



Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Computación
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Análisis de las oportunidades de la logística 4.0 en el
sector minero en Latinoamérica

Trabajo de Investigación presentado por las alumnas de la Escuela
Profesional de Ingeniería Industrial:

Gloria Fiorella Espinoza Flores

Karen Brigitte Ventura Huashuayo

Para optar por el grado académico de bachiller en:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Asesor: Mg. Xiomara Roselina Salazar Carpio

Arequipa, 2020.

“Análisis de las oportunidades de la logística 4.0 en el sector minero en Latinoamérica”

“Analysis of logistics 4.0 opportunities in the mining sector in Latin America”

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres Edwin y Cecilia por el apoyo que me otorgan día a día por su paciencia y por el ejemplo de esfuerzo y trabajo con los que me forme.

A mi hermano Javier por su apoyo y motivación, por acompañarme en los momentos difíciles. Y a todos los que apoyaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesina.

Gloria Fiorella Espinoza Flores

Dedico esta investigación a mis padres Teresa y Edgar por brindarme su apoyo incondicional en este periodo y en todo momento cuando más los necesito, y a mi hermana Diana que también ha contribuido de alguna forma a que pueda realizar esta investigación.

Karen Ventura Huashuayo

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por darme el regalo de la vida. A mis padres por el esfuerzo y sacrificio que hicieron para darme la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Católica San Pablo.

A cada uno de los Catedráticos de la universidad que me acompañaron a lo largo de todos estos años y que me brindaron su conocimiento, a nuestra asesora Xiomara Salazar quien nos ha incentivado con más ganas de aprender.

Gloria Fiorella Espinoza Flores

Primeramente, agradezco a Dios por darme motivación, sabiduría y constancia para realizar este trabajo. Así como también dar las gracias a mis padres por brindarme la oportunidad de estudiar esta gran carrera y por siempre apoyarme en todo aspecto. Finalmente agradezco a la profesora Xiomara Salazar quien es nuestra asesora y a todos los docentes que se encargaron de formarme a lo largo de la carrera.

Karen Ventura Huashuayo

INDICE GENERAL	
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	7

ÍNDICE DE TABLAS	8
Resumen y palabras clave	9
Summary and keywords	10
Introducción	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. Planteamiento del problema	12
1.1.1. Descripción del problema	12
1.1.2. Formulación del Problema	14
1.1.3. Sistematización del Problema	14
1.2. Objetivos de la investigación	14
1.2.1. Objetivo General	14
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación	15
1.3.1. Justificación Teórica	15
1.3.2. Justificación Metodológica	15
1.3.3. Justificación Práctica	15
1.4. Delimitación	16
1.4.1. Delimitación Temática	16
1.4.2. Delimitación Espacial	16
1.4.3. Delimitación temporal	16
ASPECTOS METODOLÓGICOS	17
2.1. Tipo de estudio	17
2.2. Método de investigación	17
2.3. Fuentes para recolección de información	17
2.4 Tratamiento de la información	17
MARCO DE REFERENCIA	18
3.1 Estado del Arte (Antecedentes de investigación)	18
3.2. Marco teórico - conceptual	20
3.2.1. Industria 4.0	20
3.2.2. Logística	28
3.2.3. Logística 4.0	31
3.2.4. Sector minero	32
3.3. Cronograma	41
RESULTADOS Y CONCLUSIONES	42
4.1 Resultados	42
4.2 Conclusiones	43

5. Referencias Bibliográficas.....45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1</i> Etapas en una transacción usando Blockchain.	27
<i>Ilustración 2.</i> Principales reservas de minerales de América Latina y el Caribe durante el año 2017.....	34
<i>Ilustración 3.</i> Proporción del comercio de minerales y metales durante los años 2015, 2016-2017.....	34
<i>Ilustración 4.</i> Composición de las exportaciones de minerales y metales de América Latina y el Caribe durante los años de 2015 a 2017	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Razones para la implementación de Soluciones Cloud Computing	25
Tabla 2. Cronograma de actividades Gloria Espinoza y Karen Ventura	41

Resumen y palabras clave

La presente investigación busca determinar las oportunidades que brindan las nuevas tecnologías habilitadoras propias de la Cuarta Revolución o Industria 4.0 en el área logística de las empresas mineras de América Latina.

Los países de América Latina se caracterizan por ser productores y exportadores de gran envergadura de minerales y metales, entre los más principales se encuentran el cobre que es producido principalmente por Chile y Perú; Brasil con los principales yacimientos de hierro, Argentina exportador de plata y finalmente el oro que Perú, Brasil y México se encuentran el top 10 de su extracción.

En base a lo previamente expuesto, las empresas mineras deben tener como base y sustentar sus procesos productivos en el área logística, ya que esta área es la encargada de mejorar la efectividad y productividad en toda la cadena productiva, reducir costos y cumplir los objetivos organizacionales. También esta área es la encargada de entregar al cliente el producto en el tiempo, calidad y cantidad requerida.

Las herramientas tecnológicas de la industria 4.0 se han implementado en una gran variedad de áreas y empresas en las que las empresas de la industria minera no se han quedado atrás y ha introducido esas nuevas tecnologías en varios procesos, sin embargo, el proceso que destaca por tener logros importantes a causa de estas nuevas tecnologías es la logística, rubro que comprende prácticamente todas las tareas necesarias para el funcionamiento diario de una operación minera.

La industria 4.0 se considera como un concepto reciente pero que sin embargo ya gran cantidad de empresas de distintos sectores ya lo está implementando, y principalmente en el área logística, llegando a la conclusión que las empresas que no opten por estas tecnologías simplemente morirán, ya que esta nueva industria no es algo pasajero.

Palabras Clave: Industria 4.0, sector minero, logística, tecnologías habilitadoras, Latinoamérica.

Summary and keywords

This research seeks to determine the opportunities offered by the new enabling technologies of the Fourth Revolution or Industry 4.0 in the logistics area of mining companies in Latin America.

Latin American countries are characterized by being large-scale producers and exporters of minerals and metals, among the most important are copper, which is produced mainly by Chile and Peru; Brazil with the main iron deposits, Argentina exporter of silver and finally the gold that Peru, Brazil and Mexico are in the top 10 of its extraction.

Based on the above, mining companies must have as a base and support their production processes in the logistics area, since this area is responsible for improving effectiveness and productivity throughout the production chain, reducing costs and meeting organizational objectives. . This area is also in charge of delivering the product to the customer in the time, quality and quantity required.

The technological tools of industry 4.0 have been implemented in a wide variety of areas and companies in which companies in the mining industry have not lagged behind and have introduced these new technologies in various processes, however the process that stands out for having Important achievements due to these new technologies is logistics, an item that includes practically all the tasks necessary for the daily operation of a mining operation.

Industry 4.0 is considered as a recent concept, but nevertheless a large number of companies from different sectors are already implementing it, and mainly in the logistics area, concluding that companies that do not opt for these technologies will simply die, since that this new industry is not a passing thing.

Key Words: Industry 4.0, mining sector, logistics, enabling technologies, Latin America.

Introducción

Latinoamérica destaca a nivel mundial en muchos sectores, el área de minería no es la excepción, estos tienen y poseen grandes cantidades de los principales minerales que se usan en la transformación del día a día para poder usarlos en las necesidades de la humanidad además de ser base en industrias aeroespaciales y tecnológicas. Según el Ranking Fraser uno de los países que sobresale es Chile, resalta por sus políticas; la propuesta de la Logística 4.0 ayuda a que las empresas sean más eficientes e inteligentes y notaran mejoras significativas en su producción y automatización. Y tendrá beneficios en la logística comercial y en toda la gestión de su logística para poder conseguir la exportación del mineral.

El sector minero de los países de Latinoamérica tiene que evolucionar puesto que, si en el presente destaca, en un futuro no muy lejano dejara de serlo, ya que otros países ganaran con valor agregado por encima de las demás. Deben apuntar a ser más competitivas a nivel mundial, esto con la ayuda de la logística 4.0 mediante la implementación de comunicación, big data y además de grandes sistemas inteligentes en la cadena logística.

Tenemos que ver como implementar en el menor tiempo posible esos beneficios en los países latinoamericanos, sabemos que no son nada fáciles de implementar, pero estas mejoras tendrán gran relevancia. En relación a esto, el presente trabajo analiza las oportunidades que brinda la logística 4.0 en aquellas empresas mineras de Latinoamérica que cuentan con el concepto logístico bien implementado y que han llegado a dar el salto de logística tradicional a la logística 4.0.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción del problema

Al analizar a nivel mundial la situación de la gestión logística, según el Banco Mundial (BM) los países que mejor manejo logístico tienen son Alemania, Suecia, Bélgica, Austria y Japón; quienes se encuentran liderando la tabla de posicionamiento con mejor índice de desempeño logístico con puntajes casi perfectos en varios puntos logísticos.

El BM (2018) afirma que el puntaje de desempeño logístico de Latinoamérica y el Caribe permanece igual al año 2016 permanece igual, sin embargo, se observa disminución leve en el punto Competencia de Servicios Logísticos, dicha disminución lleva directamente a pérdidas de eficacia, aumento de tiempo y de costos de exportación, lo que significa un impacto negativo en el potencial de toda Latinoamérica en general.

Así mismo el BM (2018) menciona que el país con mejor desempeño a nivel Latinoamericano es Chile, que ocupa la posición N° 34 a nivel mundial y el top N° 01 a nivel de América Latina, escalando 12 posiciones respecto al año 2016, básicamente este ascenso es debido a la mejora en el punto de Competencia de servicios logísticos. Seguidamente, dentro del top 05 se encuentran Panamá, México, Brasil y Colombia quien ascendió 36 posiciones respecto a años anteriores, principalmente por su mejora en Competencia de Servicios Logísticos. En el puesto N° 10 a nivel regional se encuentra Perú, quien descendió 14 puestos respecto al año 2016, debido a una baja calidad de la infraestructura logística y falta de competencia en los servicios logísticos.

En Perú según Gestión (2017) la eficiencia del manejo logístico de las empresas mineras en el Perú alcanza el 70%, sin embargo, solo el 58% de las empresas mineras tienen instauradas estrategias precisas para la gestión logística, a pesar de ello Perú escala posiciones año tras año por destacar en este rubro. Además que tanto empresas mineras medianas y pequeñas generalizan el concepto de Supply Chain Management, encontrándose en una etapa embrionaria de la implementación de dicho concepto y que

dos de cada tres empresas medianas y pequeñas no cuenta con un área de Supply Chain Management. Otro factor que no ayuda a que las empresas mineras medianas y pequeñas tengan un campo logístico desarrollado es que no se considera la minería como un sector popular para trabajar, en consecuencia, se considera difícil acceder a personal capacitado para la actividad logística.

Latinoamérica cuenta con diversos minerales cotizados a nivel mundial y novedosas condiciones, ya que son base en industrias aeroespaciales y tecnológicas. Según el Ranking Fraser entre los países latinoamericanos uno de los que sobresale es Chile, resalta por sus políticas y características geológicas; la propuesta de la Logística 4.0 ayuda a que las empresas sean más eficientes e inteligentes en cuanto a mejoras en su producción y automatización; también se encuentra la logística comercial que tiene que ver con la gestión logística para conseguir la exportación del mineral.

El sector minero en los países de Latinoamérica tiene que transformarse y apuntar a ser más competitivo a nivel mundial, esto con la ayuda de la logística 4.0 mediante la implementación de comunicación online, big data, sistemas inteligentes en los procesos logísticos, ya que mejorará la eficiencia de estos y en general el desempeño logístico del sector minero aumentará. Actualmente la logística del sector minero en Latinoamérica no tiene una eficiencia uniforme, debido a que solo las grandes empresas tienen bien implementada el área logística, las medianas y pequeñas empresas se encuentran en una etapa inicial de implementación. Anglo American Chile siendo de las mejores mineras en Chile ya maneja las últimas tecnologías en cuanto a logística requiere. Si podemos ver esos beneficios se podrá dar los demás países latinoamericanos, sabiendo que optimizando las necesidades obtendrá mejoras significativas no de la noche a la mañana sino en el presente y futuro.

En la actualidad, la transformación digital forma parte de la mayoría de las organizaciones y no es la excepción con las empresas mineras, pues el acceso a los datos en tiempo real es básico para tener menos riesgos en la empresa. Este cambio se dará en toda la organización que claramente debe estar preparada en sus operaciones, además de la parte gerencial y los responsables a cargo de las estrategias. Según pronósticos de la Corporación Internacional de Datos (2019), dice que para el año 2022, Latinoamérica contara con una digitalización de más de la mitad del PIB, debido a un impulso por las actividades que serán digitales. Durante los últimos 12 años, las mineras

han experimentado con la transformación digital, desde la optimización de recursos, de operaciones y mejora en cuanto a calidad y seguridad.

Industria 4.0 conocida como la industria inteligente, básicamente es aquella que busca es poder conectar con cada de una de las operaciones y sectores dentro de la organización a cargo, brindando una organización no solo con todas las capacidades sino una más inteligente. Su inicio comienza con la automatización y conexión a internet que se posee, tiene un poder para acceder y organizar los medios propios con mayores valores en eficiencia, seguido de poder colocar todos los servicios en relación con la empresa.

En relación a esto, el presente trabajo analiza las oportunidades que brinda la logística 4.0 en aquellas empresas mineras de Latinoamérica que cuentan con el concepto logístico bien implementado y que han llegado a dar el salto de logística tradicional a la logística 4.0.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son las oportunidades que brinda la Logística 4.0 al sector minero de Latinoamérica?

1.1.3. Sistematización del Problema

- ¿Qué es la industria 4.0 y qué herramientas utiliza?
- ¿Qué porcentaje de empresas del sector minero han implementado el concepto de industria 4.0 en América Latina?
- ¿Cómo funciona la cadena logística en el sector minero de los distintos países de América Latina?
- ¿Qué problemas logísticos tiene la industria minera?
- ¿Cuáles son los efectos de un buen manejo de la cadena logística en cuanto al rendimiento general de una empresa minera?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo General

Determinar las oportunidades que brinda la Logística 4.0 al sector minero de los países de Latinoamérica.

1.2.2. Objetivos específicos

- Definir la industria 4.0 y qué herramientas utiliza.
- Definir qué empresas de Latinoamérica del sector minero han implementado el concepto de industria 4.0.
- Identificar cómo funciona la cadena logística en el sector minero de los distintos países de América Latina.
- Definir qué problemas logísticos tiene la industria minera.
- Analizar cuáles son los efectos de un buen manejo de la cadena logística en cuanto al rendimiento general de una empresa minera.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Teórica

Esta investigación tiene como principal meta conocer la nueva y poco aplicada logística 4.0 en el sector minero, así mismo poder ver y comparar las logísticas ya aplicadas en el sector y poder compararlas con los beneficios que logren satisfacer al mercado con la demanda actual. Se estará tomando como fuente y base para la investigación papers, artículos científicos, tesis ya sustentadas; a fin de mayor precisión. Se busca que dichos resultados sirvan de base y complemento en el presente como en el futuro a las mineras dentro y fuera de nuestro País.

1.3.2. Justificación Metodológica

La investigación será usada como instrumento, ya que servirá de modelo en futuras investigaciones referidas claramente al sector minero con aplicaciones de logística.

1.3.3. Justificación Práctica

La investigación ayudará a mejorar el sector minero, además de mejorar la situación actual con métodos alternativos, como la propuesta que es logística 4.0.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación Temática

La siguiente investigación tiene como finalidad primordial conocer la logística 4.0 en el sector minero, y las diferentes oportunidades existentes al aplicar dicho concepto.

1.4.2. Delimitación Espacial

La investigación que estamos realizando se centra en los países latinoamericanos haciendo énfasis en las mejoras que podríamos brindar y ser base para propuestas futuras.

1.4.3. Delimitación temporal

La investigación se está llevando a cabo en el periodo 2020-I entre los meses de abril y el mes de mayo del 2020.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Tipo de estudio

En el presente trabajo se realizará un estudio exploratorio, ya que se buscará información con el fin de conocer el tema que abordaremos.

2.2. Método de investigación

Nuestro trabajo es de tipo documental, quiere decir que nos basaremos en una revisión bibliográfica en base de todas las tesis, revistas, documentos que cuenten con la información deseada la cual buscará encontrar las oportunidades de mejora de logística 4.0 en el sector de estudio que es Latinoamérica.

2.3. Fuentes para recolección de información

Se utilizarán fuentes secundarias, es decir, consultaremos documentos relacionados al tema de investigación que han sido escritos por otras personas ya sea porque tienen experiencia en el campo, porque entrevistó a algún profesional, o porque ha sido participante presencialmente del tema.

2.4 Tratamiento de la información

La información recolectada se presentará en formas escrita, lo que permitirá plasmar correctamente la información principal; así como también en forma tabular, lo que significa que utilizaremos tablas para facilitar la interpretación de algunos datos y probablemente realizar comparaciones y conclusiones a partir de ellas.

CAPÍTULO 3

MARCO DE REFERENCIA

3.1 Estado del Arte (Antecedentes de investigación)

Esta investigación busca conocer las oportunidades que trae la logística 4.0 en el sector minero, en base a esto, en la búsqueda de antecedentes se tomarán en cuenta documentos que contengan información sobre cuál es la situación de la gestión logística en los países de América Latina, qué países están utilizando las tecnologías 4.0 en el área logística y cuáles son los problemas logísticos que tienen las empresas mineras que pueden ser solucionados con la implementación de tecnologías 4.0.

Según El Inversor (2017), América Latina consiguió consolidar su actuación en primer plano dentro de la minería mundial, comprendiendo cerca de un tercio de las inversiones en la actividad a nivel global.

Chile encabeza la producción de cobre, en tercer puesto está Perú. En cuanto a producción de oro, Perú, México y Brasil están en el top diez; el máximo productor de plata es México y el máximo productor de hierro es Brasil (El inversor, 2017).

Por ser Chile, Perú, Brasil y Colombia los países con mejor desempeño logístico a nivel regional, se plasmará mayor información relacionada a estos países.

Para un país como Chile, considerado como el más importante productor de cobre en con el 27,2% del total a nivel mundial y tiene un 10,5% de participación en cobre refinado dentro del mercado internacional, el transporte y logística asociados a la actividad minera cobran gran significación dentro del proceso productivo (Minería Chilena, 2019).

Codelco, la empresa más conocida en Chile dedicada a la explotación minera cuprífera, reconoce que lo primordial es asegurar el encadenamiento de la cadena logística de los productos comerciales de la Corporación en el largo plazo, desde que se suscitan en sus plantas hasta que son entregados a los clientes en los principales mercados internacionales (Minería Chilena, 2019).

La tecnología 4.0 ya está presente en la minería chilena desde hace unos años, específicamente en la Corporación Codelco. Dicha implementación le ha traído le traído grandes beneficios a la empresa hasta ahora.

La empresa afirma que, cuando tienes en orden automatización, tecnologías habilitadoras, dispositivos capaces de procesar datos, para finalmente generar algoritmos, esa línea versada tiene que ver con el aumento de productividad. Y con eso se hace una minería más sustentable (Minería Chilena, 2019).

En el caso de la Industria Minera Peruana no se queda atrás, reconoce que la introducción de herramientas digitales 4.0 en el campo logístico contribuye a la reducción de costos y a mejorar la eficiencia productiva de los procesos mineros.

La utilización de estos nuevos sistemas logísticos en Perú en el sector minero se está dando de forma gradual y según la envergadura y ascendencia o dependencia corporativa de las empresas. En base a esto, su uso más extendido se registra en el rubro de la gran minería. Sin embargo, se viene dando un efecto de contagio sobre la minería mediana, que también muestra avances al respecto.

PAD (2019) afirma que se está analizando la posibilidad de implementar estos sistemas y tecnologías logísticas a más empresas del sector minero en Perú. Una de las ventajas que posee Perú para incorporar dichas tecnologías, es la gran cantidad de requerimientos y solicitudes actuales para este tipo de productos por parte de la industria minera, y las proyecciones que tiene la industria para los próximos años, sumándole, que se tiene una clase empresarial dinámica y aceptación del personal de mina a usar productos nacionales o productos extranjeros.

Respecto al país de Brasil, podemos decir que la industria minera brasileña no se ha quedado atrás en cuanto a su implementación con la logística 4.0, en los inicios de su implementación sólo se dio la mejora en cuanto a sus equipos, pero en la actualidad viene mejorando todas las áreas de su organización. Además, se ha dado un desarrollo a tecnología de sistemas ciberfísicos, cambios en sus sistemas y que se podrá apreciar de forma horizontal como ver una línea de tiempo; y cómo cambian los tiempos de producción y energías claramente manteniendo los estándares de calidad como país. Pero no es el único sector que lo está implementado, muchas de las empresas brasileñas cambiaron e implementan a diario parte de la logística 4.0 ya que no pueden quedar

rezagados respecto a su competencia, ya que en parte no contarán con un buen desempeño y ocasionan grandes pérdidas no solo económicas.

En Brasil durante el año 2015, Relave Fundão de la empresa Samarco la cual es controlada por Vale y BHP Billiton ocasionó que cerca de 40 mil millones de litros de agua mezclada con sustancias tóxicas, ocasionen la contaminación a gran escala del suministro de agua del país, y no solo ello, sino que se ocasionaron grandes pérdidas de ecosistemas, la pérdida de casas y pérdidas humanas. Resaltan las industrias con mal manejo y sin la menor intención de cambiar lo que tanto daño hace, y con ello podemos ver la importancia de contar con una logística preventiva, confiar en los beneficios de logística 4.0 y que nos den la confianza de producir sin daños. (Beauchef minería, 2019, p.36)

En cuanto al país colombiano, en el último informe de Índice de Desempeño Logístico 2018 del Banco Mundial, se evidencia una clara mejora en cuanto a la gestión logística en la industria minera de este país.

En Colombia en cuanto a implementación de logística 4.0 resalta la logística verde. El 34.3% de empresas de la industria minera señalaron que realizaron por lo menos la implementación de una acción. Disgregando un poco más este punto, 21.3% de las empresas mineras que realizan alguna acción de logística identificaron el desarrollo de empaques o envases reutilizables, 24% realizan logística de reversa para la recuperación de materiales de desperdicio, 22.6% está reduciendo sus emisiones de CO2 en actividades logísticas y el 73.8% de las empresas mineras indicaron que la acción más implementada es el manejo eficaz de la energía en los puntos de distribución (Dirección de Infraestructura y Energía Sostenible , 2018).

3.2. Marco teórico - conceptual

3.2.1. Industria 4.0

- **Definición**

A la Industria 4.0 se la conoce también como Cuarta Revolución, este concepto tiene origen en Alemania en el 2011, que se refería a un régimen económico estatal basada en

tácticas de alta tecnología, que se caracterizaba por la automatización y digitalización de procesos, así como el uso de técnicas de la electrónica y de la averiguación en la manufactura.

Según Ynzunza, Izar, Bocarando, Aguilar, Larios (2017), “La Industria 4.0 está sustentada en el desarrollo de sistemas, el internet de las cosas (IoT) y el internet de la gente y de los servicios; aunado a otras tecnologías como la fabricación aditiva [...] están generando cambios trascendentales” (p. 3).

Industria 4.0 está relacionado con los sistemas, máquinas, tecnologías y procesos del sector industrial que emplean y explotan las nuevas técnicas emergentes, como los autómatas, internet de las cosas IoT, fabricación aditiva, comunicación y el aprovechamiento de los datos a tiempo real que adquirimos de dichos procesos.

A pesar de ser un concepto reciente, ha sido definida como una maquinaria definida y dispositivos con sensores y software que trabajan en red con la finalidad de mejorar el control y planeamiento de los resultados organizacionales.

La industria 4.0 forma parte de un nuevo nivel de estructura de la cadena de valor y administración, que seguramente cambie la forma en que se efectúan los procesos, la cadena de suministro y los paradigmas de negocio (Ynzunza et al., 2017, p. 4).

- **Tecnologías Habilitadoras**

Podemos interpretar el concepto como el compuesto de herramientas que facilitara el desarrollo de la transformación de la industria y que se anuncian como el soporte sobre el cual se construirá un nuevo escenario (Castresana, 2016).

1. Internet de las Cosas y sistemas Ciberfísicos

Definiciones

Estos dos conceptos conforman el fundamento, la base de la industria 4.0.

“Paradigma tecnológico que permite dotar de conectividad a Internet a cualquier objeto sobre el que se pueda medir parámetros físicos o actuar, así como a las aplicaciones y tratamiento de datos inteligentes relativos a ellos” (Cruz, Oliete, Morales, Gonzales, Cendón y Hernández, 2015).

“Se refiere al conjunto de sensores, dispositivos y redes que conectan objetos con sistemas de computación. De esta manera los objetos pueden generar información sobre sí mismos y el entorno en el que se encuentran” (Calatayud, 2019, p.12).

Según Basco, Beliz, Coatz y Garnero (2018) permite una comunicación ventajosa entre máquinas, personas y productos, simplificando la toma de decisiones en base a la información que la tecnología almacena de su contexto. Utiliza nuevos sensores y actuadores.

Esta herramienta tecnológica necesita un mediador entre el espacio físico y el espacio virtual para que funcione, que son los Sistemas Ciberfísicos (CPS), este sistema además de sentir y actuar sobre un proceso físico, también varía en función de los parámetros variables del proceso físico.

Aplicaciones

Este tipo de tecnología se utiliza en diferentes campos, uno de ellos es la salud, se puede ver reflejado en dispositivos que monitorean el ritmo cardiaco o el grado de azúcar en la sangre y envían alertas a usuarios si existen variaciones fuera de los rangos.

En agricultura, se puede observar en dispositivos que monitorean la humedad y temperatura de cultivos.

2. Analítica Big Data

Definiciones

“Es la capacidad de procesar bases de datos muy extensas, a fin de encontrar patrones entre los datos como correlaciones o relaciones de causalidad” (Calatayud, 2019, p.12).

Es la colección, gestión y análisis a alta velocidad de grandes, dinámicos y heterogéneos volúmenes de datos generados por usuarios y máquinas, que debido a su tamaño y complejidad superan las capacidades de procesamiento de las herramientas de software tradicionales, por lo que requieren de innovadoras técnicas para su procesamiento y tratamiento. (Castresana, 2016, p.31)

Big Data busca brindar disponibilidad, procesamiento de datos e información y análisis en tiempo real, permitiendo la identificación de cualquier anomalía es decir actuara como un medio de perfeccionamiento de procesos, control y calidad (Manyika, Chui, Bisson, Woetzel, Dobbs, Bughin, Aharon, 2015).

3. Ciber - Seguridad

Definición

Debido a la transformación actual de las industrias y el comienzo de la implementación del concepto Industria 4.0 que conlleva al incremento de conectividad y digitalización, provoca que las confidencialidades de los datos estén expuestas y por tanto la empresa sea vulnerable y expuesta a riesgos.

Esta herramienta consiste en la conservación de forma segura de activos de información, mediante el análisis y trato de amenazas que ponen en peligro la información que es procesada, guardada y trasladada por los sistemas de información que se encuentran enlazados (Castresana, 2016).

Debido a lo expuesto previamente, se necesita implementar este sistema, considerándolo uno de las habilitadoras digitales más importantes de esta nueva era, ya que es elemental para la seguridad y conservación de los datos, permitiendo a las empresas ofrecer productos seguros y fiables.

4. Robots Inteligentes

Definición

Son una herramienta tecnológica que se encargan de efectuar tareas que antes realizaba el hombre, con esto se refiere a actividades repetitivas, permitiendo así la asignación de las personas a realizar actividades que agregan mayor valor. Esta herramienta como las demás otras mejoran la eficiencia productiva.

La relación hombre máquina es una tecnología primordial para evolucionar el servicio de los robots. En los sistemas de robot de servicio, es indispensable suministrar una función de interacción de voz inteligente, que sea idóneo para auxiliar y apoyar a las personas como colaborador personal inteligente (Revuelta, 2019).

Aplicaciones

Un campo en el que la tecnología robótica se está extendiendo es en la logística, perfeccionando la gestión de los almacenes, hasta incluso ayudando con distribución y proporción de la entrega final al cliente. Así como también un punto importantes es que los trabajadores logísticos podrán sacar provecho de colaborar con robots (Revuelta, 2019).

5. Realidad Aumentada

Definición

El concepto de esta tecnología habilitadora puede resumirse a que transforma un ambiente real en una interfaz digital situando objetos virtuales en el mundo real; y es empleada para enriquecer la toma de decisiones, métodos y prácticas de trabajo a través de dispositivos (Revuelta, 2019).

Básicamente lo que hace esta tecnología es integrar objetos virtuales en el mundo real.

Aplicaciones

Son diversos los campos en los que se puede utilizar esta tecnología, puede ser en montaje, logística interna, operaciones de picking, en mantenimiento.

Una aplicación puede ser el uso del sistema AR en el escaneado de productos en el almacén, así como su aplicación en general en la cadena de suministro, permitirá entregar de manera rápida y flexible los materiales en un contexto de demanda cambiante.

Esta tecnología está siendo utilizado en rubro logístico específicamente en el almacenamiento en las tareas de picking, y uno de los principales beneficios evidenciados es la incorporación de un sistema de manos libres digital que sirve de ayuda a los trabajadores a la hora de realizar operaciones de picking de forma manual (Revuelta, 2019).

Esta herramienta también permite que el trabajador pueda observar una lista digital en el dispositivo AR, además podrá navegar, ver la mejor ruta, el cual permitirá reducir tiempos de recorrido gracias a la previa preparación estratégica de la ruta más corta.

Esta tecnología tiene mayor aplicación en el rubro logístico, a lo largo de la cadena de suministros. Las empresas que ya lo implementaron en sus procesos evidencian mejoras sobre todo en la productividad.

6. Cloud Computing

Definición

En un nuevo sistema en el que la toma de decisiones instantánea es clave, que el intercambio de información en tiempo real es esencial aparece “la nube” como una contestación, siendo útil para almacenar gran cantidad de información evitando los costos de infraestructura.

Cloud Computing es una tecnología que permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos de computación, que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con un esfuerzo de gestión reducido o interacción mínima con el proveedor de servicio. (Castresana, 2016, p.32)

Motivos de implementación

En la Tabla 1, se evidencia los resultados de una encuesta realizada por la ENISA, la cual muestra los resultados del porcentaje de empresas que optan por Cloud Computing.

Tabla 1. *Razones para la implementación de Soluciones Cloud Computing*

%	Razones
30.7	Suprimir las barreras económicas y de conocimiento que no permiten la actualización de los procesos de negocio.
68.0	Evadir los gastos de capital en hardware, software, soporte de TI y seguridad de la información.
63.8	Flexibilidad y continuidad de los recursos de TI
36.2	Incremento de la capacidad informativa y de la productividad del negocio
11.0	Variedad de los sistemas TI
25.1	Perfeccionamiento local y global de la infraestructura de TI a través de la gestión mecánica de máquinas virtuales

52.6	Habilidad de recuperación de desastres
29.4	Proponer la factibilidad y utilidad de nuevos servicios
27.4	Duplicidad de recursos para mejorar la disponibilidad y elasticidad de los mismos
15.7	Manejar fácilmente los costos y beneficios marginales
13.9	Entre otros

Fuente: (Castresana, 2016, p. 33)

Se evidencia en base a la tabla que las empresas optan por usar Cloud Computing para evadir los gastos de capital en hardware, software, soporte de TI y seguridad de la información con 68.0% y por la flexibilidad y continuidad de los recursos de TI con 63.8%.

7. Blockchain

Definición

Es esencialmente una base de datos distribuida de registros o un libro público de todas las transacciones o eventos digitales que se han ejecutado y compartido entre las partes participantes. Cada transacción en el libro mayor público se verifica por consenso de la mayoría de los participantes en el sistema. Una vez ingresada, la información nunca se puede borrar. La cadena de bloques contiene un registro cierto y verificable de cada transacción realizada.

Esta tecnología habilitadora se caracteriza por su seguridad en cuanto almacenamiento masivo de datos, haciendo imposible el hackeo ya que no existe una base central de datos como en los sistemas de gestión de la cadena de suministro que contaban de un único servidor. Los usuarios podrán agregar entradas y acceder a la base de datos pero no pueden cambiar ni eliminar ninguno de los bloques existentes (Sánchez, Cuenca, & Puertas, 2017).

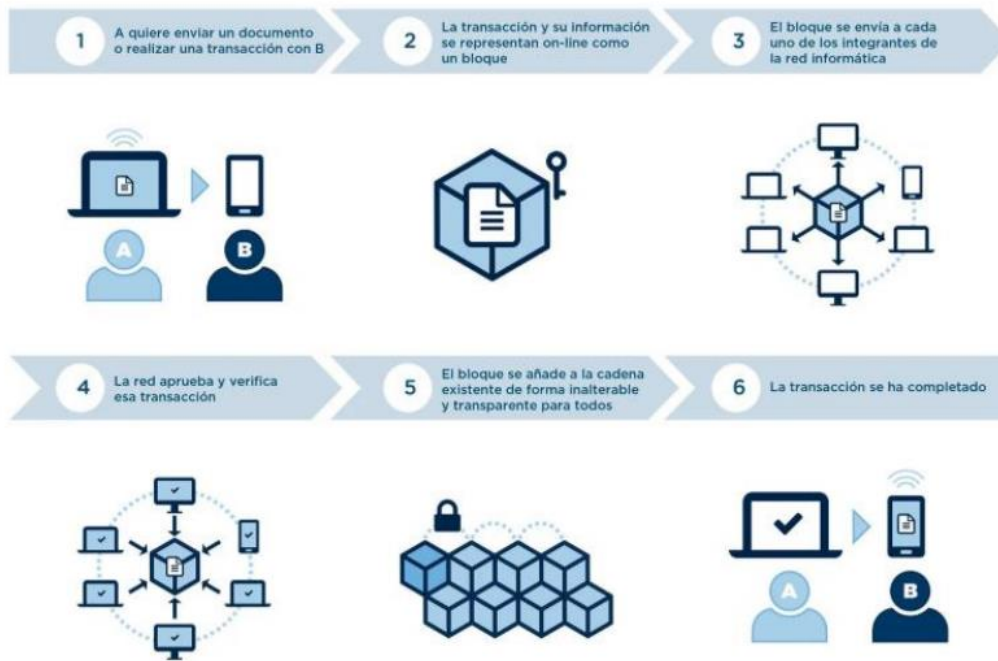


Ilustración 1 Etapas en una transacción usando Blockchain.
Fuente: Stocklogistics (2018)

Aplicaciones

El sector en el cual se ha desarrollado más es en el de servicios financieros, destacando en los pagos transnacionales. En el sector logístico brindara a las compañías transparencia que permitirá rastrear cualquier envío, ya que toda información debe estar registrada.

Gracias a esta tecnología los pedidos se podrán preparar y entregar mucho más rápido haciendo posible anotar la transferencia de insumos y bienes a medida que estos se mueven en la cadena de suministro.

El seguimiento de las órdenes de envío y de compra, las notificaciones y recibos forman parte de la implementación de la tecnología blockchain en la logística, de tal forma que se pueda asignar un código de barras o un número de identificación a los productos que puedan rastrearse, evitando cualquier tipo de error humano al que se incurre con los sistemas tradicionales de gestión de información de la cadena de suministro (Maestre, 2018).

Revuelta (2019) afirma que “Las principales ventajas que presenta esta tecnología en el sector logístico son: integridad de datos, confiabilidad y seguridad, reducción del

papel del intermediario, reduciendo el número de operaciones y minimizando los desperdicios, fomentando economía colaborativa” (p.56).

Las ventajas de la tecnología Blockchain superan los problemas regulatorios y los desafíos técnicos. Un caso de uso emergente clave de la tecnología blockchain implica "contratos inteligentes". Los contratos inteligentes son básicamente programas de computadora que pueden ejecutar automáticamente los términos de un contrato. Cuando una condición pre configurada en el contrato inteligente entre las entidades participantes se cumple, entonces las partes involucradas en un acuerdo contractual pueden realizar pagos automáticamente de acuerdo con el contrato de manera transparente.

3.2.2. Logística

Desde la antigua Grecia e Imperio Romano ya existía lo que hoy conocemos como logística, pero ellos solo lo conocían como las personas que se encargaban de distribuir raciones de comida o algunos bienes de forma que cada uno de sus miembros del ejército obtendría de manera justa por lo que ha trabajado. La rama de logística es diversa y tan importante en cada organización, no hay una empresa que no tenga un área de logística, ya que esta área es base para un buen y adecuada distribución.

Logística sabemos que tiene un significado y se remonta a la época griega la cual significa por su vocablo pensamiento o cálculo. Otros autores complementan esta información en la cual no solo se realiza solo un cálculo, sino en la forma de repartirlas, específicamente hablamos de materiales, personas, etc. En términos sencillos, hacer que llegue el bien o producto a donde tiene que llegar. (Chase, 2004)

La importancia de logística en una empresa empieza por la eficiencia en el área de producción y poder llegar a ser competitivos a nivel mundial, la reducción de productos en almacén, ya que pierde valor desde que llega ahí, el incremento de líneas productivas y las estrategias que deben proponer para que los que productos lleguen a tiempo y completas donde deben llegar.

En síntesis, podemos decir que la logística está presente desde que es materia prima, como llega para convertirse en el producto que solicitamos, luego un periodo de

almacenaje y hasta que llega al consumidor final. En todo el proceso es necesario que se haya realizado desde una correcta planificación hasta una entrega eficiente asegurando tiempo y calidad al cliente. (Gil, 2017, p.21)

- **Evolución**

Durante la década de los 50, 60 y 70 tenemos ciertas características que la logística ha marcado, entre las cuales tenemos la atención de canales de distribución, el enfoque al servicio del consumidor, siendo parte de ella la reducción de costos logísticos, una mejor administración de bienes y materiales.

Luego tenemos la década de 80 entre las cuales destacan las siguientes características; la aparición de la tecnología con el código de barras, ya que impulsa a una mejor planeación dentro de los componentes del sistema logístico, un adecuado intercambio respecto a los detalles de los clientes de cada organización.

Seguido tenemos la década de los 90 en adelante dentro de la que se destaca que los ciclos de producción en la empresa serán más cortos; hay mayores expectativas por parte de los consumidores, avances en tecnología en información y producción; una expansión del mercado logrará incrementar la competencia y así que cada organización tenga valores agregados de los cuales destacar.

- **Tipos de logística**

La logística puede clasificarse de dos maneras, ya sea la estrategia que se emplea o en base al proceso productivo. Si hablamos de este último, el productivo sabemos que el proceso tiene como parte de ellos la transformación, el almacenamiento, la distribución y el servicio post venta que se le da a el producto, cuenta con algunos tipos dentro de ella.

- **Logística de aprovisionamiento:** este tipo está encargado de que la materia prima llegue en el tiempo establecido a la empresa, con el sector que la solicita, como funciones se empieza con la elección de proveedores esta se hace en base a un estudio de costos y recomendaciones, ya que pueden tener altos costos y no es lo que buscamos por el producto; otra función es que lleguen sin defectos y en el tiempo adecuado ya que no sirve en la producción si no llega en los periodos establecidos puesto que no saldrá como producto final hacia nuestros consumidores

en el cronograma que se les dio; realiza un adecuado control de inventario y prever que la empresa cuente con necesidades en medio del proceso, finalmente asegura la calidad que llegará hacia nuestros clientes.

- **Logística de almacenamiento:** este es considerado dentro de la logística interna, la cual se maneja desde que llega la materia prima, luego de su correcto almacenado y su registro en la base de datos de la organización; sus principales tareas empiezan con la continua revisión de inventarios y su correcta actualización detallando donde se encuentran y en el estado que las dejaron para su posterior transporte.

- **Logística de producción:** esta también es considerada como parte de la logística interna, en este tipo se encargan de que la materia prima avance en etapas, desde su proceso de transformación hacia el término del producto. Muchas empresas trabajan de esta forma ya que cuentan con diversas etapas así cada una está enfocada a una parte del producto final. Sus funciones siguen siendo que pase por su transformación y claro manteniendo estándares de calidad para su distribución; cuando no se cumple con lo establecido contarán con productos defectuosos e incurrirán con mayores gastos.

- **Logística de distribución:** esta es considerada en transportar productos hacia su destino ya sea un almacén, su local de venta o el cliente final. También se encarga de los vehículos que deben realizar el transporte, su correcto embalaje, así como las medidas establecidas y al finalizar los vehículos deben tener las fichas con la información de donde dejó el producto y quien estuvo a cargo de la recepción. Todo es mejor si se maneja con las fichas de información, en qué estado llegó el producto y firmas que puedan validar los traslados.

- **Logística inversa:** este tipo de logística como su nombre lo dice trata de todo lo descrito, pero inversamente. Su enfoque empieza en los productos defectuosos o enviados por error y poder tener un manejo adecuado, si bien se encargaran de todos estos productos que serán devueltos por los clientes, podrán encargarse del material sobrante de todas las etapas del proceso y realizar una planificación para su posible uso nuevamente, y deshacerse de los que no suman y deben irse definitivamente.

3.2.3. Logística 4.0

Debido al crecimiento electrónico la logística ha ido avanzando y hoy por hoy es uno de los sectores con mayor relevancia en cualquier empresa. Si bien estamos en la era digital no todos han optado por estas tecnologías. Por ello podemos definir la logística 4.0 aquella que emplea el uso digital como parte del desarrollo de su producción y hace un uso de la nube donde se guardarán los datos de los procesos a fin de tener la información de primera mano y además darán paso a poder resolver los problemas que todas las empresas cuentan que es seguridad, eficacia y menores pérdidas en sus actividades.

- **Características**

Este cambio tecnológico que implica la logística 4.0 trasciende todas las operaciones de la organización en la que se vaya a ejecutar. Sabemos que este sistema hace que todo tenga comunicación y estén conectadas, lo que destaca es su forma de operar a largas distancias, y que trabajen las máquinas juntas, si es el caso se podría poner en marcha solo una parte de las operaciones a ejecutar para pedidos especiales, o productos que no necesiten de todas las operaciones, y obtener la información de lo que se está realizando. Podremos saber todo acerca de trabajadores, máquinas, maquinaria ya que todo se encontrará en nuestra nube y no será necesario buscar o cargar con todo el material físico que antes si se ha realizado.

- **Elementos de la logística 4.0**

Los amplios cambios que se han dado en logística 4.0 no son más que la consecuencia de la cuarta revolución y con ello trae nuevas formas de comunicación e importantes elementos en la organización. Uno de los elementos importantes es Big Data, ya que a través de ella tendremos la información de las actividades logísticas en cualquier etapa de las actividades de la empresa, este tipo de logística complementa a cada empresa de la mejor forma posible con su producto y poder satisfacer a los clientes. Países como China y Japón son los mejores ejemplos, ya que establecieron la logística 4.0 en cada una de las áreas de la empresa y están viendo un aumento de productividad que a cualquier organización es un dato que lo destaca.

Otro de los elementos importantes es los vehículos de reparto, con ellos se puede conocer el paradero exacto de cada unidad a cargo de entregas de productos, además se puede medir el tiempo de demora, el tiempo empleado en el producto y el tiempo que no suma que solo ocasiona retrasos así mismo si ha existido algún defecto contar con el vehículo para poder subsanar a tiempo. A medida que pasan los días podemos ver como todas las cadenas de suministro se vuelven más inteligentes desde la forma de planificación hasta la entrega, la cual cada día progresa en la conectividad y rapidez de la información, gran beneficio para los clientes, así como la empresa misma, ya que se puede elaborar algunos patrones para poder pronosticar la demanda a futuro y tener lo que el cliente solicite, dándole tiempos que le sumen a su producto y no lo retrasen (Izar y Ynzunza, 2017).

- **Ventajas**

Las ventajas de la logística 4.0 son diversas y por ello están siendo utilizadas a diario por mayor cantidad de empresas, ya que ayuda en poder responder eficazmente a sus clientes y poder reducir costos manteniendo los estándares de calidad que como organización ofrecen. Esta logística 4.0 nos prepara para el futuro no muy lejano en el que debemos estar preparados para la necesidad de los clientes y del mercado mismo. También tendremos ciertos retos que tendremos que afrontar para una mejor satisfacción de la cadena de suministro, desde la reducción de entregas con los productos a la identificación de ellos. Se cuenta con sistemas RFID los cuales ayudan a la mayoría de empresas en el mejor manejo de inventarios, ya que todo quedará registrado tanto en el inicio como en el final, podemos saber en segundos donde está un producto específico, en que estante o en qué zona de la empresa se encuentra, pero este sistema no queda solo en la identificación dentro de la empresa, sino en el mantenerlo a través de toda la cadena de suministro.

La industria 4.0 no tendría un propósito y no se entendería sin una que no esté capacitada para el manejo de información, pero se tiene como protagonista para su manejo una logística 4.0 (Transgesa, 2018).

3.2.4. Sector minero

- **Situación Actual**

Morales (2017) afirma que las cotizaciones de cobre traerían la recuperación de sus inversiones específicamente en los países de Chile como Perú, donde ese mineral es el predominante, aunque Argentina también logra destacar.

Chile y Perú a nivel Latinoamericano son parte de los principales líderes si hablamos de cobre, sin embargo, la recuperación de producción de las empresas mineras de estos países podría ser muy leve.

América Central, pese a no encontrarse en las primeras en el desarrollo de la minería tiene pequeños ejemplos en los que se logra ver el importante esfuerzo que se está dando para poder tomar el impulso y destacar ya que tiene los medios (Morales, 2017).

Si bien es cierto que las empresas mineras de Latinoamérica han hecho grandes esfuerzos para impulsar el crecimiento de este sector, este camino es de metas que cambian constantemente, en base al amplio crecimiento de la demanda social muchos mercados no lograran posicionarse a lo que ellos hubiesen deseado.

Se encuentran ciertos pronósticos muy satisfactorios respecto a países vecinos cuyo enfoque principal proyectos que tienen de base al oro y cobre, como Ecuador, Colombia y Brasil (Morales, 2017).

En Perú, el sector minero forma parte de las principales exportaciones, por ende, parte del crecimiento del país se lo debemos a la minería ya que a nivel global es muy utilizada la transformación de los minerales en todas las actividades (Glave, 2007).

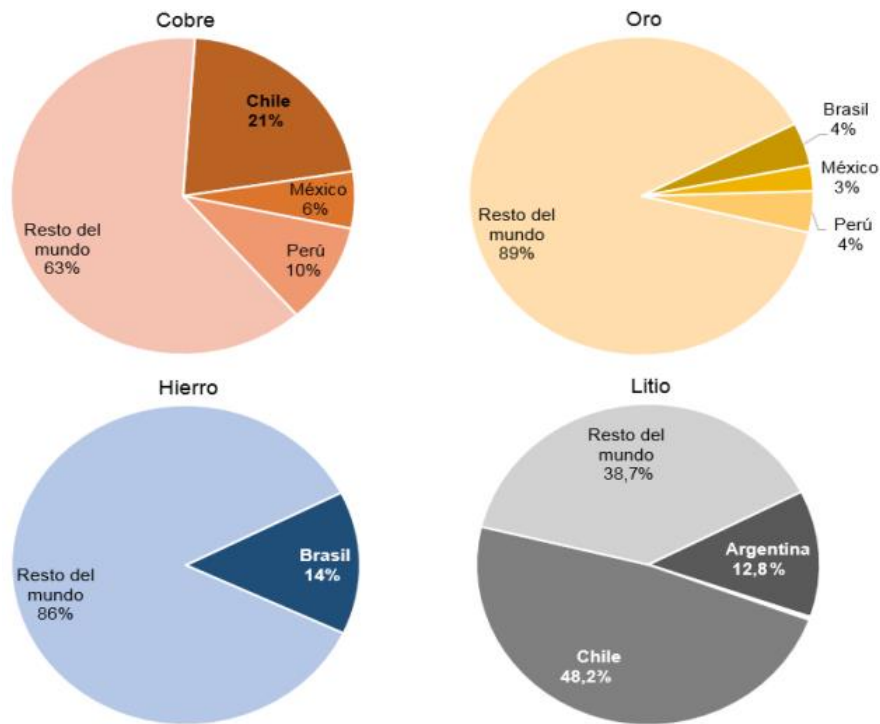


Ilustración 2. Principales reservas de minerales de América Latina y el Caribe durante el año 2017.

Fuente. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos

Dentro de países que tienen un mayor porcentaje de exportación de minerales y metales en América Latina son Brasil, Chile, México y Perú llegando a concentrar el 85% de las exportaciones de toda la región. Lo escrito previamente se puede visualizar en la Ilustración 2.

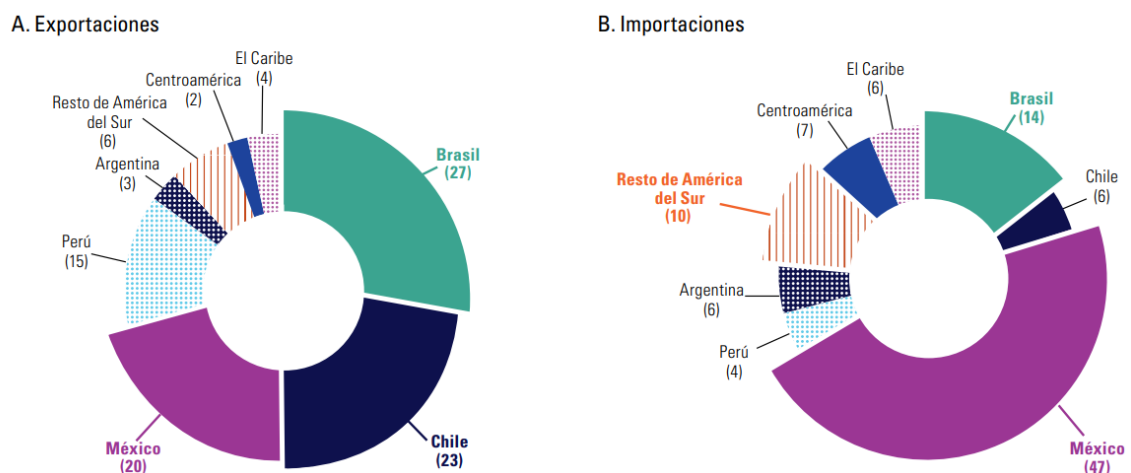


Ilustración 3. Proporción del comercio de minerales y metales durante los años 2015, 2016-2017.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos.

Dentro de América Latina, los metales y minerales que más se exportan son el Cobre, Hierro, acero y metales preciosos representando el 77% de las exportaciones mineras de la región. Véase en la Ilustración 3.

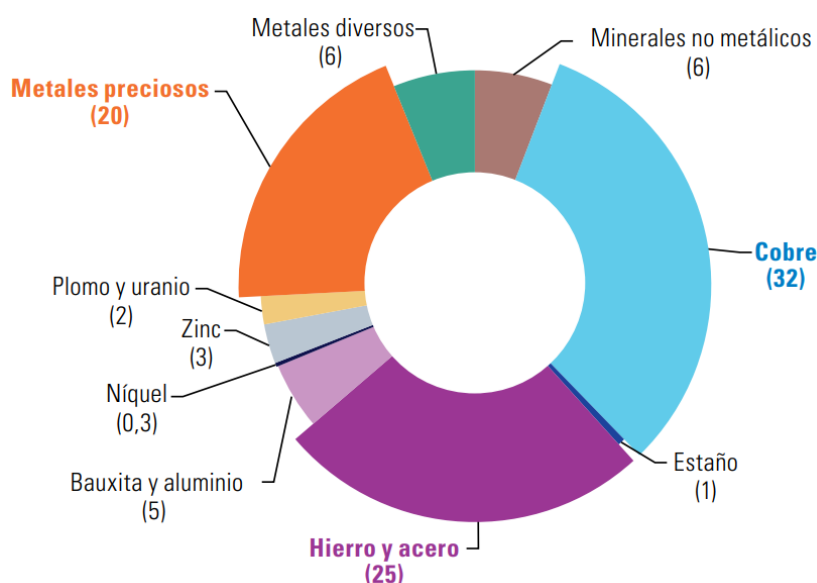


Ilustración 4. Composición de las exportaciones de minerales y metales de América Latina y el Caribe durante los años de 2015 a 2017

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos.

Para fortalecer el sector minero las diversas empresas mineras a nivel regional están apostando por proyectos con altas inversiones, en especial las empresas Chilenas.

La conocida Comisión Chilena del Cobre a calculado que su país tiene un amplio campo en cuanto a proyectos mineros, revisando se cuenta con un estimado de más de 100 millones de dólares en el año 2023, del cual 80 millones de dólares están destinados a tratar el desarrollo cuprífero (El Inversor, 2017).

Brasil también es otro de los países con los más amplios yacimientos de hierro de todo el mundo, además de ser vital en el mercado y poder crecer. Dentro de su campo

de proyectos se estima que está destinado cerca de 40 millones de dólares (El Inversor, 2017).

El Perú no se ha quedado atrás respecto a las inversiones en el sector minero, se ha consolidado como una potencia Polimetálica, donde la extracción de cobre lo ha ubicado como un gran protagonista en las exportaciones internacionales. El Inversor (2017) afirma que la producción de minerales en la época incaica alcanzó cerca de 1.15 millones de toneladas siendo comparativo con el año 2013 solo un 2% más, en la actualidad su sector de proyectos abarca más de 60 millones de dólares y este abarca un 64%.

Argentina se podría decir que es la excepción en comparación a otros países de Latinoamérica respecto a sus inversiones ya que el monto destinado está muy por debajo, se supone que su principal causa sería algunos impuestos y la inflación que afectan directamente a la minería de dicho país.

- **Cadena Logística**

Las empresas mineras de América Latina afirman que la buena gestión de la cadena logística trae beneficios globales, como aumento de la producción, mejora en los procesos productivos, por lo cual consideran la cadena un aspecto fundamental para el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

El seguimiento del producto como del proceso es parte fundamental de este sector, ya que los procesos se vuelven más exactos y llegan a tiempo al lugar de su cliente final (Minería Chilena, 2019).

La cadena logística en las empresas mineras abarca los procesos de Exploración, Minado, Concentración, Fundición, Refinación y Comercial. La cadena logística minería básicamente comienza desde Compras, seguidamente de almacén, Control de Inventarios, Transporte, y Distribución.

- **Puntos críticos logísticos**

Probablemente el problema general en la logística minera Latinoamericana sea la conceptualización de la logística en sí, ya que las empresas mineras ven a la logística

internacional como algo separado de la logística interna lo que lleva a tomar decisiones que no contribuyen al desarrollo de este sector.

CEPAL(2019) refiere que es de suma importancia que a los servicios de logística y movilidad trabajen conjuntamente con una inversión en infraestructura económica , ya que pueden facilitar la movilidad y la logística de personas y mercancías dentro de la región , contribuyendo también a la transformación productiva y a una mayor competitividad a nivel región así como también mundialmente.

Dentro de los problemas más evidenciados a nivel de la cadena logística en la industria minera Latinoamericana son el transporte y los puertos.

Transporte

El transporte es fundamental en la cadena logística, ya que hace posible el movimiento de los productos terminados, materias primas e insumos entre empresas y clientes y llega a añadir valor si es que el producto se entrega a tiempo, con calidad y en las cantidades requeridas.

Es por ello que el transporte debe planearse con el adecuado medio que se usara ya que debe prever situaciones posibles como las que no y poder analizar la mejor ruta o programar los movimientos a recorrer.

El desafío del transporte en la minería es realizar el movimiento de tierra desde la planta, transportar el concentrado de mineral a un lugar de acopio para finalmente trasladarlo al puerto y exportarlo, considerado esto como el punto final de la cadena logística.

Chile, el país mejor posicionado respecto a gestión logística, tiene problemas que en algunos puntos de la cadena logística y admiten que es fundamental mejorar esos puntos por ser considerados clave en el mejoramiento de la eficiencia global.

Tanto la minería estatal y privada Chilena destaca que el transporte y la logística se deben gestionar adecuadamente para que los productos lleguen de manera satisfactoria y reduciendo sus costos. Afirman que sin una buena logística los minerales no podrían venderse al mismo ritmo que estos son extraídos. Los dos principales componentes que mencionamos son parte de la criticidad de cualquier actividad minera.

En la zona norte de Chile se deben enfocar necesariamente al transporte que se usa desde la extracción, hacia la planta y su embarque por cualquier medio ya establecido, ya que como se ve el transporte trae o beneficios o deficiencias en su producción (Minería Chilena, 2019).

Puertos

Según Minería Chilena (2019), el manejo de la infraestructura de los puertos es parte crítica de la cadena de abastecimiento, este proceso asegura en su totalidad el cumplimiento de las entregas del producto a su respectivo cliente, lo que también interviene una fuerte inversión de dinero para el manejo adecuado del inventario y sus almacenes durante un breve periodo.

Para las empresas mineras Chilenas, uno de los desafíos más grandes que tienen es el de la gestión de puertos, razón por la cual el gobierno Chileno ha decidido fortalecer este sector.

La Comisión Especial Investigadora ha trabajado en diferentes acuerdos para poder establecer mejoras e impulsar algunas actividades mineras del país Chileno y poder generar cambios a largo plazo y ver a los puertos como un punto crítico de la cadena. Para lograr este nuevo enfoque, es necesario establecer alianzas de sectores privados y públicos para poder enfrentar la infraestructura, así como su manejo de transporte en cualquiera que sea el elegido (Minería Chilena, 2019).

Los puertos del norte de Chile como ya mencionamos son críticos ya que son el inicio de diversos minerales y se debe tomar la respectiva consideración en el sector. El puerto de Antofagasta registra en embarques y desembarques de movilizaciones mineras cerca del 70% de la totalidad en el año 2019 (Minería Chilena, 2019).

A pesar de ser el puerto de Antofagasta y el puerto de Mejillones los puertos más importantes de Chile, solo el puerto de Antofagasta se enfocará en optimizar el desarrollo logístico del recinto, esto incluye a su funcionamiento de producción limpia.

En Perú, podemos ver problemas similares, como ciertos impedimentos que no dejan el desarrollo de logística en el país principalmente la infraestructura: además de dimensiones en sus puertos, vías o carreteras (Rumbo Minero, 2019).

- **Oportunidades de tecnologías 4.0**

Dentro de lo más importante para cada una de las empresas portuarias en el día a día se refiere al sin fin de oportunidades que esta tecnología nos brinda, entre estas también se puede nombrar a su automatización y mejoras implantadas (Minería Chilena, 2019)

Minería Chilena (2019) afirma que el Puerto de Antofagasta en colaboración con los ministerios de transporte y Telecomunicaciones se unen para poder desarrollar un sistema de comunidad portuaria para poder manejar un adecuado comercio exterior.

Ya desde hace unos años Codelco ha estado implementando este tipo de tecnología, pero ahora quiere darle mayor relevancia y eso implica dejar de ver solo como algo técnico esta revolución tecnológica y comenzar ver lo como un tema de transformación cultural.

La empresa minera estatal Chilena también afirma que las nuevas tecnologías mejoran efectivamente la productividad y manifiestan que estas nuevas oportunidades empiezan a darle sentido a este beneficio. Con ayuda de ese algoritmo aplicada al SAG de El Teniente se pudo notar el cambio respecto a la productividad (Minería Chilena, 2019).

En las empresas mineras Peruanas, se está empezando a implementar las tecnologías 4.0 de forma gradual, en las grandes empresas se viene esparciendo de forma veloz diferentes sistemas. Siendo el más usado el código de barras además de otro tipo de lectores; es importante decir que se están usando una mayor cartera de proveedores para tener una mejor relación, desde los envíos de pedidos y posibles cotizaciones de los productos y su debido pago. También se ha iniciado el uso de la Inteligencia Artificial, en menor medida Internet of Things (IoT) y Blockchain.

En Perú, según Rumbo Minero (2020) la empresa Británica Xertica está incursionando en la minería peruana con GSuiste, que se trata de una plataforma colaborativa de Google que permite a las mineras conectarse a la nube y aprovechar las herramientas tecnológicas disponibles. GSuite está siendo empleada por la minera Kolpa.

Otra herramienta tecnológica que involucra al área logística, son los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) las cuales nos permiten poder manejar cada una de las operaciones que son parte tanto de la distribución como de la producción de cada una de las empresas ya sea una de bienes o brinde servicios. En la industria minera, la aplicación de cada uno de los sistemas es más usado por diferentes empresas. Las principales características de estos sistemas son su manejo ya sean de forma virtual, mediante la nube o el transporte hacia ellos.

3.3. Cronograma

ACTIVIDADES		MES	ABRIL				MAYO			
		SEMANA	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Búsqueda de posible tema de tesina	S1								
2	Envío de posible título de tesina	S1								
3	Validación del tema de tesina	S1								
4	Revisión bibliográfica de tesis, revistas bibliográficas y libros en línea.	S1								
5	Redacción del planteamiento del problema y aspectos metodológicos	S2								
6	Asignación de asesora	S2								
7	Recopilación bibliográfica de tesis, revistas y documentos para la primera entrega de fichas de lectura	S2								
8	Redacción de 15 fichas de lectura	S2-S3								
9	Reunión con asesora	S3								
10	Corrección de observaciones realizadas por la asesora en el planteamiento del problema	S3								
11	Entrega de 15 fichas de lectura	S3								
12	Recopilación bibliográfica de tesis, revistas y documentos para la segunda entrega de fichas de lectura	S3								
13	Redacción de 20 fichas de lectura	S3-S4								
14	Ingresamos el tema al sistema de títulos y grados	S4								
15	Redacción de Estado de Arte	S4								
16	Redacción del Marco Teórico-conceptual	S4-S5								
17	Redacción de Referencias Bibliograficas	S5								
18	Entrega de 20 fichas de lectura	S5								
19	Entrega de borrador de tesina	S5								
20	Entrega de plan de tesina	S6								

Tabla 2. Cronograma de actividades Gloria Espinoza y Karen Ventura

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

- La industria 4.0 o también conocida como la cuarta revolución es una definición un poco reciente, sin embargo, una gran cantidad de empresas y áreas lo están implementando, y la logística no es la excepción. La gran variedad de tecnologías habilitadoras está siendo implementadas en este rubro convirtiendo a la logística en algo más potente y que nunca antes se había podido desarrollar, convirtiéndose en una ventaja competitiva para las empresas y clave para poder asegurar que se cumplan los objetivos de cada empresa u organización.
- En todos los sectores la logística es la clave de cada empresa y de cada uno de sus productos, un cliente lo que espera es la llegada del producto a tiempo y en un estado óptimo, no le interesara si su producto llego fuera de fecha y no respetando acuerdos ya que en vez de un aumento de producción tendríamos la pérdida de esta y ello no le conviene. La mejor logística no es la más costosa ni la más cómoda en sus precios, sino la que cumple con lo cliente busca.
- En la cadena logística tener información a la mano en cualquier momento de las operaciones es importante, debido a la logística 4.0 nuestra información está en la nube y se puede acceder a ella en distintas partes de la empresa como fuera de ella, así como los clientes pueden acceder a esa información es un punto que destaca para ellos poder conocer donde está su producto o en qué etapa se encuentra además de facilitar la comunicación entre la cadena. Además de responder a sus potenciales clientes deben mantener estándares de calidad que como empresa ofrecen y deben mantener.
- La transformación digital complementa a la cadena logística, se mencionó que es importante contar con la información a la mano, y es aplicable para cualquier empresa, lo resaltante de ambos términos es el poder acceder a los datos en cualquier etapa de la operación. Si bien el cambio partirá de los gerentes que son cabeza de la organización, y luego los responsables de cada área, significa que todos serán capaces de poder acceder a la información con la preparación debida y en el momento adecuado para una mejor calidad y seguridad.

- Existen una gran variedad de oportunidades que traen estas tecnologías emergentes en el campo logístico para la industria minera, las empresas de este rubro afirman que por ejemplo el Mobile, permite un adecuado monitoreo en el manejo de datos para que el cliente como el vendedor este informados y al tanto de cada actualización realizada en el proceso; el Internet de las cosas sirve para un correcto monitoreo con el manejo de datos respecto al transporte; Robótica se implementa para una mejor gestión de almacenes e inventarios , dentro de los cuales esta Chatbots que permiten manipular un lenguaje a nivel general para el proceso de almacén, y la automatización de procesos robotizados, que sirve para la ver poder manejar las tareas repetitivas y su respectiva actualización; seguidamente se encuentra la Inteligencia Artificial , que sirve para pronosticar tanto la llegada de un producto, al igual que el momento exacto de la solicitud ; los drones, que sirven para poder entregar los productos dentro y fuera de la mina y el control de inventario de stocks de materias primas; y por ultimo Blockchain , que permite la trazabilidad de los artículos.

4.2 Conclusiones

- Tras la investigación realizada logramos evidenciar las oportunidades que brinda la logística 4.0 en el sector minero, y comprobamos que esta implementación da una mejora en su productividad, una mayor eficiencia y sobre todo la calidad de cada uno de sus productos en toda la cadena logística.
- Logramos definir que es industria 4.0 en base a diferentes autores así como las tecnologías habilitadoras o herramientas de esta nueva industria, como son el internet de las cosas, y Cloud Computing, que son los cimientos para para esta cuarta revolución, permitiendo la generación y análisis de datos e información a gran escala.
- Tras los artículos leídos identificamos que solo grandes y medianas empresas han comenzado con la implementación con esta nueva logística, dentro de las compañías más destacadas de cada país en cuanto a su implementación de la logística 4.0 en el sector minero tenemos a Minsur, empresa peruana la cual es líder mundial con su material de estaño y es una de las primeras con su implementación nacional. Luego tenemos entre nuestros vecinos a Chile y a la empresa Codelco que está entre las más importantes no solo en Latinoamérica sino a nivel mundial, ellos empezaron con la implementación de la industria 4.0

viendo proyectando sus cambios en operaciones actuales como futuras. Como otra destacada minera brasileña tenemos a Vale la cual incremento sus operaciones productivas desde su implementación. Finalmente tenemos a la empresa mexicana Frisco la cual se basa en explotación de cobre, oro y zinc y le ha traído beneficios haber mejorado su logística.

- La cadena logística minera en los países de Latinoamérica tienen muchas similitudes, en cuanto a proveedores no hay dificultad pero si tienen puntos más críticos en cuanto a la logística y al transporte ya que son parte de los procesos claves de la empresa. Lo que toda empresa busca es ser competente en el mercado nacional como internacional, y además de ello ser más productivas y eficientes.
- De acuerdo a la investigación, concluimos que los principales problemas que tiene el sector minero respecto a la logística es el transporte, los puertos y la infraestructura logística en general. Estos dos puntos son fundamentales en la cadena logística y no prestar la debida atención y mejorar podría afectar la eficiencia global. Actualmente los países latinoamericanos están trabajando en estos problemas a través de grandes inversiones en proyectos y generaciones de estrategias.
- Los efectos de un correcto manejo de la cadena logística en el sector minería empiezan con la automatización de sus máquinas, las cuales brindan algoritmos capaces de asegurar el aumento de la productividad y en los procesos productivos. Así mismo como parte de la cadena logística tenemos el soporte de la tecnología en la cual sus trabajadores se ven beneficiados en la operación de picking.

5. Referencias Bibliográficas

1. Ballesteros, D. y. (Agosto de 2007). *El comercio electrónico y la logística en el contexto latinoamericano*. Obtenido de Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal:
<https://www.redalyc.org/pdf/849/84903547.pdf>
2. Basco, A. y. (Julio de 2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. Obtenido de industria 4.0: Fabricando el Futuro. Obtenido de:
<https://publications.iadb.org/es/industria-40-fabricando-el-futuro>
3. Bearzotti, L. (Diciembre de 2018). *Industria 4.0 y la gestión de la Cadena de Suministro: el desafío de la nueva revolución industrial*. Obtenido de
<http://publicaciones.usm.edu.ec/index.php/GS/article/view/103/110>
4. Buitelaar, R. (Marzo de 2001). *Aglomeraciones mineras y desarrollo local en américa latina*. Obtenido de
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1712/S6227B932_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Calatayud, A. (2019). *Cadena de suministro 4.0*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo:
https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Cadena_de_suministro_4.0_Mejores_pr%C3%A1cticas_internacionales_y_hoja_de_ruta_para_Am%C3%A9rica_Latina_es.pdf
6. Castillo, I. y. (Julio de 2013). *Logística con un enfoque latinoamericano*. Obtenido de <http://prod77ms.itesm.mx/podcast/EDTM/ID327.pdf>
7. Cepal. (2019). *La revolución industrial 4.0 y el advenimiento de una logística 4.0*. Obtenido de CEPAL:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45454/S2000009_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Perspectivas del comercio internacional de América Latina y el Caribe*. Obtenido de CEPAL:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44196/5/S1801070_es.pdf

9. Chase, R. (Marzo de 2004). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*. Obtenido de https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf
10. El Inversor. (30 de Octubre de 2017). *Latinoamérica concentra un tercio de la producción minera mundial*. Obtenido de El Inversor: <http://www.elinversorenergetico.com/tag/carajas/>
11. Gil, O. (Febrero de 2017). *La logística: clave para la competitividad global de las pequeñas y medianas*. Obtenido de Paakat, revista de tecnología y sociedad: <http://www.scielo.org.mx/pdf/prts/v6n11/2007-3607-prts-6-11-00004.pdf>
12. Glave, M. (Diciembre de 2007). *La minería peruana: Lo que sabemos y lo que aún nos falta por saber*. . Obtenido de https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/51537/ssoar-2007-glave-La_mineria_Peruana_Lo_que.pdf?sequence=1
13. Ingenieros del cobre. (2019). *¿Cual es el aporte de la logística y el transporte en la cadena de valor minera?* Obtenido de Mine: <https://mine-class.com/cual-es-el-aporte-de-la-logistica-y-el-transporte-en-la-cadena-de-valor-de-la-mineria/>
14. Ingenieros del cobre. (2019). *¿Cual es el aporte de la logística y el transporte en la cadena de valor minera?* Obtenido de Mine: <https://mine-class.com/cual-es-el-aporte-de-la-logistica-y-el-transporte-en-la-cadena-de-valor-de-la-mineria/>
15. Izar, J. y. (Diciembre de 2017). *El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835>
16. Minería Chilena. (05 de Octubre de 2016). *Logística y Puertos: Modernización y cambios a 2030*. Obtenido de Minería Chilena: <https://www.mch.cl/informes-tecnicos/logistica-puertos-modernizacion-cambios-2030/>
17. Minería Chilena. (14 de Enero de 2019). *Cadena de Suministros: Con tendencia a centralizar la gestión logística*. Obtenido de Minería Chilena: <https://www.mch.cl/informes-tecnicos/cadena-suministros-tendencia-centralizar-la-gestion-logistica/>

18. Minería Chilena. (28 de Octubre de 2019). *Tecnologías 4.0 en Codelco: Más que un cambio tecnológico, una transformación cultural*. Obtenido de Minería Chilena: <https://www.mch.cl/entrevistas/tecnologias-4-0-en-codelco-mas-que-un-cambio-tecnologico-una-transformacion-cultural/>
19. Minería Chilena. (18 de Abril de 2019). *Transporte y logística: Eslabón crítico en la cadena productiva minera*. Obtenido de Minería Chilena: <https://www.mch.cl/informes-tecnicos/transporte-y-logistica-eslabon-critico-en-la-cadena-productiva-minera/>
20. Minería Chilena. (16 de Abril de 2020). *Puertos: Punto neurálgico de la logística minera*. Obtenido de Minería Chilena: <https://www.mch.cl/informes-tecnicos/puertos-punto-neuralgico-de-la-logistica-minera/>
21. Morales, C. (28 de Febrero de 2017). *Minería en Latinoamérica: Con una visión optimista*. Obtenido de Nueva Minería y Energía: <http://www.nuevamineria.com/revista/mineria-en-latinoamerica-con-una-vision-optimista/>
22. Moreno, A. y. (Marzo de 2019). *El futuro de América Latina en la Industria 4.0*. Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/19373/MorenoCuellar-AnaMilena-2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
23. PAD. (03 de Agosto de 2019). *La logística minera ya es digital*. Obtenido de Enfoque PAD: <http://enfoque.pad.edu/la-logistica-minera-ya-es-digital/>
24. Roa, I. y. (Enero de 2019). *Importancia y complejidad de la logística internacional*. Obtenido de Revista Logistec: <https://www.revistalogistec.com/logistica/global-2/2606-importancia-y-complejidad-de-la-logistica-internacional>
25. Rumbo Minero. (25 de Junio de 2019). *Gerente de Logística de Buena Aventura: “La infraestructura sigue siendo una gran barrera para la logística”*. Obtenido de Rumbo Minero: <https://www.rumbominero.com/noticias/mineria/gerente-de-logistica-de-buenaventura-la-infraestructura-sigue-siendo-una-gran-barrera-para-la-logistica/>

26. Salinas, P. (Marzo de 2019). *Revolución Tecnológica 4.0 y Capital Humano*.
Obtenido de Beauchef Minería: <https://interminproject.org/wp-content/uploads/folletobeauchef25marzo.pdf>
27. Sánchez, B. (Marzo de 2018). *Industria 4.0 y sus contribuciones a la sostenibilidad*. Obtenido de
<http://revistas.ung.br/index.php/engenhariaetecnologia/article/view/3673/2663>
28. Serna, M. D. (22 de Octubre de 2010). *Estrategias en la cadena de suministro para el distrito minero de Amagá*. Obtenido de Scielo:
<http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n28/n28a04.pdf>