procesos y a asegurar la automatización, pendiente por su crecimiento industrial. Cabe resaltar que gracias a la tecnología de software incorporado por las multinacionales, como el caso del *Ventyx Ellipse*, es que los procesos de control de producción y los procesos de control de negocio; han sido centralizados en una misma plataforma.

El nivel de maduración en cuanto CIMG es claramente mayor en las empresas pertenecientes a grandes corporaciones multinacionales; no siendo el mismo resultado para las empresas mineras nacionales, que están en su mayoría terminando de automatizar sus instalaciones y formulando proyectos para consolidar la integración de sus procesos; razón por la que destinan buenas partes de sus inversiones en dichas tareas.

REFERENCIAS

Alavudeen A. y Venkateshwaran N., (2008) Computer integrated manufacturing. Prentice Hall, Englewood Cliffs

ANTAMINA (2012) Informe de Sostenibilidad. Compañía Minera Antamina S.A. Disponible en: http://www.antamina.com/wp-content/uploads/2014/06/reporte_sostenibilidad_2012.pdf [Fecha de consulta: 8 Agosto 2014]

Bessant, J., (1991) Managing Advanced Manufacturing Technology: The Challenge of the Fifth Wave. Oxford: NCC Blackwell.

Bessant, J., (1994) Towards Total Integrated Manufacturing. International Journal of Production Economics, 34. University of Brighton: Centre for Business Research:

Bueno, E. y Morcillo, P., (1997). Dirección Estratégica de la Tecnología e Innovación. Un enfoque de competencias. Madrid: Editorial Civitas.

BVL a. (2014) Información Corporativa. Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. Bolsa de Valores de Lima. Disponible en: http://www.bvl.com.pe/inf_corporativa64650_CVERDEC1.html [Fecha de consulta: 20 Setiembre 2014]

BVL b. (2014) Información Corporativa. Southern Peru Copper Corporation - Sucursal del Peru. Bolsa de Valores de Lima. Disponible en: http://www.bvl.com.pe/inf_corporativa64200_SPCCP11.html [Fecha de consulta: 20 Setiembre 2014]

BVL c. (2014) Información Corporativa. Volcan Compañía Minera S.A.A . Bolsa de Valores de Lima. Disponible en: http://www.bvl.com.pe/inf_corporativa64801_VOLCAAC1.html [Fecha de consulta: 21 Setiembre 2014]

BVL d. (2014) Información Corporativa. Compañía de Minas Buenaventura. Bolsa de Valores de Lima. Disponible en: http://www.bvl.com.pe/inf_corporativa61200_BUENAVC1.html [Fecha de consulta: 21 Setiembre 2014]

BUENAVENTURA (2005) Memoria Anual 2005. Compañía de Minas Buenaventura. Disponible en: http://www.buenaventura.com/doc/annual_report/memoria2005.pdf [Fecha de consulta: 21 Setiembre 2014]

Cabero, J. (1998) Impacto de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en las organizaciones educativas. Granada: Grupo Editorial Universitario.

CMC (2014) CMC Limited. Integrated Mining Command & Control Centre. Disponible en: <http://www.cmcltd.com/solutions/mining/integrated-mining-command-control-centre> [Fecha de consulta: 15 abril 2014]

CERRO VERDE (2013) La Minería en Arequipa Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A Disponible en: [http://www.jornaldearequipa.com/Minas-Cerro-Verde%20\(1\).pdf](http://www.jornaldearequipa.com/Minas-Cerro-Verde%20(1).pdf) [Fecha de consulta: 25 setiembre 2014]

Dessureault, S., (2003) Justification techniques for computer integrated mining. South Africa: Institute of Mining and Metallurgy

Estrada, S. y Sabando, D., (2001) Gestión de recursos tecnológicos. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica.

Guifford, C., (2007) The Hitchhiker's Guide to Operations Management: ISA-95 Best Practices. Book 1.0 ISA. USA: Instrumentation, Systems and Automation Society.

Harrington, J., (1979) Computer Integrated Manufacturing. USA: Industrial Press

Hernandez, R.; Fernandez, C.; Baptista, M., (2010) Metodología de la Investigación. Quinta Edición .McGraw-Hill.

INTEL (2011) 40 Años del Microprocesador. Intel Inc. Disponible en: http://www.intel.la/content/dam/www/public/lar/xl/es/documents/40_aniversario_del_procesador.pdf [Fecha de consulta: 15 abril 2015]

Koen, H. y Townsend, A., (2004) Quadrem: E-Procurement for the Mining Industry. Wits Business School: London: University of the Witwatersrand

Lowe, P., (1995) The Management of Technology. Chapman and Hall.

Morales, O.; Barrera, A.; Rodríguez, M. (2014) Modelo de gestión de la innovación para los gobiernos locales del Perú” Universidad ESAN, Lima. Disponible en: http://www.esan.edu.pe/publicaciones/2014/02/27/serie_gerencia_desarrollo_35_modelo_gestion_innovacion_gobiernos_locales_peru.pdf [Fecha de consulta: 15 marzo 2015]

Morin, J., (1992) Des technologies, del marchés et des hommes. Paris: Les Editions D´Organisation.

NTP, (2009) Norma Técnica Peruana NTP 732.002 2009 Investigación, gestión de la I+D+i. Lima: INDECOPI.

NTP, (2011) Norma Técnica Peruana NTP 732.003 2011 Investigación, gestión de la I+D+i Lima: INDECOPI

OECD a (2005) Working Party on Indicators for the Information Society. Guide to Measuring the Information Society, Committee for Information, Computer and Communications Policy. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/41/12/36177203.pdf> [Fecha de consulta: 15 mayo 2014]

OECD b (2005) Manual de Oslo, Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación, 3ª Edición. Grupo Tragsa

OSINERGMIN (2012) Confiabilidad del Suministro y Gestión de los Riesgos en los Sistemas Eléctricos. Aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación 3er Congreso Internacional – Supervisión del Servicio Eléctrico, Cusco, Disponible en: http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFE/IIICongresoGFE/pdf/3erCongreso-dia7-4-Leonidas_Sayas-Peru.pdf [Fecha de consulta: 15 mayo 2014]

PNT (2011) Premio Nacional de Tecnología México D.F. Disponible en: <http://www.pnt.org.mx/> [Fecha de consulta: 18 mayo 2015]

Salles Costa, L.S. y Caulliraux, H.M. (Orgs.). (1995): Manufatura Integrada por Computador. Rio de Janeiro: Campus.

Scheer, A. (1993): CIM: Evoluindo para a fábrica do futuro. Rio de Janeiro: Qualitymark. Recife.

UNIDO (1989). Computer Integrated Manufacturing: Perspectives for International Economic Development and Competitiveness. Vienna: UNIDO.

SOUTHERN PERÚ (2012) Crecimiento Informe Anual. Southern Cooper Corporation. Disponible en: <http://www.southernperu.com/esp/reinv/2012/AnnualReport/reporte2012e.pdf> [Fecha de consulta: 18 agosto 2014]

Stout, T. y Williams, T., (1995) Pioneering Work in the Field of Computer Process Control” Journal. IEEE Annals of the History of Computing, N° 17

Tardelli, A., (2004) ERP Systems in Mining Industry: Studying the Software Functionality and the Value Chain. México: World Conference

Tidd, J. y Bessant, J., (2009) Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change. Cuarta Edición. Willey

UNESCO (1982) Repercusiones Sociales de la Revolución Científica y Tecnológica. Informe. Paris: UNESCO.

Vazifeh, Q. y Ramini, G., (2011) Design a conceptual ERP Model for Small and Medium Enterprises of Iran IJCRB N°5 Irán. Disponible en: <http://journal-archives8.webs.com/850-860.pdf> [Fecha de consulta: 18 agosto 2014]

VOLCAN (2013) Memoria Anual 2013 Volcan Compañía Minera S.A.A Disponible en: <http://www.volcan.com.pe/inversionistas/Memoria%20Anual/Memoria%20Anual%202013.pdf> [Fecha de consulta: 8 agosto 2014]

Xu, Y.; Chen, W.; Jin, B., (2007) Research on Web and Pro/E-based Part Design Reuse System. Computer Integrated Manufacturing System. N°13. China

Yang, S.; Han, J.; Liu, R., (2007) Enterprise Resource Planning. The International Journal of Management Science. N° 32

Yin, R., (2009) Case Study Research. Fourth Edition .SAGE.