

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS
CARRERA DE ECONOMIA



TESIS DE GRADO

**“EL GRAFENO Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO
PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA MINERA EN BOLIVIA”**

POSTULANTE : ALISON ADRIANA QUISBERT BRAVO
DOCENTE TUTOR : Lic. HUMBERTO PALENQUE REYES
DOCENTE RELATOR : Lic. BORIS QUEVEDO CALDERÓN

LA PAZ – BOLIVIA
2016

Dedicatoria

A Dios.

Por haberme dado tantas bendiciones, salud para lograr mis objetivos en el transcurso de mi formación profesional y mi vida, por darme la dicha de llegar hasta este punto, además de su infinita bondad y amor.

A mi Abuelita Delfina.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por el amor que siempre me brinda en vida, y desde el cielo siempre con las bendiciones que me dio, te dedico este trabajo de TESIS DE GRADO porque era tu sueño el que yo empiece y culmine mis estudios en la prestigiosa Universidad Mayor De San Andrés (UMSA).

A mi Padre Nilton.

Por los ejemplos de respeto, perseverancia, constancia, motivación que te caracterizan los cuales me diste siempre, como también la información y la idea de realizar un trabajo de tesis de grado a cerca del grafeno, por el valor mostrado para salir adelante ante cualquier circunstancia..

A mi Madre Isabel.

Por inculcarme una formación de mucha fortaleza y ímpetu para seguir adelante en mi vida, por todo el esfuerzo y apoyo para poder lograr y culminar mi formación Profesional.

A mis hermanas Mariana y Camila

Por ser esa luz que siempre me impulso a seguir adelante al verlas, para ser el ejemplo que quiero que sigan en el trayecto de sus vidas y metas.

Agradecimientos

A Dios.

Doy gracias a Dios por darme la vida, salud y sus bendiciones día a día para seguir adelante con todos los objetivos y metas que tengo trazados para mi vida.

A mis Padres.

Les doy las gracias por brindarme su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida y mi carrera.

A mi Abuelita Delfina.

Le Agradezco por todos los momentos que me dio de su vida, la formación los consejos, valores y el apoyo para no rendirme jamás, ser siempre una mujer emprendedora que lucha por lo que quiere.

A mis Docentes.

*Por su gran apoyo y motivación para la culminación de mi estudio profesional, para la elaboración de esta tesis y su tiempo compartido al Lic. **Palenque Reyes Huberto**, por impulsar el desarrollo de mi formación profesional al Lic. **Boris Quevedo** por apoyarnos en todo momento para poder culminar el presente trabajo de TESIS DE GRADO.*

A mi amiga.

Claudia Camacho gracias por ser una gran persona que siempre me apoyo en todo momento me enseñaste a no rendirme y seguir adelante en todo momento, jamás olvidare los momentos que pasamos juntas te quiero mucho amiga.

A mi compañero de vida.

Ricardo Paichucama muchas gracias por ser ese impulso durante mi carrera y darme toda la motivación para la culminación de la misma, por tu amor, tu tiempo, ser un gran amigo, compañero, fuente de consejo, calma y fortaleza en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA -----	I
AGRADECIMIENTOS -----	II
INTRODUCCIÓN -----	1
CAPITULO - 1 -----	3
FUNDAMENTOS GENERALES -----	3
1.1. ANTECEDENTES-----	3
1.2. REFERENCIA METODOLÓGICA-----	4
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA-----	6
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN-----	9
1.5. JUSTIFICACIÓN-----	9
1.6. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS-----	13
1.7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES-----	14
1.8. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES-----	14
1.9. OPERATIVIZACIÓN DE VARIABLES:-----	15
1.10. MATRIZ DE CONSISTENCIA-----	15
CAPITULO - 2 -----	16
MARCO TEÓRICO -----	16
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL GRAFENO-----	16
2.2. TEORÍAS ECONÓMICAS-----	23
CAPITULO - 3 -----	37

MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO	-----37
3.1. MARCO CONCEPTUAL	----- 38
3.2. MARCO NORMATIVO	----- 42
CAPITULO - 4	-----53
MARCO PRÁCTICO	-----53
4.1. ESTRUCTURA MINERA EN BOLIVIA	----- 53
4.2. CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR MINERO AL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)	----- 57
4.3. EMPLEO EN EL SECTOR MINERO	----- 60
4.4. IMPORTANCIA DEL GRAFENO EN EL SECTOR MINERO DE BOLIVIA	----- 62
4.5. PRINCIPALES PAÍSES CON MAYOR PATENTE DE GRAFENO	----- 65
4.6. PROYECTO DE INVERSIÓN DE GRAFENO EN BOLIVIA	----- 67
4.7. APORTE DE GRAFENO EN LA ECONOMÍA BOLIVIANA	----- 75
CAPITULO - 5	-----77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	-----77
BIBLIOGRAFÍA	-----80
ESTADÍSTICAS DE LA MINERÍA EN BOLIVIA	-----82
ESTADÍSTICAS DE LA MINERÍA EN BOLIVIA	-----84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ÁRBOL DE PROBLEMAS	6
TABLA 2: CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES	14
TABLA 3: OPERATIVIZACIÓN DE VARIABLES	15
TABLA 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	15
TABLA 5: CONSITUCION POLITICA DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA RELACIONADO AL SECTOR MINERO	42
TABLA 6: PARTICIPACION EN SECTOR MINERO EN VOLUMEN.....	57
TABLA 7: ESTADO DE RESULTADOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	70
TABLA 8: BALANCE DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	71
TABLA 9: VALOR ACTUAL NETO (VAN)	73
TABLA 10: RESULTADOS DEL VAN Y TIR.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA MARCO TEÓRICO	14
FIGURA 2: CONFORMACIÓN DEL GRAFENO.....	17
FIGURA 3: GRAFITO VS. DIAMANTE.....	18
FIGURA 4: USO DE GRAFITO Y USO DE DIAMANTE	18
FIGURA 5: DE GRAFITO A FULLERENO	19
FIGURA 6: NANOTUBOS	20
FIGURA 7: DE GRAFENO A ALÓTROPOS.....	21
FIGURA 8: CADENA BÁSICA DE VALOR DE LA INDUSTRIALIZACIÓN MINERA EN BOLIVIA ..	55
FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN DEL VALOR DEL MINERAL EN BOLIVIA	56
FIGURA 10: PARTICIPACIÓN DEL SECTOR MINERO EN EL PIB.....	58
FIGURA 11: INCIDENCIA DEL SECTOR MINERO EN EL PIB.....	59
FIGURA 12: EMPLEO EN EL SECTOR MINERO	61
FIGURA 13: MÉTODO DE ÓXIDO DE GRAFITO.....	63
FIGURA 14: MÉTODO DE DEPOSICIÓN QUÍMICA EN FASE VAPOR TÉRMICA (CVD).....	64
FIGURA 15: MÉTODO DE EXFOLIACIÓN DE GRAFITO EN FASE LIQUIDA.....	65
FIGURA 16: PRINCIPALES PAÍSES CON MAYORES PATENTES DEL GRAFENO	66
FIGURA 17: ESTADO DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	72
FIGURA 18: PIB MINERO DE BOLIVIA CON Y SIN GRAFENO.....	75
FIGURA 17: INGRESO DE SANTA CRUZ CON Y SIN LA PRODUCCIÓN DE GRAFENO	76

RESUMEN

El trabajo de tesis que titula **“EL GRAFENO Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA MINERA EN BOLIVIA”** demuestra un desarrollo en la industria minera de Bolivia y los

ingresos del departamento de santa cruz se incrementas con la exportación del grafeno logrando así una mejor calidad de vida para las personas del sector.

El grafeno es una sustancia compuesta por 100 de carbono, una vez que se registre la patente como material utilizable se aplicara en diferentes campos como la medicina mejorara y lograra curar enfermedades también en el campo de la construcción ara que los edificios sean más durables, en el campo de la electrónica las baterías d los celulares necesitaran menos carga y serán de mayor durabilidad, los chalecos antibalas serian livianos transparentes, el ensamblado de los autos con grafeno hará que sean más seguros.

En Bolivia contamos con el mineral grafito el cual no se explota ni se exporta por la falta de información y motivación tecnológica si lograríamos llevar a la exportación dicho mineral Bolivia estaría percibiendo ingresos significativos en el Producto Interno Bruto Minero como también en los ingresos del departamento de santa cruz porque este mineral se encuentra en las minas de Santa Cruz.

El grafeno, en menos de cinco años, será mundialmente conocido y será una de las bases de la tecnología en los próximos años, si Bolivia toma sus previsiones para exportar el mineral Grafito estaremos a la par en el desarrollo a nivel mundial con expectativas favorables para nuestro País.

Se recomendaría que se pueda lograr un aporte más amplio a el presente trabajo de tesis de Grado con profesionales de nuestra Universidad Mayor De San Andrés y todas las personas que quisieran llevar a cabo una investigación a cerca del grafeno para lograr un mejor desarrollo tecnológico y económico para el País.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende determinar el impacto de la producción de Grafeno en el nivel de la producción agregada del sector minero de Bolivia; específicamente en el departamento de Santa Cruz.

La inversión que el presente trabajo proyecta realizar en el Grafeno podría permitir un incremento de la producción en el sector minero de Bolivia; específicamente en el departamento de Santa Cruz.

El presente tema en Bolivia no ha sido estudiado aún. Para ello se necesitarán datos de investigación cuantitativos a cerca de la producción minera en Bolivia, como también el precio de los minerales y costos de exportación en los cuales se pretende determinar su precio y sacar al mercado el mineral grafito.

Para la realización de este estudio se recurrió al análisis de la documentación generada por los distintos expertos involucrados en este proyecto; a las entrevistas con distintos consultores involucrados en la exploración de minas, y la visita de los municipios que incluyen a su interior áreas críticas con el mineral especificado grafito en las localidades de Concepción, San Ignacio y Buena Vista del departamento de Santa Cruz.

Dentro de cada uno de los municipios se realizará la visita con el fin de recoger información de primera mano sobre la situación de la exactitud de cuantos yacimientos están disponibles para la explotación del grafito y lograr una cuantificación exacta, información sobre el proyecto y opinión del mismo.

El carbono es uno de los elementos químicos más importantes en la naturaleza. Se encuentra en todos los seres vivos y, según se distribuyan sus átomos, puede formar sustancias con distintas características. El grafito derivado del carbono del cual surge el grafeno. **Este material está compuesto de pequeñas partículas de carbono se agrupan de forma muy densa en láminas de dos dimensiones muy finas** (tienen el tamaño de un átomo), y en celdas hexagonales. Su

estructura molecular es similar a la que resulta de dibujar un panal de abejas en un folio. Porque es una superficie plana, de dos dimensiones.

El grafeno se obtiene a partir de una sustancia abundante en la naturaleza, el grafito. Ésta, forma parte de nuestra vida cotidiana, ya que se emplea para fabricar variados objetos, desde la mina de los lápices hasta algunos ladrillos.

Pese a que el grafeno se conoce desde la década de 1930, fue abandonado por considerarlo demasiado inestable. No fue hasta muchos años después, en 2004, cuando los científicos de origen ruso Novoselov y Geim consiguieron aislarlo a temperatura ambiente. Este descubrimiento no fue baladí, pues gracias a él obtuvieron el Premio Nobel en 2010.

Para hacernos una idea de en cuántos campos distintos puede aplicarse el grafeno, es necesario echar un vistazo a nuestro alrededor y ver todo lo que nos rodea. **Ordenadores, coches, teléfonos móviles y equipos de música son, por mencionar sólo algunos de ellos**, cosas que encontramos frecuentemente en nuestra vida cotidiana en las que el grafeno se podría llegar a utilizar. Por sus propiedades, el grafeno puede servir como material en la fabricación de aviones, satélites espaciales o automóviles, haciéndolos más seguros. También en la construcción de edificios, pues los haría más resistentes.

Desde el descubrimiento del grafeno, entendemos que es el material del futuro por su composición y el uso que tiene, en el que podemos identificar que Bolivia cuenta con yacimientos de este mineral del futuro el cual no explota mucho menos exporta. Bajo estos escenarios se presenta la tesis abarcada a lograr desarrollo productivo para Bolivia con el mineral grafito

.

CAPITULO – 1

FUNDAMENTOS GENERALES

1.1. ANTECEDENTES

Desde que se descubrió el grafeno, las posibilidades de producción se incrementaron a nivel mundial. El grafeno es un derivado de un producto mineral llamado grafito. Cuando el grafeno se extrajo del grafito, se descubrió que es el material muy rentable debido a su resistente y mayor conductividad térmica, que soporta alta densidad de corriente eléctrica, es totalmente impermeable a gases, además tiene mayor movilidad de portadores de carga y cuenta con propiedades tan sorprendentes como que sus electrones se comportan como partículas sin masa.

Los primeros países que cuentan con la tecnología adecuada para lograr los productos en base a grafeno son Estados Unidos (EEUU) y Corea. EEUU y Corea utilizan el grafeno para la producción de diferentes artículos como ser celulares, Pantallas, baterías.

Para el año 2011 registraron 20 patentes diferentes para la aplicación del mismo en los productos. Mediante este potencial registro de patentes su utilización puede ser viable para el futuro; Bolivia cuenta con la materia prima principal del Grafeno, el cual es el mineral grafito que se encuentra en el Departamento de Santa Cruz, específicamente en las localidades de Concepción, San Ignacio y Buena Vista. Al Explotar el mineral de grafito, Bolivia podría lograr un aporte relevante en el crecimiento económico e incrementar el empleo. El principal mercado del Grafeno serían Corea y EEUU, puesto que son consumidores potenciales de este producto. Estos países buscan la materia prima porque a largo plazo su uso será relevante y constante para producir Celulares, baterías, pantallas, ordenadores,

situación que podría beneficiar a la economía boliviana mediante el incremento de las exportaciones mineras.

Por sus propiedades, el grafeno puede servir como material en la fabricación de aviones, satélites espaciales o automóviles, haciéndolos más seguros. También en la construcción de edificios, pues los convertiría en más resistentes.

1.2. REFERENCIA METODOLÓGICA

1.2.1 Delimitación de tema

➤ Temporal

El periodo de estudio comprende los años 2000 – 2014, debido a que, para este tiempo, se ha podido analizar las exportaciones de los minerales en Bolivia para poder determinar la repercusión que podrá tener en los siguientes años si se exporta el Grafeno. Los siguientes años se expresan desde la gestión 2015 – 2025 tomando en cuenta el ciclo del proyecto con la exportación de grafeno.

➤ Espacial

La investigación se realizará en base al total de yacimientos de grafito con el que cuenta Bolivia en el departamento de Santa Cruz en las localidades de Concepción San Ignacio y Buena Vista. Cabe recalcar que Santa Cruz, es el único departamento de Bolivia que cuenta con yacimientos de grafito

➤ Fenómeno Económico

La industria minera de Bolivia, a mediano plazo no sentiría la influencia del grafeno, mientras empiece a penetrar el mercado de alta tecnología como exportador primario, la repercusión al exportar el grafeno será positivo y significativo.

En unos 20 años, es posible que el grafeno desplace a los principales minerales que exporta Bolivia, entre ellos, oro, plata, cobre y zinc.

En esa perspectiva, la repercusión en la economía de Bolivia será muy significativa, siempre que el país mantenga su condición de exportador primario.

Pero habría que tener en cuenta que, si no se hace nada con el mineral del futuro, grafito estaremos en un retroceso bajo una perspectiva perjudicial en la economía Boliviana.

➤ **Categoría Económica**

La categoría económica de la investigación es demostrar que la explotación y la posterior producción de grafito es viable e incrementaría la producción del sector minero de Bolivia.

➤ **Variables económicas**

Las variables económicas a estudiar son:

- Producción del sector minero
- Inversión en el sector minero
- Exportación de minerales en volumen
- Precio de minerales (índice de valor de exportaciones)
- factores de producción
- tasa de empleo
- Ingreso personal
- términos de intercambio

➤ **Indicadores Económicos**

Dentro de los indicadores económicos, utilizaremos el Comercio Exterior y el Índice De Precios Al Productor (IPP) dentro de lo que es la producción del mineral grafito para lograr determinar su precio y llevarlo al mercado exterior.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. Causas del problema

La producción del sector minera de Bolivia no incluye al grafito. Solo se Explota la antracita y carbón amorfo de la familia de estos minerales, estos yacimientos se encuentran en el departamento de Santa Cruz y no están siendo explotados debido a:

- Desconocimiento sobre el uso de grafeno.
- Falta de información sobre la rentabilidad de la producción grafeno.
- Falta de políticas públicas (carencia de inversión)
- Falta de tecnología (no existe plantas de industrialización de este tipo de productos) e investigación en Bolivia.

1.3.2. Efectos del problema

- Perdida de oportunidad en la producción y exportación del Grafeno que incentivaría al crecimiento económico.
- Pérdida de ingresos
- Pérdida de oportunidades
- Perspectiva perjudicial en la economía boliviana

1.3.3. Árbol del problema



1.3.4. Problematización

➤ Análisis del problema

La economía boliviana se caracteriza por ser un país exportador donde el sector tradicional extractivo se ha convertido en el núcleo generador de los ingresos, principalmente del sector público; sin embargo, este sector presenta una naturaleza de producción muy compleja debido a la poca diversificación de la base productiva, poca introducción tecnológica y la sensibilidad respecto a la variación de los precios internacionales.

Esta situación lleva al constante deterioro de la producción por ser poco eficiente, conflictivo e irrespetuoso con el medio ambiente¹. Sin embargo, este sector aún tiene mucho que ofrecer al país introduciendo otro tipo de productos como es el grafeno. El sector minero tiene una doble naturaleza; por un lado, es un sector estratégico de la matriz productiva de la economía boliviana, destinado a la generación de ingresos para el país. Sin embargo, por falta de políticas activas, donde el gobierno pueda optimizar el uso de los ingresos para mejorar la diversificación económica e incrementar el bienestar. La captación de ingresos se produce a través del cobro de regalías mineras al momento de la comercialización, o a través de la reinversión de las utilidades de las empresas con mayor rentabilidad del sector minero. Pero el sector minero también es generador de empleo a través de las cooperativas mineras. Según las estadísticas disponibles, el sector cooperativo emplea alrededor de 71,570 trabajadores y trabajadoras, lo que supone una bolsa significativa de ocupación en el país.

➤ Descripción del problema

Un rasgo tradicional del sector minero se debe a la extrema volatilidad de los precios de los minerales y metales en los mercados internacionales, lo que dificulta los esfuerzos de planificación a medio y largo plazo. En este contexto de elevada incertidumbre, se hace necesario contar con capacidad técnica de

¹ La menor inversión (pública y privada) y la falta de uso adecuado de los insumos para su explotación son los principales obstáculos de este sector.

inteligencia de mercados para poder anticipar y adaptarse rápidamente a los cambios de ciclo.

Pero también es aconsejable disponer de fondos de contingencia para hacer frente a las fluctuaciones de precio y preservar así la matriz productiva del sector durante los ciclos bajos.

Sin embargo, la falta de interés tanto del sector privado y público hace que no se motive para la exploración y explotación de otros minerales como es el grafeno.

La falta de información por parte de los profesionales, ingenieros, Economistas y explotadores de minas limita la explotación de este material.

➤ **Elementos del problema**

Un elemento a tener en cuenta son los largos ciclos de inversión imperantes en el sector minero. Desde que una empresa minera invierte en actividades de exploración y prospección de un yacimiento hasta que se recupera la inversión por la venta de mineral o metales, pueden pasar largos periodos de tiempo.

Además, las cuantiosas inversiones en prospección y exploración están sometidas a un régimen de incertidumbre, ya que la probabilidad de encontrar reservas es baja, lo que requiere la inversión de grandes capitales.

Pero, además, la minería requiere una inversión operativa permanente a lo largo de todo el ciclo del proyecto, estimada en alrededor un 10% del volumen de ventas.

Sin embargo, cabe mencionar que aún existe la posibilidad exploración de otro tipo de minerales como el grafeno que hoy en día es demandado por grandes empresas internacionales, no sólo para sector minero, sino también en nuevas tecnologías que den lugar a nuevos dispositivos, aumentar el empleo mejor nivel de vida, entre otros.

Por tanto, la inquietud está centrada en aquellos yacimientos del mineral grafito que existen en Bolivia y que no están siendo explotados.

➤ **Formulación del problema**

¿Cuál sería impacto de la explotación y producción del mineral grafito, para la obtención de grafeno al ser exportado en la economía boliviana?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Determinar el impacto de la producción de Grafeno en el nivel de la producción agregada del sector minero de Bolivia; específicamente en el departamento de Santa Cruz.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la estructura del sector minero en Bolivia
- Determinar la contribución del sector minero al producto interno bruto en Bolivia
- Determinar la participación de la población económicamente activa en el sector minero de Bolivia
- Analizar la importancia de la introducción de material grafeno en el sector minero de Bolivia
- Realizar un estudio sobre los posibles países consumidores del grafeno.
- Realizar un análisis conjunto de causa y efecto sobre la producción de Grafeno, Estimar la producción y exportación.

1.5. JUSTIFICACIÓN

El mineral grafito es un mineral de carbono casi puro, de textura compacta, color negro y brillo metálico, graso al tacto y buen conductor de la electricidad; procede de rocas carbonosas que han sufrido metamorfismo.

El grafeno, es parte constituyente del grafito. Este último es un material modesto (del que están hechos las cargas de los lápices) sin embargo, cuando el grafeno se extrae del grafito, es el material más resistente, el más duro, el de mayor conductividad térmica, el que soporta la mayor densidad de corriente eléctrica, es totalmente impermeable a gases, el de mayor movilidad de portadores de carga, y propiedades tan sorprendentes como que sus electrones se comportan como partículas sin masa.

Por estas propiedades, las perspectivas tecnológicas del grafeno son muy amplias, su fortaleza es la multifuncionalidad, porque no sólo reúne propiedades que normalmente se encuentran en diferentes materiales, sino que las mejora significativamente. Desde este punto de vista, el ascenso del grafeno no será por una vía libre de obstáculos, por el contrario, deberá superar materiales cuyos procesos de fabricación (rendimiento, escalamiento, precio) y calidad (pureza, dimensiones, durabilidad) se han consolidado.

La Explotación del mineral grafito en Bolivia no se realiza ya que el mismo mineral en el mercado no se establece su demanda, porque no existe ningún producto a realizarse con grafito como expresa la Ley De Say: “toda oferta crea su propia demanda” si no llegamos a ofertar no se podrá obtener la demanda. Si lográramos producir el grafeno con la materia prima que goza Bolivia podríamos tener dos posibles países consumidores: Corea y Estados Unidos como clientes potenciales en requerir nuestro producto.

La gran producción minera en Bolivia no incluye al grafito. Se explota de la familia del carbón solo antracita, carbón y amorfo. Es temprano para decir, si la técnica de fabricación del grafeno que se imponga en el futuro, donde se hará uso del grafito como materia prima. Si las técnicas que usan hidrocarburos como gases precursores predominan, entonces la abundancia de grafito no significará una ventaja comparativa para los países que los tengan. Desde el punto de vista de la influencia que el grafeno pudiera tener en la productividad de la minería actual, se puede predecir que será, como en todo tipo de industria que genera un aumento en la producción y mejoras a nivel tecnológico. En la prospección, los equipos

analíticos serán más sensibles y baratos por el uso de grafeno como detectores ópticos, eléctricos o térmicos. Las fuentes de energía en campo serán supecondensadores, celdas de combustible o celdas solares mejoradas por el uso de grafeno. Las estructuras de acero y concreto serán más livianas y fuertes y de menor costo etc.

Podemos expresar que estos campos distintos pueden aplicarse el grafeno, es necesario echar un vistazo a nuestro alrededor y ver todo lo que nos rodea. Ordenadores, coches, teléfonos móviles y equipos de música son, por mencionar sólo algunos de ellos, cosas que encontramos frecuentemente en nuestra vida cotidiana en las que el grafeno se podría llegar a aplicar.

Por sus propiedades, el grafeno puede servir como material en la fabricación de aviones, satélites espaciales o automóviles, haciéndolos más seguros. También en la construcción de edificios, pues los convertiría en más resistentes.

Pero, sobre todo, destacan sus aplicaciones en el campo de la electrónica, donde a través de su capacidad para almacenar energía puede dotar a las baterías de una mayor duración y un menor tiempo de carga, establecer conexiones más rápidas e incluso contribuir a mejorar el medio ambiente sustituyendo a materiales contaminantes que hoy en día nos vemos obligados a utilizar.

No hay que olvidar su relevancia en el ámbito de la salud. Las prótesis de grafeno podrían sustituir a las actuales, de diversos materiales. O incluso se podría aplicar para mejorar el tratamiento de algunas enfermedades.

El grafeno es capaz de generar electricidad a través de la energía solar, lo que le convierte en un material muy prometedor en el campo de las energías limpias. Para tener una idea de su potencial, si se construyeran con grafeno las placas solares, podrían generar varias veces más energía por hora que las que se utilizan actualmente.

1.5.1. Teórica

Una de las principales prioridades para el sector de la minería es tomar conciencia del potencial de la minería para contribuir al desarrollo en todos los países en donde esta actividad tiene lugar.

La minería puede brindar importantes beneficios económicos. Esto reviste especial importancia para aquellos países y regiones carentes de otras fuentes de desarrollo y que, en otras circunstancias, no serían atractivos para la inversión. Es probable que, cumplidas ciertas condiciones (como un marco legal y político adecuado, un nivel aceptable de estabilidad política y derechos de propiedad bien definidos), los inversionistas se sientan atraídos hacia depósitos ricos en minerales.

El desarrollo de la minería ha generado un importante flujo de inversión, lo que crea nuevas oportunidades como también nuevos desafíos. Las oportunidades incluyen el ingreso de divisas fuertes en economías donde éstas son escasas, mayores ingresos del Estado, puestos de trabajo, mayor calidad en la educación y los conocimientos técnicos, además del desarrollo de infraestructura tal como carreteras, tendido eléctrico y telecomunicaciones.

1.5.2. Metodológica

La investigación será de exploratoria ya que estamos examinando un tema que en Bolivia no ha sido estudiado aún. Para ello se necesitarán datos de investigación cuantitativos a cerca de la producción minera en Bolivia, como también el precio de los minerales y costos de exportación de los mismos para lograr determinar su precio y sacar al mercado el mineral grafito.

Para la realización de este estudio se recurrió al análisis de la documentación generada por los distintos expertos que tienen conocimientos del grafito y su utilización; a las entrevistas con distintos consultores involucrados en la exploración de minas, y la visita de los municipios que incluyen a su interior áreas

críticas con el mineral especificado grafito en las localidades de Concepción, San Ignacio y Buena Vista del departamento de Santa Cruz.

Dentro de cada uno de los municipios se realizará la visita con el fin de recoger información de primera mano sobre la situación de la exactitud de cuantos yacimientos están disponibles para la explotación del grafito y lograr una cuantificación exacta, información sobre el proyecto y opinión del mismo.

Con la información recolectada realizar la simulación de datos para poder proyectar la explotación del mineral grafito y adherirlo a la producción de grafeno.

1.5.3. Económica

Los beneficios que tendrá la investigación a realizar serán:

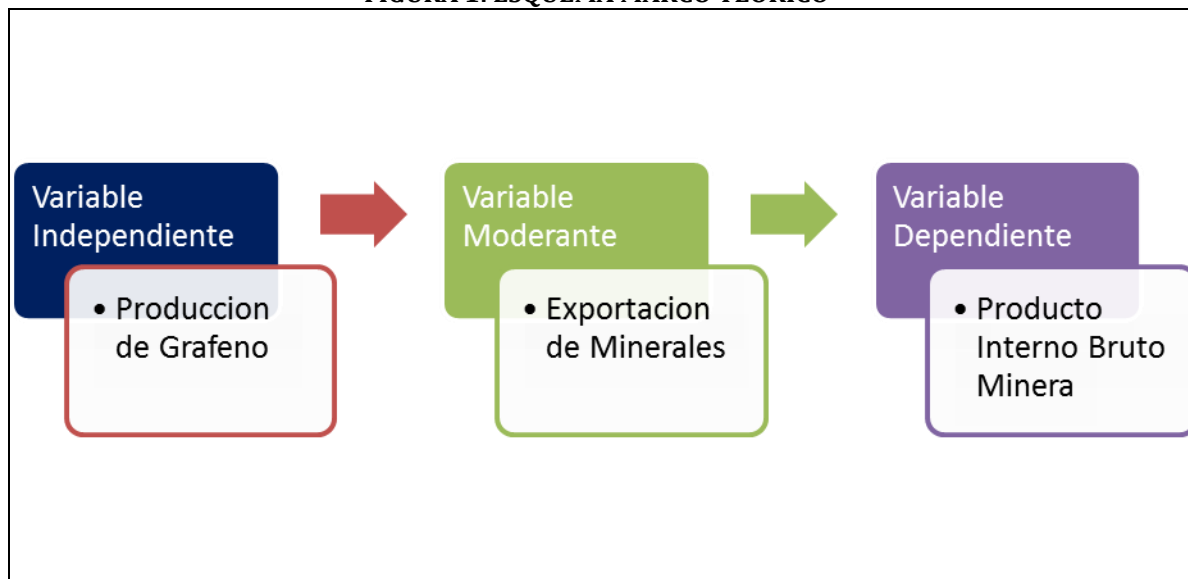
- Otorgar información sobre la producción del grafeno que generaría mayores ingresos en el sector minero
- Crecimiento económico
- Incremento de venta de los minerales
- Desarrollo productivo en la minería

1.6. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

La inversión en el Grafeno permitirá un incremento de la producción en el sector minero de Bolivia; y mayores ingresos para el departamento de Santa Cruz.

1.7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

FIGURA 1: ESQUEMA MARCO TEÓRICO



ELABORACION: PROPIA

1.8. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA 2: CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

MODELO	Es una simplificación que imita los fenómenos del mundo real, de modo que se puedan comprender las situaciones complejas y podamos hacer predicciones
PRODUCCIÓN DE GRAFENO	Proceso de elaboración del grafeno, es decir, toda la organización de los elementos físicos y humanos, necesaria para la obtención del grafeno a través de materia prima grafito.
LOGÍSTICA DE EXPORTACIÓN	Es la gestión integrada de los flujos material e informativo partiendo de las necesidades de la demanda externa de grafeno, de manera que se definan y organicen de una forma sistemática y coherente los elementos tangibles e intangibles necesarios para realizar la exportación del producto grafeno.
EXPORTACIÓN DE GRAFENO	Es un proceso organizado orientado a potenciar las exportaciones del sector minero de Bolivia con el fin persuadirle para obtener mayor rendimiento del sector minero, generando en forma cuantitativa mayores ingresos para el país.

PRODUCTO INTERNO BRUTO MINERO	Es una suma total de la producción del sector minero expresado en términos monetarios.
--------------------------------------	--

ELABORACIÓN: PROPIA

1.9. OPERATIVIZACIÓN DE VARIABLES:

TABLA 3: OPERATIVIZACIÓN DE VARIABLES

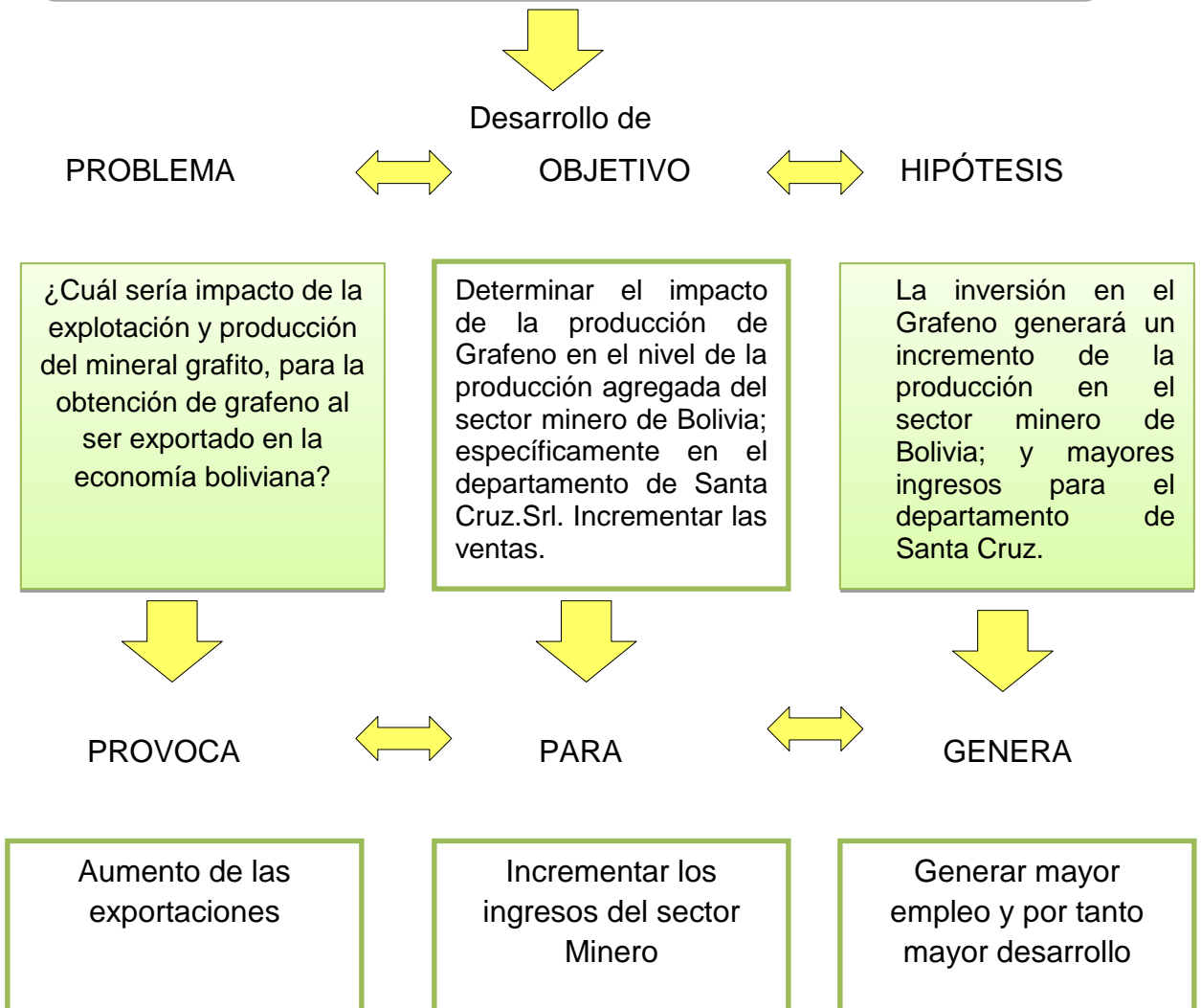
VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
INDEPENDIENTE: producción de grafeno	El output (calidad del producto)	Volumen
DEPENDIENTE ventas	Ingresos	Bolivianos

ELABORACIÓN: PROPIA

1.10. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TABLA 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

EL GRAFENO Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA MINERA EN BOLIVIA



ELABORACIÓN: PROPIA
CAPITULO – 2

MARCO TEÓRICO

Para la presente investigación se tomó en cuenta primero la teoría científica y física del Grafeno luego nos basamos en dos grandes teorías económicas: La teoría del comercio internacional mismos que se va desarrollando dados los diferentes autores y escuelas de pensamiento económico para concluir cada teoría se realizará un análisis de la teoría dominante en la actual investigación. Para lograr un mejor entendimiento del presente trabajo se realizará un orden cronológico de acuerdo a las semejanzas del trabajo investigativo

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL GRAFENO

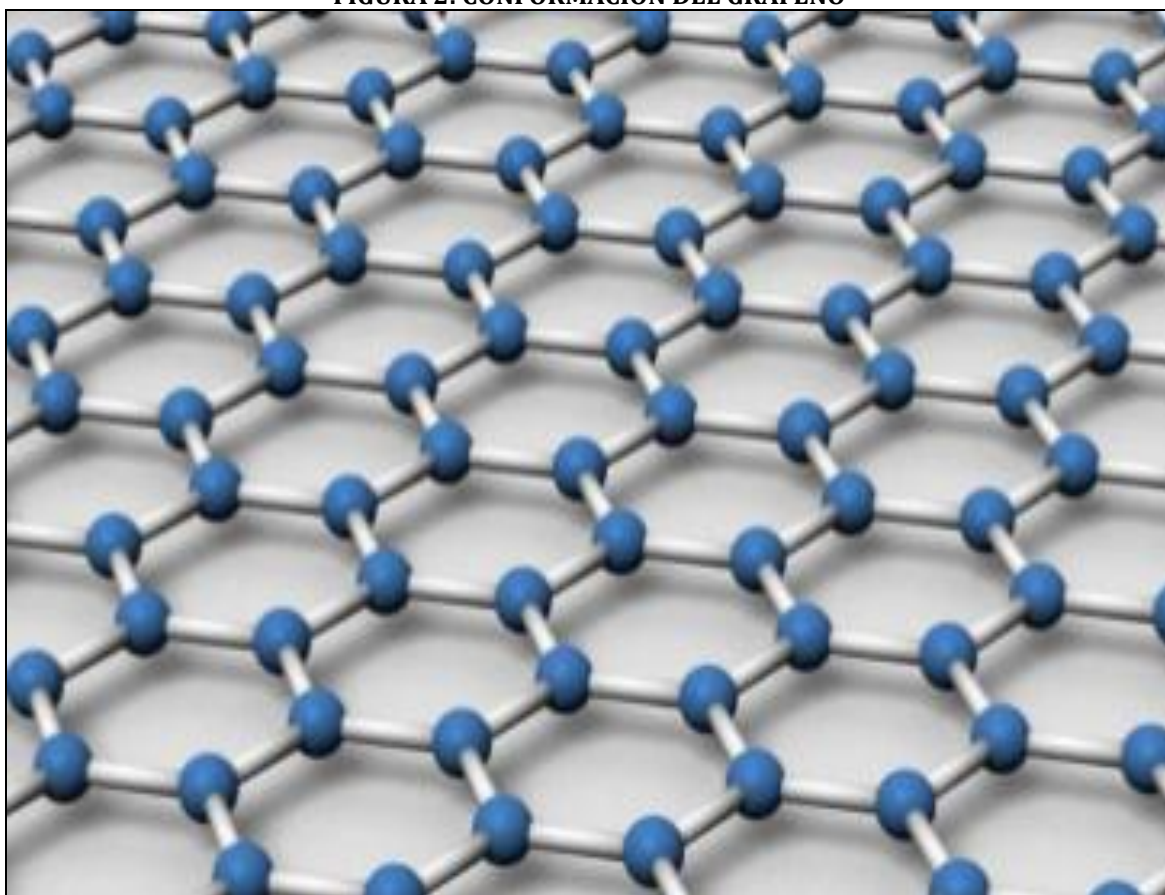
2.1.1. La Familia del Grafeno

El carbón (C) es un elemento fundamental en la naturaleza y debido a su configuración electrónica puede formar estructuras variadas (alótropos) cuando se encuentra con otros átomos cercanos. Siguiendo las reglas de la mecánica cuántica y el principio de minimización de la energía, los electrones se distribuyen espacialmente entre los átomos generando diferentes configuraciones geométricas, lo que se traduce finalmente en materiales con propiedades diferentes, a pesar de estar constituidos por los mismos tipos de átomos.

El grafeno está conformado por una sola capa de átomos de carbono, por ello se considera un objeto bidimensional. En el plano, los átomos de carbono forman un

arreglo hexagonal, como se muestra en la Figura 2. La distancia entre átomos de carbono vecinos es 0.142 nm^2 .

FIGURA 2: CONFORMACIÓN DEL GRAFENO



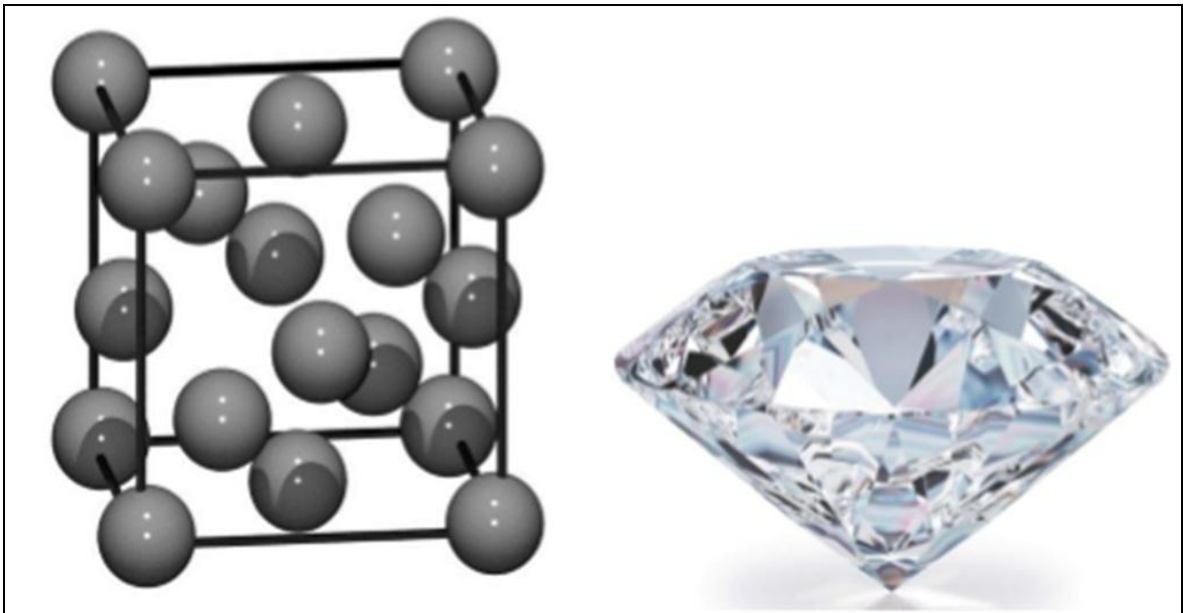
ELABORACIÓN: (imagen de J. Hedberg). El grafeno está conformado por una capa de átomos de carbono (esferas azules) formando una malla de hexágonos

Antes de que se pueda aislar el grafeno ya se conocían otros alótopos del carbono. Entre ellos, el diamante, el grafito, el fullereno y el nanotubo de carbono. En el diamante, cada átomo de carbono está rodeado por otros cuatro átomos vecinos, formado una estructura tridimensional. La distancia entre ellos es de 0.154 nm .

² A. K. Geim, K. S. Novoselov. nature materials, Vol. 6, 183-191, (2007)

El diamante es un material transparente, tiene una alta dureza, es un aislante eléctrico y tiene una alta conductividad térmica.

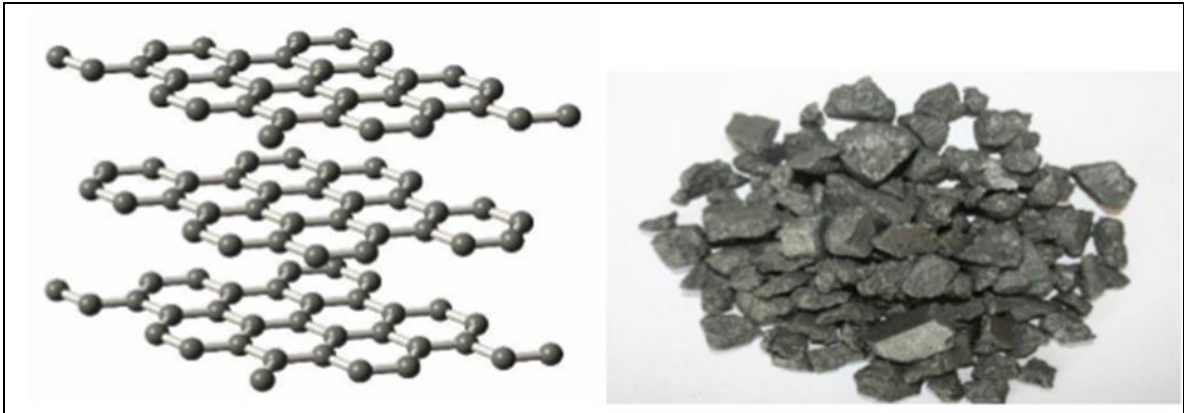
FIGURA 3: GRAFITO VS. DIAMANTE



ELABORACION: (imagen de J. Hedberg). **en** el diamante, los átomos de carbono (esferas grises) se ordenan tridimensionalmente. Sus enlaces covalentes le dan una altísima dureza. Macroscópicamente tiene una apariencia vidriosa

El grafito es un apilamiento de capas de grafeno que se mantienen juntas por una fuerza de atracción muy débil conocida como fuerza de van der Waals. Cuando se aplica presión lateral sobre este material, las capas de grafeno se deslizan entre sí, y eventualmente se separan en capas de grafeno individuales. Debido a esta propiedad el grafito se usa como lubricante sólido. Tiene una alta conducción eléctrica en la dirección paralela a las placas, pero muy baja en la dirección perpendicular. Es un material opaco que se obtiene de forma natural

FIGURA 4: USO DE GRAFITO Y USO DE DIAMANTE

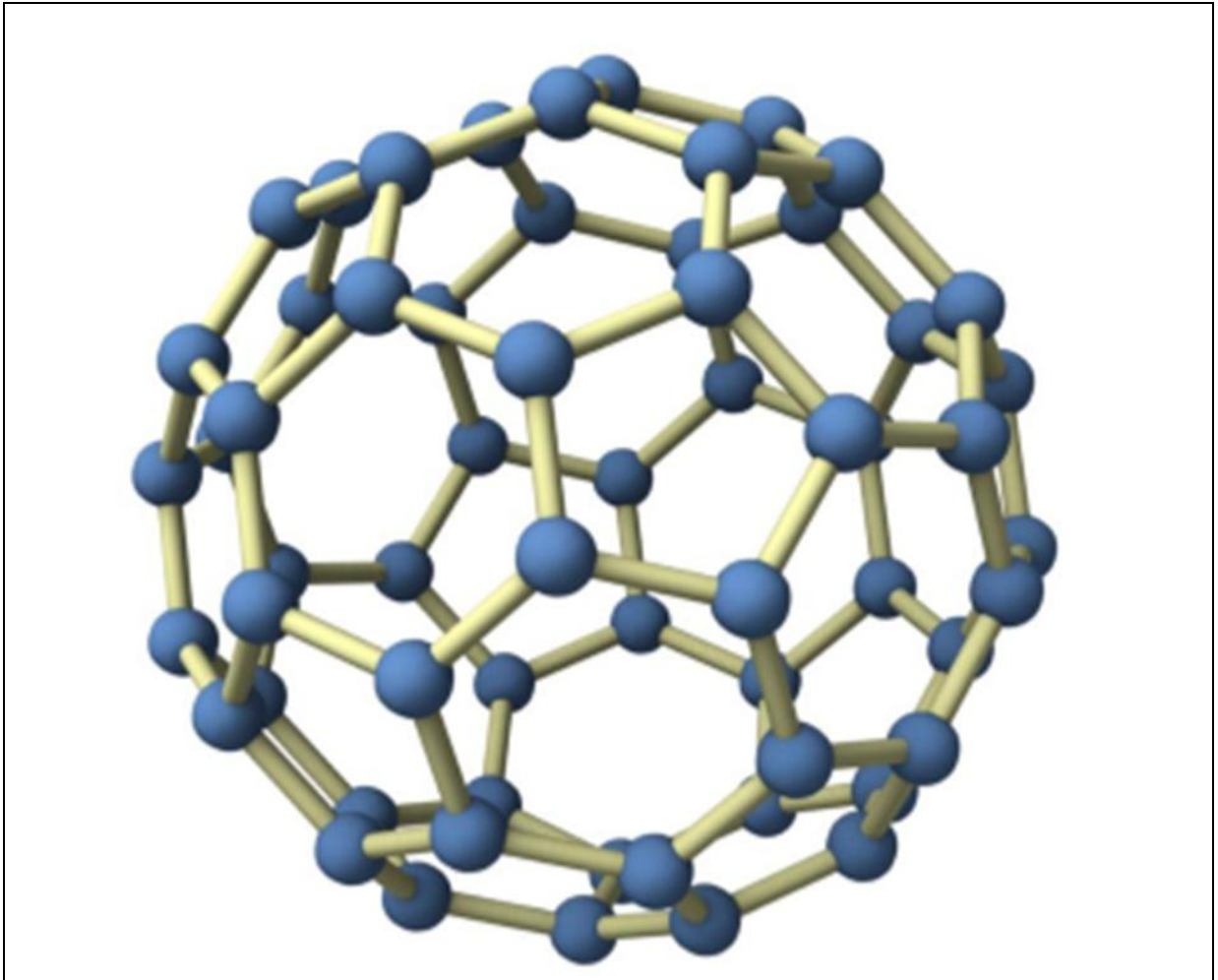


ELABORACION: (imagen de J. Hedberg).

El grafito es un apilamiento de capas de grafeno. Las capas de grafeno se mantienen unidas débilmente por fuerzas de atracción de corto alcance. Su aspecto macroscópico es de un sólido opaco.

Los fullerenos son estructuras esféricas de carbonos formadas por polígonos. El más conocido es el fullereno C₆₀. Está constituido por átomos de carbono que se agrupan formando 20 hexágonos y 12 pentágonos sobre una superficie cerrada en forma de balón de 0.7 nm de diámetro. Fueron descubiertos por Kroto et al., en 1985.

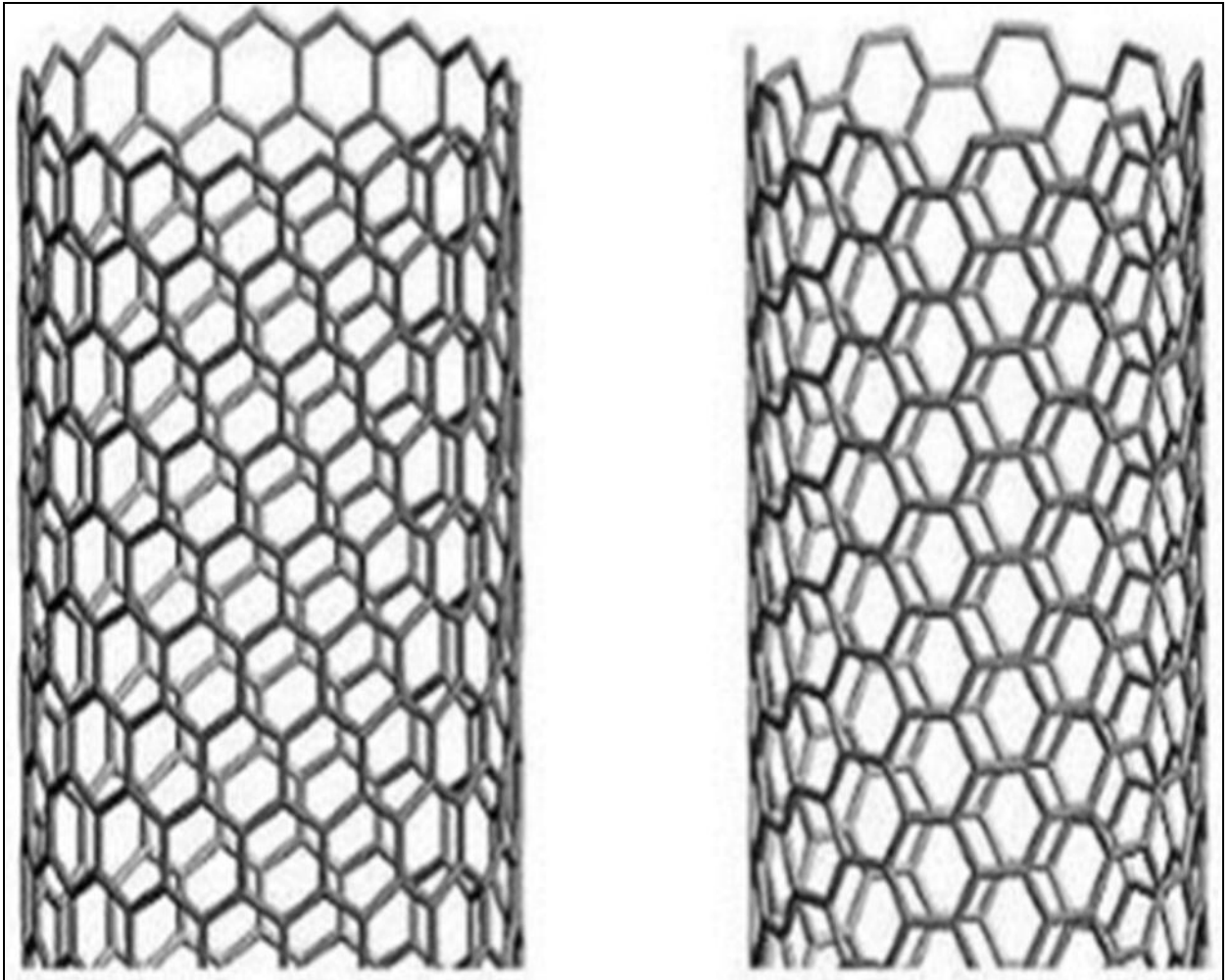
FIGURA 5: DE GRAFITO A FULLERENO



ELABORACION: (J. Hedberg) Fulereo C₆₀. Las esferas azules representan átomos de carbono

Los nanotubos de carbono son capas de grafeno enrolladas. Los diámetros pueden variar entre 1nm a varios nanómetros y se pueden fabricar con longitudes de algunos micrómetros. Tienen una altísima resistencia mecánica. Su conductancia eléctrica puede variar dependiendo de la dirección de enrollamiento. Fueron descubiertos por Iijima en 1991.

FIGURA 6: NANOTUBOS

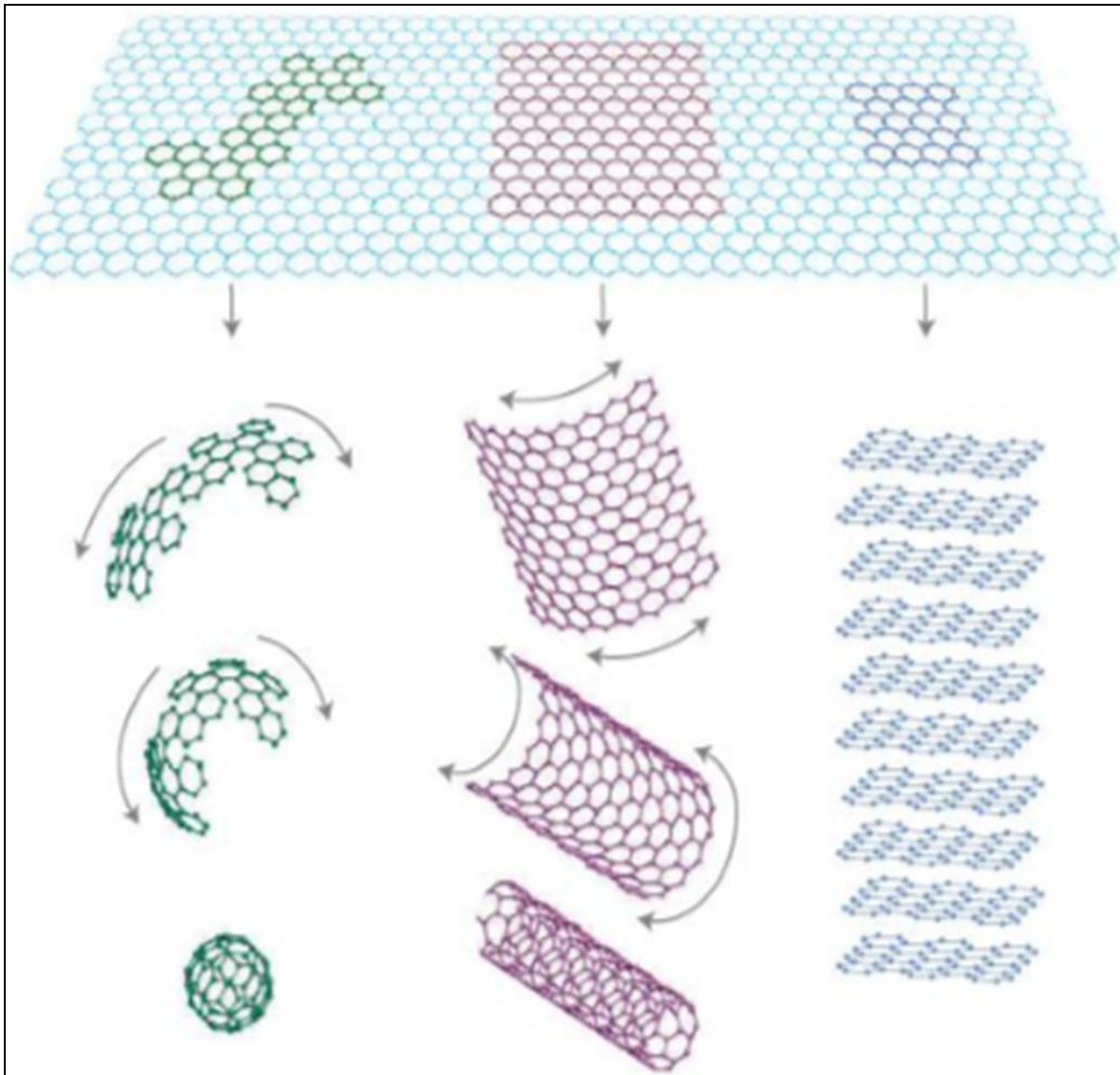


ELABORACION: (imagen de J. Hedberg).

Nanotubos de carbono de una sola capa. Pueden considerarse como una lámina de grafeno enrollada.

Con el diagrama de la Figura 7, Geim y Novoselov ilustraron cómo el grafeno podría considerarse el “generador” de otros alótopos como el carbono 60, el nanotubo y el grafito.

FIGURA 7: DE GRAFENO A ALÓTROPOS



ELABORACION: (imagen de J. Hedberg).

2.1.2. Propiedades destacables del Grafeno

Aunque los fundamentos físicos que describen las propiedades del grafeno son conocidos desde hace varios años, hasta el año 2004 este material fue considerado sólo de interés académico. Siempre se pensó que era demasiado inestable para poder aislarse.

Entre las propiedades más destacadas del grafeno se pueden mencionar:

- Es el material más delgado porque tiene el espesor de un átomo de carbono
- Tiene una gran área específica, aproximadamente 2,700 m²/gr.
- Es el cristal con mayor elasticidad (hasta un 20% sin quebrarse)
- El de mayor relación resistencia/peso
- El de mayor dureza (mayor que el diamante)
- El de mayor conductividad térmica (10 veces mayor que el cobre y el aluminio, mayor que el diamante)
- El que soporta la mayor densidad de corriente (1 millón de veces mayor que el cobre)
- Impermeable a gases
- La mayor movilidad de electrones (100 veces mayor que el silicio).

El grafeno puede llegar a tener una transparencia de 90% y una resistencia eléctrica suficientemente baja para ser usado como electrodo transparente. Este tipo de materiales se usan en las pantallas táctiles (touch screen) como se explicará luego. Su alta relación superficie/volumen lo hacen suficientemente sensible para detectar la presencia de una sola molécula extraña en su superficie. Por esta propiedad el grafeno se ve como un elemento clave para una nueva generación de sensores de gas, compuestos orgánicos volátiles o biomoléculas.³

2.2. TEORÍAS ECONÓMICAS

2.2.1. Teoría del Superávit Comercial

En los siglos XVI, XVII y principios del XVIII se realizaron las primeras aportaciones y reflexiones sobre el comercio internacional. Esta corriente de

³ La fabricación del grafeno con alta pureza y mono cristalino (toda la muestra es un solo cristal), se espera que tenga una respuesta eléctrica muy rápida lo que permitiría usarlo como transistores con velocidades de interrupción superiores a los de los semiconductores usuales. A. Gutarra. Identificación de Megaproyectos de Investigación Científica: Nanotecnología. CONCYTEC, 2010].

pensamiento se identificó, con posterioridad, con el nombre de mercantilismo. Aunque no llegaron a establecer un cuerpo doctrinal coherente, los mercantilistas coincidieron unánimemente en sus análisis sobre el comercio exterior, hasta tal punto que éste se llegó a constituir en el eje central de sus teorías.

Los principales nombres que se asocian a esta corriente son John Hales, Thomas Mun y David Hume.⁴ Los mercantilistas no se preocuparon por estudiar las causas del comercio internacional, sino que se propusieron determinar las ventajas de los intercambios comerciales para la economía del país. La doctrina del superávit de la balanza comercial que postularon los mercantilistas implicaba que un país se beneficiaría del comercio internacional siempre que el valor de sus exportaciones superase el valor de sus importaciones; ello daría origen a la entrada neta de metales preciosos por el valor equivalente a dicho saldo, lo cual generaría el enriquecimiento del país.

Para lograr el deseado superávit comercial los mercantilistas proponían el intervencionismo del Estado, que debía, por una parte, dificultar la entrada en el país de importaciones mediante políticas proteccionistas y, por otra parte, fomentar las exportaciones de productos nacionales.

Existen diferentes críticas a los mercantilistas por parte de autores y escuelas de pensamiento realizando numerosas críticas a la doctrina que se acaba de explicar. Por ejemplo, representa una visión errónea del conjunto de la economía, porque asimila la riqueza con la disponibilidad de metales preciosos. Además, esta visión del comercio internacional implica que éste sólo beneficia a unos países en la medida en que perjudica a otros y asume que lo positivo de dicho comercio radica en la corriente exportadora.

⁴ Thomas Mun (1571-1641), miembro del *director board* de la *East India Company*, desarrolló lo que se conocería como “balance of trade theory”. En su libro, escrito en 1630 argumenta que no deben restringirse las importaciones demercancías con el fin de evitar la correspondiente exportación de metales preciosos Thomas Mun [1630, 18] David Hume (1711-1776) con la teoría del libre intercambio “At first, no alteration is perceived; by degrees the prices rises, first of one commodity, then of another: till the whole at last reaches a just proportion with the new quantity of specie which is in the Kingdom. In my opinion, it is only in this interval or intermediate situation, between the acquisition of money and the rise of prices, that the encreasing quantity of gold and silver is favourable to industry.” “economía y sociedad” No 35 y 36 diciembre de 2009 Dr. Adolfo Rodríguez Herrera pp. (9-11)

Sin embargo, también algunos autores posteriores a los mercantilistas han justificado la doctrina del superávit comercial en el sentido de que éste estimularía la demanda agregada (y en consecuencia, el crecimiento de la renta nacional) o que la acumulación de metales preciosos contribuiría a mantener reducidos tipos de interés (favoreciendo, por lo tanto, el crecimiento económico).

2.2.2. Teoría de la Ventaja Absoluta

Durante el siglo XVIII, el nuevo marco histórico resultó decisivo para el surgimiento de nuevas corrientes de pensamiento económico, que, en el terreno de la economía internacional, criticaron la doctrina mercantilista y terminaron por establecer el predominio de la escuela clásica. Se destaca tres hechos para reflejar las circunstancias históricas de la economía de la época. En primer lugar, la precedente economía de tipo artesanal, dominante hasta entonces en Europa, iba siendo reemplazada por una incipiente economía industrial. En segundo lugar, el poder absolutista y hegemónico de los Estados cedía terreno ante la valoración de los derechos de los individuos y las ideas liberales. Por último, las relaciones económicas internacionales y los intercambios comerciales entre los diferentes países comenzaron a cobrar mayor relevancia.

En este contexto, Adam Smith publica, en 1776,⁵ su *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, donde expone nuevos principios e hipótesis sobre la economía internacional, claramente opuestos a las ideas mercantilistas. Smith incorpora los efectos reales del comercio internacional sobre el funcionamiento de la economía, valorando el bienestar que pueda reportar a los ciudadanos. Ello no significa que renuncie a los intereses generales de la nación, sino que éstos quedan asegurados con un mayor bienestar individual: lo que es bueno para los individuos, es bueno para la nación. Nótese que, aunque Smith se preocupó por aumentar la riqueza nacional, no identificó, como lo hicieron los mercantilistas, los intereses del Estado con los de la monarquía, sino con los del conjunto de la sociedad.

⁵ “What is annually saved is as regularly consumed as what is annually spent, and nearly in the same time too; but it is consumed by a different set of people...” *Traducido de Borkakoti (1998), pp. 31-32*

Por otra parte, el pensamiento económico de Smith era presidido por la existencia de una mano invisible (el sistema de precios), que regulaba el funcionamiento económico de modo natural y sin necesidad de coordinación por parte de las autoridades. Smith trasladó su doctrina liberal al comercio internacional, estudiando sus posibles beneficios para la sociedad y las opciones de política económica para maximizar tales ventajas.

Así, para formular su pensamiento sobre el comercio internacional, Smith se basó en uno de los conceptos clave de todo su análisis, la división del trabajo, fuente del crecimiento de la productividad de los trabajadores y de la generación de riqueza. Este principio significa que cada individuo se especializa en la producción de ciertos bienes o servicios que, posteriormente, intercambiará por otros bienes y servicios para satisfacer sus necesidades. La división del trabajo logrará un abaratamiento de los costos productivos y economías de escala. Sin embargo, los beneficios de la especialización quedan limitados por la dimensión del mercado. Por ello, Smith propone la liberalización del comercio internacional, con el objetivo de lograr la mayor amplitud posible del mercado y permitir, así, un proceso de división internacional del trabajo más intenso. Esta ampliación de los mercados nacionales sería una importante función del comercio entre naciones, pero Smith también señaló que, además, el comercio internacional permite la colocación en el exterior de los excedentes productivos nacionales, infiriéndoles un nuevo valor.

Bajo estas premisas, Smith propone qué es lo que debe y no debe producir cada nación, en consonancia con el comportamiento eficiente de una economía doméstica. Así de contundente lo expone: “La máxima de cualquier prudente cabeza de familia es no intentar hacer en casa lo que le cuesta más caro que si lo compra. El sastre no intenta fabricar sus propios zapatos, sino que se los compra a los zapateros. Lo que es prudencia en la conducta de una familia, suele serlo en la de un gran reino. Si un país extranjero nos ofrece una mercancía más barata de lo que nos cuesta producirla, será mejor comprarla a cambio de una parte de la

producción de nuestra propia industria, debiendo dedicarse ésta a sectores en que tengamos alguna ventaja”⁶

De esta manera, Smith establece la “teoría de la ventaja absoluta”, bajo la cual un país exportaría (importaría) aquellas mercancías en las que tuviera ventaja (desventaja) absoluta de costos respecto a otro país. Esta ventaja vendría dada por un menor costo laboral en el primer país, asumiendo que el trabajo es el único factor productivo empleado y que es homogéneo internacionalmente. Por lo tanto, Smith defiende el libre comercio porque algunos bienes se producen más eficientemente en el extranjero, dadas las diferentes ventajas naturales que cada país tiene. El proteccionismo que propugnaban los mercantilistas favorecería la producción interna de bienes que requerirían el empleo de mayor cantidad de recursos que si se produjesen en el exterior, por lo que no sería beneficioso para la riqueza nacional, según Smith. El ahorro que supondría para cada país importar productos a un precio inferior que producirlos aumentaría no sólo su propio bienestar, sino la eficiencia escala mundial. De esta forma, Smith asume otra concepción del comercio internacional totalmente opuesta a la mercantilista, ya que se desprende que del libre comercio podrían beneficiarse todas las economías simultáneamente.

2.2.3. Teoría de Ventaja Comparativa

La contribución de Smith a la comprensión de la existencia y beneficios del comercio internacional resultó decisiva. Sin embargo, no estaba exenta de deficiencias, principalmente en su criterio para lograr la especialización internacional. En este sentido, a principios del siglo XIX, varios autores, entre los que cabe destacar a David Ricardo, realizaron aportaciones novedosas y valiosas para profundizar en la teoría del comercio internacional.

Ricardo parte de una serie de hipótesis, de las que cabe destacar las siguientes. Al igual que Smith, parte de la teoría del valor-trabajo, es decir, el valor de los bienes depende de la cantidad de trabajo que éstos incorporan; además, el trabajo

⁶ Traducido de Borkakoti (1998), pp. 31-32

se considera móvil dentro de un país, pero inmóvil entre países. La productividad es constante dentro de cada país, pero puede variar internacionalmente debido a la utilización de diferentes técnicas productivas. Hay competencia perfecta, los costos unitarios son constantes, los costos de transporte no se tienen en cuenta y no existen obstáculos al comercio internacional⁷.

Bajo estos supuestos, Ricardo establece la teoría de la ventaja comparativa (o de la ventaja relativa), por la que un país debe especializarse en la producción y exportación de aquellos bienes cuyo costo relativo respecto a otros bienes en el propio país sea menor al correspondiente costo relativo existente en otro país. Nótese que, de este modo, las mercancías que un país debe exportar no tienen necesariamente que ser las de menor costo internacional, como proponía Smith.

Es de recalcar que la teoría ricardiana conduce a que sólo en el caso de que los costos relativos coincidan, el comercio entre dos países no resultaría beneficioso para ellos.

Por último, Ricardo señala que las diferencias en la productividad del trabajo en los distintos países representan la causa del comercio internacional, suponiendo ello otra nueva superación del análisis realizado por Smith. En efecto, la productividad relativa de cada país (dependiente de las técnicas de producción empleadas por él) determinará la dirección de los flujos internacionales de bienes.

Una de las lagunas del análisis de Ricardo se encuentra en que no precisó la relación de precios a que se intercambiarían internacionalmente las mercancías. Como antes hemos expuesto, la condición ricardiana era que tal precio se situase entre los precios relativos nacionales, de modo que quedarían justificadas las ganancias por comerciar. Sería John Stuart Mill en su obra *Principios de economía política*, original de 1848, quien arrojaría luz sobre la cuestión, exponiendo su teoría de la demanda recíproca (o de los valores internacionales). A través de esta

⁷ *La literatura económica se ha centrado principalmente en las proposiciones de Ricardo publicadas en 1817 en su obra Principios de economía política y tributación, que aporta la superación del principio de la ventaja absoluta smithiano por el de la ventaja comparativa. Borkakoti (1998), pp. 34-39.*

teoría, Mill introduciría la demanda en el modelo de Ricardo, que sólo contemplaba la oferta. Y llegaría a la conclusión de que el precio de intercambio internacional (de equilibrio) de una mercancía sería aquél para el que la cantidad ofrecida por un país y la cantidad demandada por otro coincidiesen. Recurriendo a la ley de la oferta y la demanda, si existiese en el comercio internacional un exceso de oferta de un bien y un exceso de demanda de otro, sus precios descenderían y aumentarían, respectivamente, hasta alcanzar la relación real de intercambio de equilibrio.

2.2.4. Teoría de Heckscher – Ohlin (H–O)

En el último tercio del siglo XIX, empezó a cobrar relevancia en el panorama del pensamiento económico lo que, posteriormente, se conocería como la escuela neoclásica, de la que también resultarían decisivas aportaciones a la teoría del comercio internacional. A este cuerpo teórico neoclásico también se le denomina la teoría pura del comercio internacional o la teoría de proporciones factoriales. Los neoclásicos implementan una nueva teoría del valor, basada en la utilidad de los bienes, y el modelo de equilibrio económico general, que interrelaciona las variables económicas más representativas para llegar a una solución de equilibrio.

Con respecto a sus contribuciones a la teoría del comercio internacional, se pueden distinguir dos vías, complementarias en bastantes aspectos. La primera vendría dada por la reformulación neoclásica de las teorías basadas en la ventaja comparativa; algunos autores que cabe citar por sus trabajos en la línea anterior son A. Marshall, F. Y. Edgeworth, R. Barone, A. Lerner, W. Leontief, G. Haberler y J. Meade. Pero, quizás, las aportaciones neoclásicas más importantes fueron las llevadas a cabo desde una segunda vía, con las investigaciones de los economistas suecos E. Heckscher y B. Ohlin.⁸

⁸ Son referencias de sus trabajos originales de 1919 y 1933, respectivamente. Pueden consultarse, por ejemplo, posteriores ediciones en Heckscher (1950) y en Ohlin (1971).

La contribución fundamental de la teoría neoclásica para el análisis del comercio internacional reside en la explicación de las ventajas comparativas y de la especialización de un país a partir de su dotación factorial. Dicha aportación fue consagrada con el nombre de modelo Heckscher-Ohlin (modelo H-O, en adelante) o modelo de Hecksher-Ohlin-Samuelson (o modelo H-O-S), si se consideran las extensiones que este último autor realizó al modelo original a finales de los años 40 del pasado siglo.

El modelo H-O explica la existencia y composición del comercio internacional a partir de un nuevo concepto, el de la abundancia relativa de los factores de producción de cada país, lo cual originará la ventaja comparativa. Consideremos el comercio entre dos países A y B que producen dos bienes X e Y, utilizando dos factores de producción, trabajo y capital. Se parte de que las cantidades disponibles de los factores de producción vienen dadas para cada país, designando así sus respectivas dotaciones factoriales. Por razones geográficas e históricas, cada país, en comparación con el otro, será más abundante en un factor que en el otro. Por ejemplo, supongamos que el país A está dotado, en relación con el país B, de más unidades de capital por unidad de trabajo; inversamente, el país B está dotado de más unidades de trabajo por unidad de capital.

En este caso, diríamos que el país A será abundante en capital (escaso en trabajo) y el país B será abundante en trabajo (escaso en capital). En el modelo H-O tanto la tecnología como las preferencias de los consumidores son consideradas idénticas en los dos países. Por lo tanto, los dos bienes X e Y se producen a partir de técnicas distintas, pero cada bien es fabricado con funciones de producción idénticas por los dos países. Supongamos también que la producción del bien X requiere más unidades de capital por unidad de trabajo que la del bien Y (es decir, el bien X es intensivo en capital y el bien Y es intensivo en trabajo). Esta situación, dada la dotación factorial relativa de los dos países, conducirá a una determinada estructura comercial entre ellos. Así, siguiendo el teorema de Hecksher-Ohlin, cada país tenderá a especializarse en producir el bien

que utiliza, de modo más intensivo, el factor productivo en que está mejor dotado (su factor abundante).

Siguiendo el ejemplo, el país A se especializará y exportará el bien X, mientras que el país B se especializará y exportará el bien Y. De este modo, los diferentes precios relativos de los factores, debidos a las distintas dotaciones factoriales de los países, explican las diferencias de costos relativos en la producción de ambos bienes. El comercio internacional equivale, por lo tanto, al intercambio de factores productivos, de modo que, en última instancia, cada país compra del exterior su factor escaso y vende al exterior su factor abundante. Esto llevará a que, en el largo plazo, las dotaciones relativas y los precios de los factores productivos se igualen internacionalmente y, en consecuencia, también se equiparán los precios de los bienes comerciados. Es lo que se conoce como el teorema de la igualación del precio de los factores (modelo H-O-S)⁹

2.2.5. Otras teorías de comercio internacional

Las profundas transformaciones del comercio internacional después de la II Guerra Mundial, la falta de realismo de los supuestos en que se basa la teoría neoclásica y los resultados de trabajos empíricos contradictorios con lo que dicha teoría proponía condujeron a que, desde mediados del siglo XX, surgiesen diversas explicaciones alternativas del comercio internacional, las cuales trataron de poner en entredicho el cuerpo teórico predominante hasta entonces. Sin embargo, se puede decir que ninguna de estas teorías alternativas logró desplazar de su posición preeminente al modelo H-O.

2.2.6. Teoría heterodoxa

En la segunda mitad del siglo XIX, Marx puso en entredicho la teoría clásica en su conjunto. Para entonces, la plena afirmación del capitalismo industrial ya había manifestado determinados problemas como las crisis o las desigualdades

⁹ SAMUELSON. *La teoría de las proporciones de los factores en el comercio* 1949 p. 154.

sociales. Bajo estas circunstancias históricas y una postura metodológica diferente, Marx reinterpreta el fenómeno del comercio internacional.

Un primer aspecto del análisis de Marx tiene que ver con la relación existente entre la formación del mercado mundial y el fortalecimiento del capital. Así, Marx interpreta que el capitalismo y el mercado mundial son dos caras de una misma realidad. La economía capitalista, para reafirmarse y desarrollarse, necesita de un espacio cada vez más abierto, lo que conduce inevitablemente a la internacionalización de las relaciones económicas. El comercio mundial, por una parte, libera a la producción de los sistemas feudales y, por otra parte, estimula en cada país la formación y el desarrollo de su mercado interno, al ser eliminados los obstáculos internos a la producción y el comercio.

Respecto a la idea clásica de que con el comercio internacional todos los países se benefician, Marx se muestra crítico. A pesar de que reconoce las ventajas inmediatas de la mejor distribución de recursos, insiste en que hay que tener en cuenta los impactos cualitativos, en las estructuras económicas y sociales de cada país. Se hace imprescindible la distinción entre países industriales y países agrícolas, que puede dar lugar a efectos diversos y contradictorios. Otra de las cuestiones en que Marx fijó su atención fue la relación real de intercambio, apuntando que acentuaría las asimetrías ya existentes en el comercio mundial. Posteriormente, este tema fue revisado de modo exhaustivo por Prebisch (1950) y por Singer (1950).

El planteamiento clásico y neoclásico sobre el sistema de determinación de los precios relativos internacionales fue criticado por estos dos economistas. Según ellos, el reparto de los beneficios del comercio internacional no es equitativo, sino que favorece más a los países desarrollados que a los subdesarrollados. Esta afirmación se basa en que los primeros centran su especialización en productos manufacturados, mientras que los segundos lo hacen en productos primarios y en materias primas. La desigual evolución de los precios en el comercio internacional de unos y otros bienes (tal que se había manifestado en el largo plazo un considerable aumento del precio de las manufacturas en relación a los demás

bienes) deteriora la relación de intercambio de las economías atrasadas, lo que limita sus posibilidades de crecimiento y desarrollo económico.

El origen de este razonamiento, conocido como hipótesis Prebisch-Singer, fueron las investigaciones empíricas de estos autores, aunque también se ofrecieron otros argumentos en su defensa. Como ser: Primero, la baja elasticidad de la demanda de productos primarios respecto a la renta (su demanda crece en menor proporción que la renta) y respecto al precio (la mayor demanda ante un menor precio supone un resultado global de menores ingresos). En segundo lugar, factores tecnológicos, como que el progreso técnico alcanzado por los países desarrollados ha permitido reducir su utilización de materias primas o crear bienes sustitutivos de los productos primarios tradicionales. Tercero, que la propia especialización de los países subdesarrollados en estos bienes ha sido reforzada por inversores extranjeros, propiciando la repatriación de los beneficios obtenidos¹⁰.

2.2.7. Síntesis dinámica de la ventaja comparativa

Johnson (1971) propone construir, a partir de las contribuciones de Linder y Vernon una explicación más general del comercio internacional, sobrepasando las hipótesis simplificadoras subyacentes en el modelo H-O y tratando de sintetizar las hipótesis neofactoriales y tecnológicas.

De una parte, se integran factores explicativos olvidados por el análisis tradicional, como las economías de escala, las producciones de alta tecnología, los nuevos productos o la intervención estatal. Por otra parte, el proceso de crecimiento se entiende de forma más compleja, donde el Estado y no sólo el mercado, determina la inversión en infraestructuras, educación e investigación; dicha inversión

¹⁰ *BUKHARIN (1976) justifica las inversiones de los países desarrollados en los subdesarrollados porque la propia expansión del capitalismo, apoyada en una relación creciente capital/trabajo, conduce al descenso de la tasa de ganancia. Ante ello, las oportunidades de inversión en los países ricos disminuyen y se buscan alternativas donde la tasa de ganancia sea mayor.*

modificará las funciones de producción y de consumo, por lo que será relevante en el análisis del comercio internacional.

Tres son los aspectos en que Johnson trata de perfeccionar el modelo H-O. En primer lugar, a través de la modificación de los conceptos tradicionales de trabajo y capital. Así, restringe el concepto de trabajo, entendiéndolo como simple disponibilidad de tiempo humano. En cambio, extiende el concepto de capital, de modo que incluya los recursos naturales, el capital humano, el equipamiento material, productivo y social y, por último, el conocimiento productivo, gracias al cual se combinan los factores humanos y no humanos en los procesos productivos. Estos cambios le permiten introducir nuevos elementos como origen de las ventajas comparativas: diferenciaciones culturales y sociales (que, a su vez, explican las diferencias tecnológicas), diferencias de poder entre empresas, diferencias en la dimensión y riqueza de los mercados nacionales y políticas de los gobiernos.

En segundo lugar, a través de la toma en consideración de los costos de transporte, de información y de los debidos al proteccionismo.

En tercer lugar, Johnson introduce el fenómeno de la transferencia de producción, asociado a la imitación de la innovación, a la inversión extranjera, a la compraventa de patentes y a la difusión libre de los conocimientos que pierden valor comercial. Este fenómeno de transferencia de producción ocasionará el aumento del costo salarial, modificando la dinámica de las ventajas comparativas: alteraciones en la estructura de consumo, incentivo a las innovaciones ahorradoras de trabajo, transferencia de las industrias a zonas con salarios más bajos. Las mejoras técnicas introducidas explican la ventaja comparativa inicial; pero ésta desaparecerá, por difusión en la economía mundial, debido a los diversos mecanismos de transferencia de producción.

En función de lo anterior, Johnson sugiere la síntesis de los enfoques neofactorial y tecnológico mediante un concepto ampliado de capital, que incluya no sólo el

capital humano, sino también el capital intelectual en la forma de conocimiento productivo¹¹.

De este modo, se debe reconocer tanto la obsolescencia de productos y procesos productivos como la movilidad internacional del capital.

Esta aportación de Johnson, a pesar de presentarse como un intento de reconciliar la teoría neoclásica con la complejidad observada en el comercio internacional, rompe con hipótesis básicas del teorema de H-O. Por ejemplo, el progreso técnico puede ser monopolizado durante bastante tiempo por un país, provocando grandes diferenciaciones en las funciones de producción; o bien, los rendimientos a escala conllevan la concentración geográfica de producción y comercio, poniendo en entredicho la competencia perfecta; o, por último, las diferencias salariales intervienen en la localización de las inversiones y, por ello, en la orientación y naturaleza de los intercambios comerciales.

2.2.8. Teoría vigente de la investigación

Ultimado el desarrollo de las teorías del comercio internacional podemos empezar del enfoque inicial que brindaron los mercantilistas, se identificaron las explicaciones de los clásicos como primeras aportaciones con verdadero rigor. De ellas se derivaron dos nuevas escuelas de pensamiento con líneas metodológicas y resultados bien diferenciados: la neoclásica y la heterodoxa. La escuela neoclásica, sobre todo con la plasmación del teorema H-O, logró un elevado reconocimiento académico, convirtiéndose en la dominante para explicar el fenómeno del comercio internacional¹².

Es indudable que la Economía Internacional es una de las ramas de la ciencia económica más antiguas y que ha despertado más interés a lo largo de la historia.

El comercio y los medios de pago internacionales ya fueron estudiados por los griegos, si bien de forma poco profunda. Tras el periodo medieval y el surgimiento

¹¹ BORKAKOTI 1998, p. 360-361.

¹² SEQUEIROS 2000, p. 159.

de los Estados modernos, la Economía Internacional adquirió gran importancia en el pensamiento económico de la sociedad renacentista, constituyéndose en el eje de la doctrina mercantilista.

En efecto, esta doctrina, aunque multiforme y pre analítica en casi todos los temas abordados¹³, tuvo bastante homogeneidad en el tratamiento y conclusiones sobre la economía internacional. De hecho, la denominación de mercantilismo proviene de A. Smith y tiene su origen en la más predominante de las doctrinas de los autores de este periodo: la teoría del superávit en la balanza comercial.

A esta teoría le dio Smith el nombre de "comercial" o "mercantil", de donde derivó el nombre de mercantilismo¹⁴.

Para finalizar este punto es necesario aclarar dos teorías del comercio sobre los cuales a grandes rasgos fundamentaran teóricamente la presente investigación:

- **Mercantilismo:** Esta teoría del comercio sugiere que un gobierno puede mejorar el bienestar económico del país mediante el aumento de las exportaciones (Exportación de Grafito) y reducir las importaciones.
- **Ventaja absoluta:** Un país tiene una ventaja absoluta sobre sus socios comerciales si es capaz de producir un bien o servicio¹⁵ con menos recursos. El país tiene una ventaja absoluta sobre muchos países en la producción de Grafito. Esto se debe a la existencia de reservas de mineral Grafito. Podemos ver que, en términos de la producción de bienes, hay evidentes beneficios de la especialización y el comercio, el departamento de Santa Cruz tiene reservas del mineral grafito y no lo explota a los países que se especializan en la producción de otros bienes o servicios.

¹³ SHUMPETER 1954, cap.7

¹⁴ VINER 1937, p. 3

¹⁵ KALEEM AHSAN 2010 p.48

Debido a este caso podemos expresar que es aplicable para el caso de Bolivia y el Grafito existente en abundancia en las localidades de Concepción San Ignacio y Buena Vista.

CAPITULO – 3

MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO

Para la presente investigación se tomó en cuenta primero la teoría científica y física del Grafeno luego nos basamos en dos grandes teorías económicas: La teoría del comercio internacional mismos que se va desarrollando dados los diferentes autores y escuelas de pensamiento económico para concluir cada teoría se realizará un análisis de la teoría dominante en la actual investigación. Para lograr un mejor entendimiento del presente trabajo se realizará un orden cronológico de acuerdo a las semejanzas del trabajo investigativo

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. GRAFITO

El grafito es una de las formas alotrópicas en las que se puede presentar el carbono junto al diamante, los fulerenos, los nanotubos y el grafeno. A presión atmosférica y temperatura ambiente es más estable el grafito que el diamante, sin embargo, la descomposición del diamante es tan extremadamente lenta que sólo es apreciable a escala geológica. El grafito se encuentra en yacimientos naturales y se puede extraer, pero también se produce artificialmente.

3.1.2. GRAFENO

El Grafeno es una sustancia que está conformada por un ciento por ciento de carbono y que es ampliamente empleada a instancias de la electrónica, como elemento formador de chips, y también es empleada en la industria automotriz como veremos a continuación, entre otros.

Entre sus características físicas más salientes podemos destacar su ligereza, flexibilidad, elasticidad, su resistencia, conducción del calor, transparente cuando se presenta en hojas, y el escaso peso que presenta.

A propósito de su resistencia se insiste en que resulta ser muchas veces más fuerte que el acero.

3.1.3. MERCADO

“Un mercado es el área dentro de la cual los vendedores y los compradores de una mercancía mantienen estrechas relaciones comerciales, y llevan a cabo abundantes transacciones de tal manera que los distintos precios a que éstas se realizan tienden a unificarse.”¹⁶

Mercado Total. - conformado por la totalidad del universo con necesidades que pueden ser satisfechas por la oferta de una empresa.

¹⁶ BROWN, STANLEY Uno por uno : EL Marketing del siglo XXI, Buenos Aires, Vergara, 1996

Mercado Potencial. - conformado por todos los entes del mercado total que además de desear un servicio o un bien están en condiciones de adquirirlas.

Mercado Objetivo. - está conformado por los segmentos del mercado potencial que han sido seleccionados en forma específica, como destinatarios de la gestión de marketing,

Es el mercado que la empresa desea y decide captar. Los mercados metas deben ser compatibles con los objetivos o metas y la imagen de la organización, y además es necesario que estén relacionadas las oportunidades de mercado con los recursos de empresa. El mercado meta y la mezcla de mercado se desarrollan en relación con las metas de mercados. La organización busca en forma consciente mercados que generen un volumen suficiente de ventas de bajo costos, para dar como resultado una rentabilidad. La empresa debe por lo general buscar un mercado donde el número de competidores y su tamaño sean mínimos. No debe entrar a un mercado saturado de competidores, a menos que tenga ventaja competitiva sobre las empresas existentes. Para seleccionar su mercado meta, la empresa debe hacer estimaciones cuantitativas del tamaño del volumen de ventas en el mercado para el producto o servicio. La gerencia debe preparar un pronóstico de ventas, normalmente para un periodo de un año.

3.1.4. SEGMENTACIÓN DE MERCADO

“Segmentar es diferenciar el mercado total de un producto o servicio, en un cierto número de subconjuntos homogéneos referentes a hábitos, necesidades y gustos de sus componentes, que se denominan segmentos”¹⁷

La segmentación del mercado es un proceso encaminado a la identificación de aquellos consumidores con similares necesidades o necesidades homogéneas a fin de que resulte posible establecer para cada grupo una oferta comercial diferenciada, orientada de un modo específico hacia las necesidades, intereses y preferencias de los consumidores que componen ese grupo o segmento.

¹⁷ HOROVITZ Fundamentos de Marketing, México, Mc Graw Hill, 2000 Libro 5

Factores para la segmentación. -Los factores que han determinado el desarrollo de la segmentación son los siguientes:

- a) Cambios sociales: un mayor nivel de vida complica o especializada el consumo. Por otro lado, los cambios sociales han provocado una mayor heterogeneidad social que provoca el tener que dirigirse a segmentos más precisos.
- b) La evolución tecnológica que ha permitido la flexibilidad en la producción y la incorporación de procesos informáticos a la producción y nuevos materiales. En definitiva, la producción se ha hecho más flexible.
- c) La necesidad de diferenciar los productos de la empresa de los de la competencia.

Los nuevos sistemas informáticos permiten la manipulación de bases de datos enormes, e identificar los segmentos por diferentes variables, con lo que se obtienen segmentaciones muy precisas inimaginables hace años.

3.1.5. CADENA DE VALOR

La CADENA DE VALOR es un sistema de actividades interdependientes relacionadas por eslabones o relaciones entre la manera en que se desempeñe una actividad y el costo o desempeño de otra¹⁸

La cadena de valor que tiene una empresa de artes gráficas es diferente ya que ofrece tanto un servicio como un producto, el trabajo se basara en el servicio ofrecido que es el flujo del proceso de pedido de la empresa

3.1.6. CALIDAD

“La calidad significa llegar a un estándar más alto en lugar de estar satisfecho con alguno que se encuentre por debajo de lo que se espera cumpla con las expectativas.”¹⁹

¹⁸ GARCÍA Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo, medición del trabajo. 1ª ed. México: Editorial Mac Graw Hill. 1998. 218 pp.

La calidad es una meta a la que todas las empresas quieren llegar respecto a la industria a la que pertenezca, el trabajo se centrara en la calidad de un servicio, que es el caso del flujo de proceso de pedido de Artes Gráficas Sagitario con el fin de incrementar este factor, superando las expectativas de sus clientes.

3.1.7. MOTIVACIÓN

“La motivación son los estímulos que mueven a la persona a realizar determinadas acciones y persistir en ellas para su culminación”²⁰

La motivación en el personal, y más que nada en la fuerza de ventas es un pilar fundamental para que la empresa pueda generar ingresos, por esta razón el trabajo tomara en cuenta la motivación que se tiene al personal dentro de la empresa.

3.1.8. EXPORTACIONES

Exportación es cualquier bien o servicio enviado a otra parte del mundo, con propósitos comerciales. La exportación es el tráfico legítimo de bienes y servicios nacionales de un país pretendidos para su uso o consumo en el extranjero. Las exportaciones pueden ser cualquier producto enviado fuera de la frontera de un Estado.

3.1.9. BALANZA COMERCIAL

La balanza comercial se define como el valor monetario de los bienes exportados menos los bienes importados, y por tanto se considera positivo cuando las exportaciones superan a las importaciones, y negativa cuando se importa más de los que se exporta. Existe una relación estrecha entre el ahorro nacional, la

¹⁹ GUTIÉRREZ Pulido, Humberto. Calidad total y productividad. 2ª ed. México: Editorial McGraw Hill. 1997. 403

²⁰ GARCÍA Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo. Idem

inversión nacional y la balanza comercial. Teniendo en cuenta los componentes agregados del P.I.B.

3.1.10. TIPO DE CAMBIO

El tipo de cambio de un país respecto de otro es el precio de una unidad de moneda extranjera expresado en términos de la moneda nacional.

3.1.11. PRECIOS DE MERCADO

Son los precios que expresan el valor actual de las mercaderías comercializadas en un mercado.

3.1.12. INVERSIÓN

La inversión es todo desembolso de recursos financieros para adquirir bienes concretos durables o instrumentos de producción, denominados bienes de equipo, y que la empresa utilizará durante varios años para cumplir su objeto social.

3.2. MARCO NORMATIVO

3.2.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia define la política minera nacional, estableciendo una serie de elementos en varias categorías, a continuación, se resume esta estructura:

TABLA 5: CONSITUCION POLITICA DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA RELACIONADO AL SECTOR MINERO

CATEGORÍA	DEFINICIÓN EN LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO
MEDIO AMBIENTE	Es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y mantener el equilibrio del medio ambiente. Las políticas de gestión ambiental son: Tanto la planificación como la gestión deben ser participativas, con control social.

	<p>Deben aplicarse sistemas de evaluación de impacto ambiental y control de calidad ambiental.</p> <p>El Estado y la sociedad promoverán la mitigación de los efectos nocivos al medio ambiente, y de los pasivos ambientales que afectan al país.</p> <p>Se determina la imprescriptibilidad de los delitos ambientales.</p> <p>Se deberá evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente.</p> <p>Deberán establecerse las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales.</p>
INVESTIGACIÓN	<p>El Estado desarrollará y promoverá la investigación relativa al manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales</p>
ASPECTOS ECONÓMICOS	<p>La explotación de recursos naturales en determinado territorio estará sujeta a un proceso de consulta a la población afectada respetando sus normas y procedimientos propios.</p> <p>Hay respeto a la iniciativa empresarial y la seguridad jurídica.</p> <p>No se permitirá la acumulación privada de poder económico en grado tal que ponga en peligro la soberanía económica del Estado.</p> <p>Todas las formas de organización económica tienen la obligación de generar trabajo digno y contribuir a la reducción de las desigualdades y a la erradicación de la pobreza.</p> <p>Se prohíbe el monopolio y el oligopolio privado, así como cualquier otra forma de asociación o acuerdo de personas naturales o jurídicas privadas, bolivianas o extranjeras, que pretendan el control y la exclusividad en la producción y comercialización de bienes y servicios.</p> <p>El Estado ejercerá la dirección y el control de los sectores estratégicos de la economía.</p> <p>Se promoverá prioritariamente la industrialización de los recursos naturales renovables y no renovables, en el marco del respeto y protección del medio ambiente, para garantizar la generación de empleo y de insumos económicos y sociales para la población.</p> <p>Se determina el monopolio estatal de las actividades productivas y comerciales que se consideren imprescindibles en caso de necesidad pública.</p> <p>La industrialización de los recursos naturales será prioridad en las políticas económicas, en el marco del respeto y protección del medio ambiente y de los derechos de las naciones y pueblos indígena originario campesinos y sus territorios. La articulación de la explotación de los recursos naturales con el aparato productivo interno será prioritaria en las políticas económicas del Estado.</p> <p>Toda inversión extranjera estará sometida a la jurisdicción, a las leyes y a las</p>

	<p>autoridades bolivianas, y nadie podrá invocar situación de excepción, ni apelar a reclamaciones diplomáticas para obtener un tratamiento más favorable.</p> <p>Las relaciones económicas con estados o empresas extranjeras se realizarán en condiciones de independencia, respeto mutuo y equidad. No se podrá otorgar a Estados o empresas extranjeras condiciones más beneficiosas que las establecidas para los bolivianos.</p> <p>El Estado es independiente en todas las decisiones de política económica interna, y no aceptará imposiciones ni condicionamientos sobre esta política por parte de estados, bancos o instituciones financieras bolivianas o extranjeras, entidades multilaterales ni empresas transnacionales.</p>
<p>RECURSOS NATURALES</p>	<p>Será responsabilidad del Estado la dirección de la política minera y metalúrgica, así como el fomento, promoción y control de la actividad minera.</p> <p>Los recursos naturales son de propiedad y dominio directo, indivisible e imprescriptible del pueblo boliviano, y corresponderá al Estado su administración en función del interés colectivo.</p> <p>Los recursos naturales no metálicos existentes en los salares, salmueras, evaporíticos, azufres y otros, son de carácter estratégico para el país.</p> <p>El Estado reconocerá, respetará y otorgará derechos de uso y aprovechamiento sobre los recursos naturales.</p> <p>El Estado será responsable de las riquezas mineralógicas que se encuentren en el suelo y subsuelo cualquiera sea su origen y su aplicación será regulada por la ley.</p> <p>Se reconoce como actores productivos a la industria minera estatal, industria minera privada y sociedades cooperativas.</p> <p>El Estado, asumirá el control y la dirección sobre la exploración, explotación, industrialización, transporte y comercialización de los recursos naturales estratégicos a través de entidades públicas, cooperativas o comunitarias, las que podrán a su vez contratar a empresas privadas y constituir empresas mixtas.</p> <p>El Estado ejercerá control y fiscalización en toda la cadena productiva minera y sobre las actividades que desarrollen los titulares de derechos mineros, contratos mineros o derechos pre - constituidos.</p> <p>La gestión y administración de los recursos naturales se realizará garantizando el control y la participación social en el diseño de las políticas sectoriales.</p> <p>En la gestión y administración podrán establecerse entidades mixtas, con representación estatal y de la sociedad, y se precautelaré el bienestar colectivo.</p> <p>El Estado podrá suscribir contratos de asociación con personas jurídicas, bolivianas o extranjeras, para el aprovechamiento de los recursos naturales.</p>

	<p>Debiendo asegurarse la reinversión de las utilidades económicas en el país.</p> <p>El Estado otorgará derechos mineros en toda la cadena productiva, suscribirá contratos mineros con personas individuales y colectivas previo cumplimiento de las normas establecidas en la ley.</p> <p>El derecho minero en toda la cadena productiva, así como los contratos mineros tienen que cumplir una función económica social ejercida directamente por sus titulares. El contrato minero obligará a los beneficiarios a desarrollar la actividad minera para satisfacer el interés económico social. El incumplimiento de esta obligación dará lugar a su resolución inmediata.</p> <p>El derecho minero que comprende las inversiones y trabajo en la prospección, exploración, explotación, concentración, industrialización o comercialización de los minerales o metales es de dominio de los titulares. La ley definirá los alcances de este derecho.</p> <p>Las áreas de explotación minera otorgadas por contrato son intransferibles, inembargables e intransmisibles por sucesión hereditaria.</p> <p>En el plazo de un año desde la elección del Órgano Ejecutivo y del Órgano Legislativo, las concesiones sobre recursos naturales deberán adecuarse al nuevo ordenamiento jurídico.</p> <p>La migración de las concesiones a un nuevo régimen jurídico en ningún caso supondrá desconocimiento de derechos adquiridos.</p> <p>En el mismo plazo, se dejarán sin efecto las concesiones mineras de minerales metálicos y no metálicos, evaporíticos, salares, azufreras y otros, concedidas en las reservas fiscales del territorio boliviano.</p> <p>Las concesiones mineras otorgadas a las empresas nacionales y extranjeras con anterioridad a la promulgación de la presente Constitución, en el plazo de un año, deberán adecuarse a ésta, a través de los contratos mineros.</p> <p>El Estado reconoce y respeta los derechos pre-constituidos de las sociedades cooperativas mineras, por su carácter productivo social.</p> <p>Las empresas privadas, bolivianas o extranjeras, pagarán impuestos y regalías cuando intervengan en la explotación de los recursos naturales, y los cobros a que den lugar no serán reembolsables. Las regalías por el aprovechamiento de los recursos naturales son un derecho y una compensación por su explotación, y se regularán por la Constitución y la ley.</p> <p>Las utilidades obtenidas por la explotación e industrialización de los recursos naturales serán distribuidas y reinvertidas para promover la diversificación económica en los diferentes niveles territoriales del Estado. La distribución porcentual de los beneficios será sancionada por la ley.</p>
--	---

CONTRATOS	<p>El Estado, a través de sus entidades autárquicas, promoverá y desarrollará políticas de administración, prospección, exploración, explotación, industrialización, comercialización, evaluación e información técnica, geológica y científica de los recursos naturales no renovables para el desarrollo minero.</p> <p>El domicilio legal de las empresas mineras se establecerá en la jurisdicción local donde se realice la mayor explotación minera.</p>
INDUSTRIALIZACIÓN	<p>La industrialización y comercialización de los recursos naturales será prioridad del Estado.</p> <p>Los procesos de industrialización se realizarán con preferencia en el lugar de origen de la producción y crearán condiciones que favorezcan la competitividad en el mercado interno e internacional.</p> <p>Las actividades de exploración, explotación, refinación, industrialización, transporte y comercialización de los recursos naturales no renovables tendrán el carácter de necesidad estatal y utilidad pública.</p>

FUENTE: GACETA OFICIAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
ELABORACIÓN: PROPIA

3.2.2. Normativa Socio ambiental

En lo referente al medioambiente, se mostró un avance considerable, además de la ley, se cuenta con procedimientos y otros elementos que se han constituido en obligatorios para los operadores mineros.

En cuanto a lo social, la Constitución ha marcado una línea de relacionamiento del minero con su entorno que parte de un proceso de consulta y culmina con el cumplimiento de las responsabilidades económicas y sociales bajo un control social específico.

No hay todavía normas que hagan operativa la Constitución en este rubro y las leyes y decretos tendrán que reflejar lo que se establece en esta norma mayor. Uno de los puntos más importantes de esta sección es la consulta a que tiene derecho la comunidad donde se desea efectuar actividades mineras. En esto es clara la posición del Estado al afirmar que esta consulta no es vinculante sobre si se hace o no minería en un determinado lugar. El Estado se reserva el derecho de decidir sobre este aspecto. Lo que se consulta es sobre temas laborales,

medioambientales, de provisión de insumos, de compartir beneficios y otros que atañen a las partes.

La compensación regalitaria reflejada en la ley 3787 es un salto fundamental en el reconocimiento de las necesidades de las regiones mineras. En el pasado, ha sido escaso, si no nulo, el cambio sostenible hacia mejores condiciones de vida en las zonas mineras, por el influjo de esta actividad extractivista. Lo que establece esta norma es que el 100% de la regalía va al departamento de donde se extrajo el mineral y de este monto, el 15% va al municipio donde está asentada la actividad.

La ley 367 contra los avasallamientos tipifica el delito de usurpación de derechos como un delito penal. Su intención es frenar esta práctica que se volvió muy frecuente en los años 2010 – 2012.

3.2.3. Normativa Fiscal

Desde el punto de vista económico, la Ley N° 3787 es la norma de mayor relevancia toda vez que define una regalía y tres impuestos para la actividad minera, ya que ésta realizada por privados o por el Estado. Las cooperativas tienen un régimen especial.

Las regalías se pagan sobre el valor bruto de las ventas y son un porcentaje que depende del mineral y del precio internacional de los metales. Los mineros consideran que éste es un impuesto ciego porque no considera el costo de operación. Para las empresas mineras, estatales o privadas, la regalía oscila entre 5 y 7%, dependiendo del mineral²¹. Para las cooperativas hay una regalía menor en el caso del oro.

Según el Código Minero 1777, la minería se rige por el Régimen General de Impuestos, paga el Impuesto a las Transacciones (IT), el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto a las Utilidades de las Empresas (IUE) y otros. Además, existe un impuesto especial o regalía denominado Impuesto Complementario a la Minería (ICM).

²¹ La escala está definida en la ley 3787

El IT no se cobra a la venta de productos de exportación mineros, como incentivo general a las exportaciones; el IVA es un impuesto que lo termina pagando el consumidor final del producto, las empresas participan como agentes de retención y no pagan el impuesto; el IUE, es el más importante, grava al 25% del 50% de la utilidad después de costos, además es acreditable contra el Impuesto Complementario a la Minería (ICM), ambos impuestos constituyen el principal ingreso del Estado aportado por el sector. Si el precio de los metales en el mercado internacional es superior a parámetros determinados por la ley y 12.5% sobre montos de capital enviados al extranjero. Estos impuestos no alcanzan a las cooperativas.

En cuanto a la distribución del ICM que en 100% iba a las prefecturas, se modifica la distribución, otorgándose 85% a las prefecturas y 15% a los municipios.

Entre impuestos y regalías, el Estado toma para sí hasta el 11% del valor del mineral vendido. La parte del minero depende del mineral porque hay metales, como el zinc, en los que los compradores aplican descuentos que pueden llegar a representar el 50% del valor del metálico u otros en los que este descuento significa el 20%.

Desde que la COMIBOL administró la reserva fiscal, se firmaron dos tipos de contratos entre el Estado y los operadores, los de arrendamiento y los de riesgo compartido. En los primeros se dieron dos categorías, los firmados con cooperativas y los firmados con mineros pequeños. Los firmados con cooperativas fijaban un canon de arrendamiento equivalente al 1% del valor bruto de venta de los productos, en el caso de los mineros chicos este canon dependía del mineral y podía llegar a ser del 10%; en los contratos de riesgo compartido, con empresas medianas o grandes, se utilizó el criterio que establece que el Estado debe recibir más del 50% de las utilidades o del flujo neto de caja. En general se apuntó al 55% para el Estado²².

²² Esto lo corroboran varias resoluciones de directorio de COMIBOL aprobando los contratos sobre la base de la R.M. 014 del Ministerio de Minería y metalurgia del 22 de febrero de 2008

Adicionalmente se considera la relación que existe entre los operadores mineros y los compradores locales de mineral. En esta operación, el minero debe emitir una factura que genera un crédito fiscal (salvo en el caso de las cooperativas) que lo recupera cuando el Estado le devuelve el monto en forma de certificados de devolución de impuestos, CEDEIM²³ como producto de la exportación del mineral.

La aplicación de esta norma no es lo suficientemente ágil y los mineros se consideran permanentemente perjudicados.

3.2.4. Algunas fortalezas y debilidades del marco normativo relacionado al sector minero

Al margen de esta situación coyuntural, se puede decir que la normativa minera ha cubierto, prácticamente, todos los aspectos y escenarios que podrían presentarse en el sector; sin embargo, esto no significa que haya coherencia total y una sola línea de tratamiento para todos.

En el aspecto impositivo, Las cooperativas que cumplieron un rol notable en la época de los bajos precios de los metales continúan con un régimen de entidades sin fines de lucro cuando es evidente que perciben utilidades significativas por el nivel de precios del mercado internacional.

Los tipos de contratos y lo que debe percibir el Estado por la explotación minera no tiene un respaldo técnico y se pone en riesgo la actividad del sector. Los precios altos disimulan las ineficiencias y las irregularidades que se producen durante las operaciones extractivas y si se regula durante esta época, sin percibir lo que podría ocurrir cuando bajen los precios, se puede poner en peligro la continuidad minera.

²³ D.S. 25465 del 23/08/99

3.2.5. Nueva Ley Minera

Varios han sido los intentos de elaborar un proyecto de ley minera, desde el año 2007. Finalmente, la comisión constituida por representantes de los diferentes subsectores ha puesto a consideración del ejecutivo un proyecto consensuado.

Se analizarán sólo algunos de los elementos considerados importantes por su impacto en la concreción de la política minera nacional.

La CPE habla de la obligación de cumplir con el interés económico y social. Que define el cumplimiento de esta obligación de manera bastante simple: "... se cumple con el pago del derecho de vigencia y la obligación de inicio y continuidad de la actividad minera. No se menciona ningún aspecto relacionado con el desarrollo local o nacional que se persigue con la operación minera.

Un punto controversial y que puede llegar a ser delicado, dado el interés demostrado por las gobernaciones de Santa Cruz y Potosí, es la prohibición a estas instancias de participar en la actividad minera: "Por ser los recursos minerales de carácter estratégico y la creación de empresas públicas mineras estratégicas competencia privativa y exclusiva del nivel central del Estado, de acuerdo a la Constitución Política del Estado, los Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales, no podrán constituir unidades o empresas mineras departamentales, regionales y/o municipales, ni participar en la cadena productiva minera directa o indirectamente."

Se anulan los derechos de COMIBOL sobre los arriendos de sus propiedades a las cooperativas, concretándose un proceso privatizador que va en contra de la línea del PND:

"1. Las concesiones mineras de COMIBOL por pertenencias o cuadrículas y los parajes de explotación por niveles, bocaminas; así como, las colas, desmontes, relaves, pallacos, sucus y escorias, otorgadas en contrato de arrendamiento en favor de las Cooperativas Mineras, quedan bajo el Régimen de Contrato Administrativo Minero Cooperativo de acuerdo a la presente Ley.

II. Las concesiones y parajes a los que se refiere el párrafo anterior, comprende tanto a los grupos mineros nacionalizados como a las otras concesiones adquiridas por COMIBOL y parajes otorgados en arrendamiento.

III. Como consecuencia de lo dispuesto en el párrafo I del presente Artículo, se extinguen las obligaciones recíprocas entre la COMIBOL y las Cooperativas resultantes de los arrendamientos.

IV. La fiscalización y control de los contratos previstos en el párrafo I del presente Artículo, serán ejercidos por la AJAM.

V. Los bienes inmuebles, equipos, maquinaria y herramientas de la COMIBOL otorgados en contrato de arrendamiento a las cooperativas mineras, les serán transferidos de acuerdo a procedimiento a establecerse mediante Decreto Supremo.

VI. Las deudas de las cooperativas mineras con COMIBOL por contratos de arrendamiento de concesiones, bienes inmuebles, muebles, equipos, maquinarias y vehículos, contratos de venta de equipos, maquinarias y otros anteriores a la vigencia de la presente ley, quedan cedidos en favor del FOFIM.”

Antes de dar paso a estas medidas, el Ejecutivo debería cuantificar lo que significa esta serie de concesiones a privados para establecer medidas de compensación porque, de otra manera se estaría ocasionando daños al Estado. Por el momento, se presenta en el texto un elemento de equilibrio de gestión al decidir que “Las Cooperativas Mineras no participan en el Directorio de COMIBOL.”

Un aspecto que puede conducir a discusión es el que establece que el operador minero el propietario del mineral extraído, contrariamente a lo que define la CPE: “El titular de derechos mineros goza del derecho de propiedad, libre disposición y gravamen sobre: la producción minera, ...”

Una medida interesante específica que los yacimientos en las bolsas de valores es la siguiente: “Los actores productivos mineros que tengan derechos de prospección,

exploración o de uso y aprovechamiento como titular sobre áreas mineras conforme a la presente Ley, podrán utilizar la información cuantitativa o cualitativa, obtenida mediante estudios u otros medios, sobre los recursos o reservas minerales, con fines de financiamiento para el desarrollo de sus actividades mineras por los medios autorizados por ley, incluyendo los medios disponibles en bolsas de valores autorizadas nacionales o extranjeras.” Demuestra la posibilidad de que la COMIBOL constituya empresas públicas.

el Ministerio de Planificación del Desarrollo muestra que aspectos de infraestructura, agropecuaria, dotación de servicios, educación, salud, turismo y otros, difícilmente puede atender el sector minero. “Con carácter previo a la ejecución de una determinada actividad o proyecto de explotación de recursos minerales, bajo cualquiera de las formas de previstas en la presente Ley, la AJAM actuando a nombre del Estado convocará obligatoriamente a consulta previa libre e informada.”

En cuanto a la licencia ambiental, el proyecto propone un cambio que debe ser estudiado con detenimiento: *“El Ministerio de Minería y Metalurgia como organismo sectorial competente del sector minero, otorgará la Licencia Ambiental teniendo en cuenta el alcance previsto en el Artículo 193 de la presente Ley.”*

CAPITULO – 4

MARCO PRÁCTICO

4.1. ESTRUCTURA MINERA EN BOLIVIA

El sector minero de Bolivia se ha estructurado tradicionalmente a partir de la cadena productiva minero – metalúrgica, basada en los eslabones de prospección y exploración, concentración, minería extractiva, metalurgia, y comercialización. No obstante, de acuerdo a la Constitución Política del Estado (2009) como la nueva Ley 535 de Minería y Metalurgia (2014) sitúan a la industrialización como objetivo estratégico del sector, mismo que permitirá generar mayor desarrollo en Bolivia; a continuación de menciona dos artículos importantes de la ley 535.

“Artículo 6. (BASES PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD MINERA). Son bases prioritarias para el desarrollo de la actividad minera: (...) b) Industrialización minero metalúrgica por el carácter estratégico para el desarrollo industrial de recursos minerales”.

“Artículo 10. (CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES MINERAS). Para fines de la presente Ley, la cadena productiva minera comprende las siguientes actividades: (...) i) Industrialización. Para efectos de la presente Ley, se entiende como el proceso de transformación de minerales y metales en bienes de capital, bienes de consumo intermedio y bienes de consumo final, cuando la materia prima es resultado de la actividad minera”.

Este mandato legal obliga a ampliar el alcance de la cadena para incorporar los nuevos eslabones de industrialización, referidos a aleaciones y dopados, química básica de valor agregado, materiales estructurales y funcionales, bienes de capital, productos artesanales y productos tecnológicos, entre otros, mismos que se explican en el mapa de cadena de valor, ver figura – 8. En definitiva, la nueva

perspectiva sugiere un desplazamiento del punto de gravedad de la cadena desde los primeros eslabones minero-metalúrgicos a los eslabones industriales, y un enorme desafío para la matriz productiva nacional.

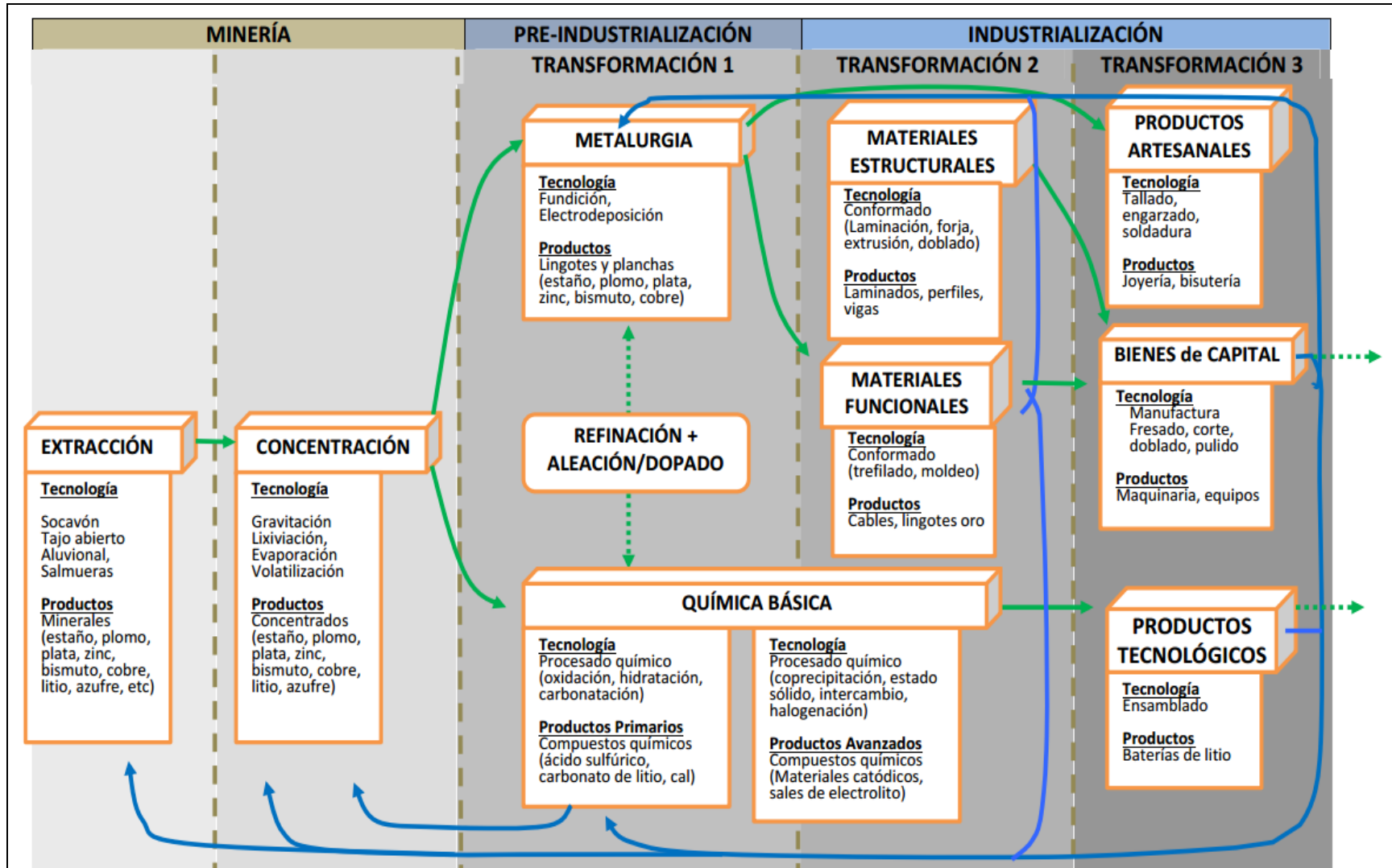
Pero también el enfoque de cadenas de valor implica el reto de incorporar la recuperación estratégica de minerales/metales secundarios en las tradicionales cadenas minero-metalúrgicas, concebidas para poner en valor sólo el mineral o metal principal. Es decir, el análisis debe incluir también el conocimiento de los minerales acompañantes. También la nueva ley es clara y precisa al respecto:

*“Artículo 11. (RECURSOS MINERALES Y SU DIVERSIFICACIÓN). (...) II. El Estado Plurinacional de Bolivia, a través de sus organismos especializados, investigará, conocerá y controlará la presencia de minerales acompañantes al mineral principal, que tengan valor comercial para fines del pago de Regalías Mineras”.
(Ley 535 de Minería y Metalurgia)*

En este contexto, se han seleccionado las principales ocho cadenas de valor de minerales metálicos y no metálicos con carácter estratégico para el país. El análisis ha incluido los siguientes aspectos: reservas, recuperación de minerales/metales secundarios, actores productivos, aplicaciones industriales y mercados potenciales, exploración de productos estrellas, así como un completo análisis subsectorial.

Por último, el nuevo enfoque de cadenas de valor demanda, en última instancia, un cambio de cultura como país. Dejar de mirar solamente minerales y metales para considerar cadenas de valor con eslabones industriales. El paso de país minero a país industrial requerirá el concurso de, al menos, una generación. En el próximo quinquenio se propone cambiar la mirada y abordar las primeras acciones para emprender el salto industrial.

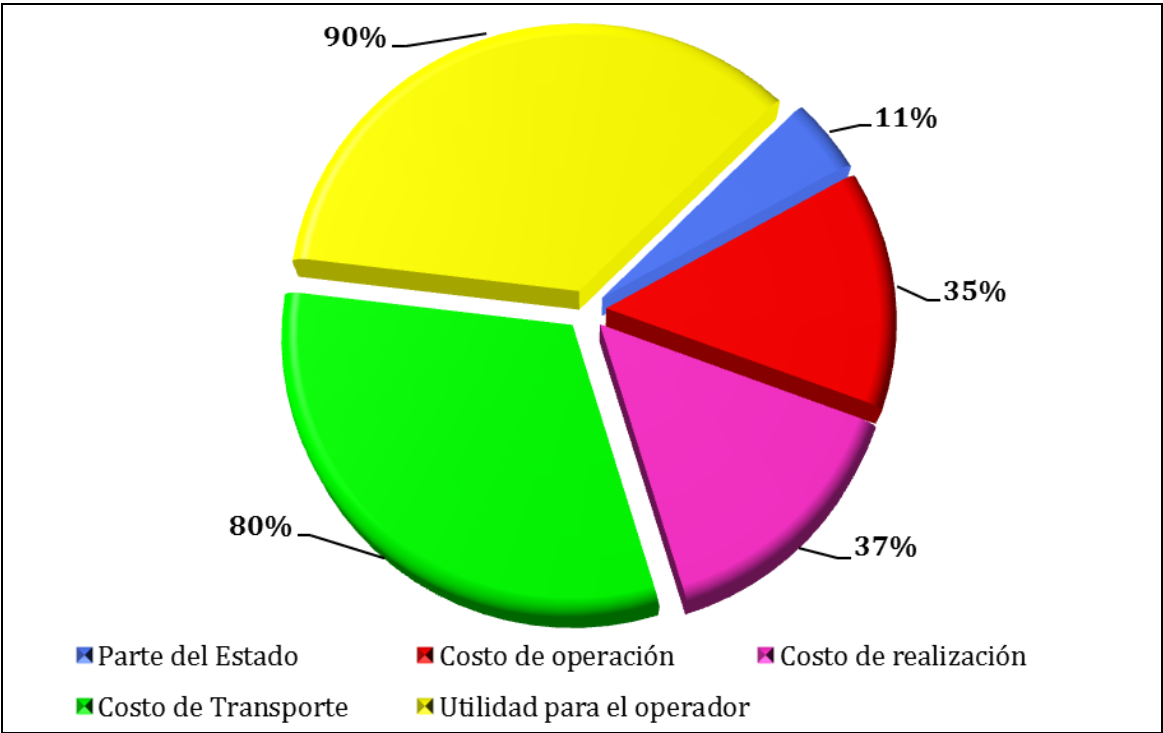
FIGURA 8: CADENA BÁSICA DE VALOR DE LA INDUSTRIALIZACIÓN MINERA EN BOLIVIA



FUENTE: MINISTERIO DE MINERÍA Y METALÚRGICA
ELABORACIÓN PROPIA

La minería es un negocio de alto riesgo debido a la incertidumbre de encontrar mineral como resultado de la exploración, por la variación de los precios de los metales en el mercado internacional y por la inseguridad jurídica que hay en el país en este sector. Cuando se encara un proyecto de explotación del recurso, después de haber realizado la exploración, el riesgo no termina y el productor de este material debe estar pendiente de los precios internacionales de los metales, del comportamiento de los vecinos y de que cambien las reglas de juego de la noche a la mañana.

FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN DEL VALOR DEL MINERAL EN BOLIVIA



**FUENTE: INFORMACIÓN DE EMPRESAS ESTATALES Y PRIVADAS
ELABORACIÓN PROPIA**

La cadena de producción de los metales, tal como se puede apreciar en la figura – 8, tiene sus particularidades que se detallan a continuación para comprender mejor la economía minera. El proceso comienza con el descubrimiento de ciertas irregularidades en un terreno, esto indica al minero que en el subsuelo puede haber un mineral valioso. A continuación, se desarrolla una etapa de exploración que puede durar años y que sólo consume capital, sin reportar ningún ingreso. En

caso de que en esta fase se confirmase la existencia de un buen depósito, se planifica la explotación y el posterior enriquecimiento.

La etapa de extracción del mineral se da durante toda la vida de la mina y su producto es una mezcla de mineral valioso y otros acompañantes, algunos de los cuales tienen un valor comercial y otros no. Normalmente, el mineral principal representa entre el 1% y el 10% del peso total extraído. La fase de beneficio o concentración es ineludible si el minero no quiere pagar costos excesivos de transporte. En ésta se separa, lo más posible, el mineral valioso del resto de compuestos y se lo deja listo para la comercialización o para extraer el metal, a este producto se lo conoce como concentrado de mineral. Esto último se hace con procesos hidro o pirometalúrgicos y el producto es la verdadera materia prima. A partir de ésta se podría empezar con la verdadera industrialización.

Los ingresos mineros tienen una estructura determinado para una distribución de los costos como se muestra en la figura – 9.

4.2. CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR MINERO AL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)

La producción de concentrados de mineral experimentó un alza a partir de 2006 debido al incremento del precio internacional de estos productos y el fruto de fuertes flujos de inversión directa extranjera (IED) que recibió la minería extractiva (en especial, con motivo de los proyectos de San Cristóbal, San Vicente, San Bartolomé y Sinchi Wayra).

TABLA 6: PARTICIPACION EN SECTOR MINERO EN VOLUMEN

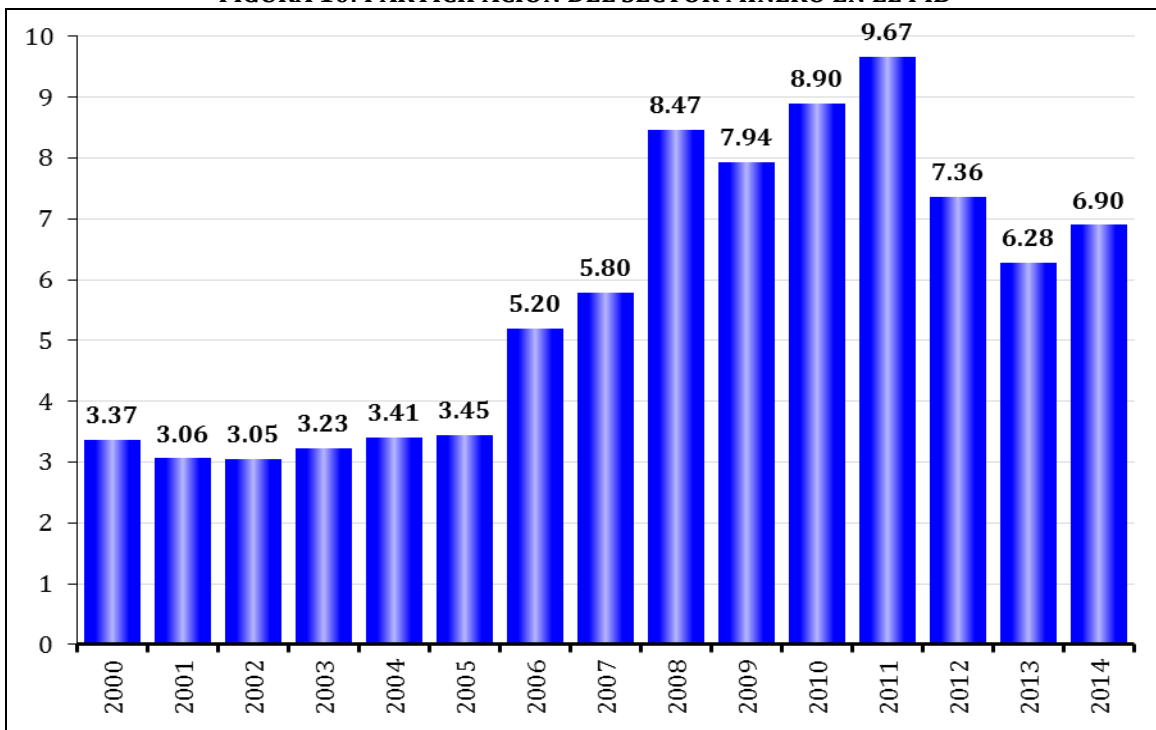
PRODUCTO / PERIODO	ZINC	ESTAÑO	ORO	PLATA	ANTIMONIO	PLOMO	WÓLFRAM	COBRE
2000-2005	68.94	8.29	15.34	0.23	1.49	5.34	0.31	0.07
2006-2014	77.36	4.37	2.44	0.23	1.06	13.47	0.33	0.74
TOTAL	77.99	5.94	3.60	0.23	1.23	10.22	0.32	0.47

**FUENTE: Instituto Nacional De Estadística
ELABORACIÓN PROPIA**

En particular, la producción de zinc y plomo se incrementó notablemente entre el periodo 2006 – 2014. Para el caso de zinc su participación fue 77% dicho valor es superior a 69% que se registró en el periodo previo 2000 – 2005, para el caso de zinc 13% para el plomo, sin embargo, la producción del estaño disminuyó de 8% en periodo 2000 – 2005 a 4% en el segundo periodo, ver tabla – 6.

En términos agregados, el sector minero-metalúrgico se ha revelado un sector muy dinámico de la economía, experimentando un incremento de su participación en el PIB nacional a partir de 2006, ver figura – 10. De este modo, la participación porcentual del PIB minero-metalúrgico en el PIB nacional ascendió rápidamente del 3.45% en 2005 al 5.20% en 2006, y valor más alto fue en 2011 con una participación de 9.67, el sector ha sido puntal en la generación de divisas, empleo y excedente económico²⁴.

FIGURA 10: PARTICIPACIÓN DEL SECTOR MINERO EN EL PIB

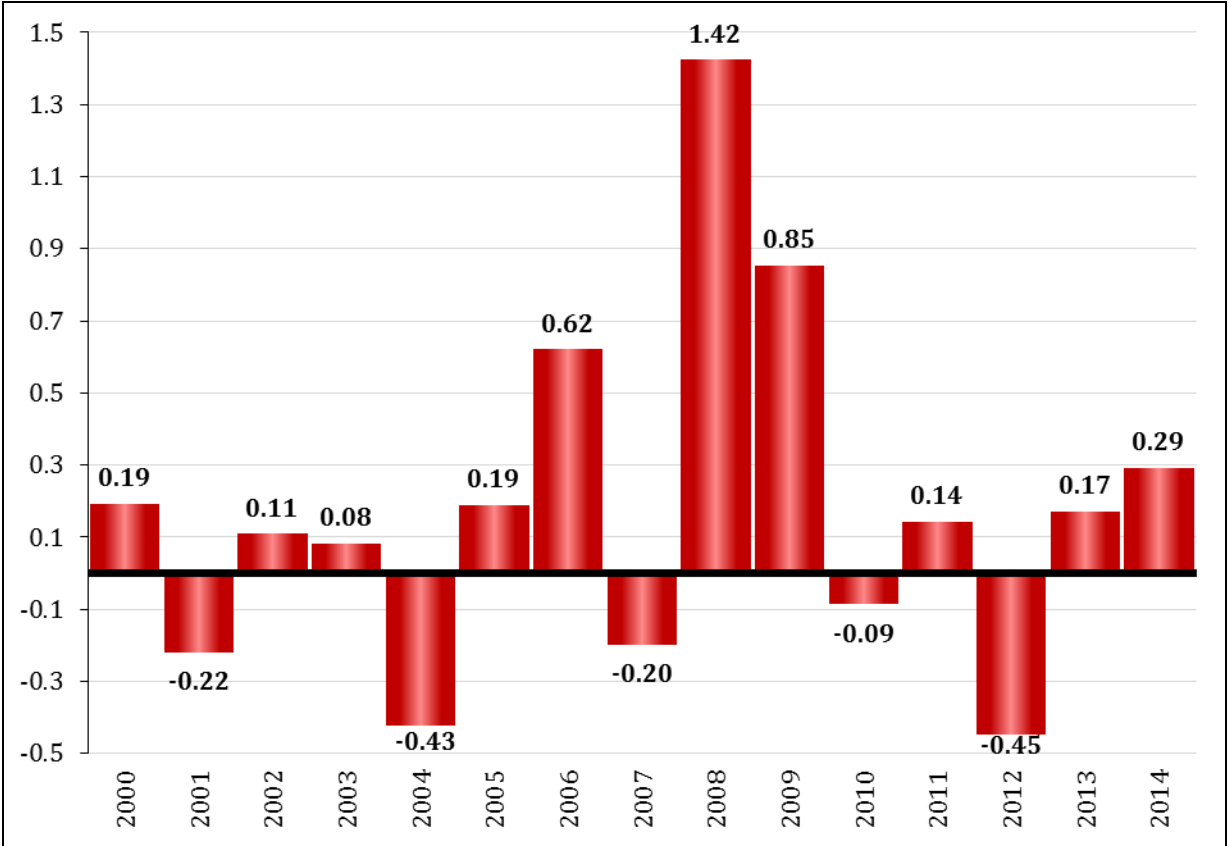


FUENTE: Instituto Nacional De Estadística
ELABORACIÓN PROPIA

²⁴ Las estadísticas del INE incluyen en el PIB de la minería tanto la rama 7 “Minerales metálicos y no metálicos” como la rama 21 “Productos básicos de metales”, por lo que se trata, en realidad de un PIB minero-metalúrgico. En cambio, el rubro de “Productos Industriales de minerales no metálicos” está contabilizado dentro del sector industrial.

A estos espectaculares aumentos de la participación del sector minero en la producción nacional, le ha seguido una etapa de estancamiento y contracción en los años 2007, 2010 y 2012, donde su incidencia en el PIB nacional fue negativa, ver figura – 11. De hecho, el PIB minero-metalúrgico experimentó una caída de 4,04% en 2010 y del 4,97% en 2012. Y la participación porcentual cayó al 6.28% del PIB en 2013.

FIGURA 11: INCIDENCIA DEL SECTOR MINERO EN EL PIB



**FUENTE: Instituto Nacional De Estadística
ELABORACIÓN PROPIA**

Estas fuertes oscilaciones de la tasa de crecimiento del sector se deben, en gran parte, a los fuertes vaivenes de la cotización de los minerales en los mercados internacionales, que sufrieron una fuerte caída en 2010, pero también al estancamiento de la producción física de minerales.

4.3. EMPLEO EN EL SECTOR MINERO

Primero habrá que destacar que Bolivia siempre fue un país minero por lo que, durante mucho tiempo, el país vivió de la minería. En la época de la colonia la plata de Potosí no sólo sostuvo la economía local, sino que financió gran parte del desarrollo industrial europeo. Actualmente, la plata vuelve a ser nuestro principal metal de exportación, acompañada, de muy cerca por el zinc y el plomo. Pero la producción minera tiene presencia para mucho tiempo, el litio, el oro, el hierro y el indio serán el relevo de los minerales que vayan agotándose.

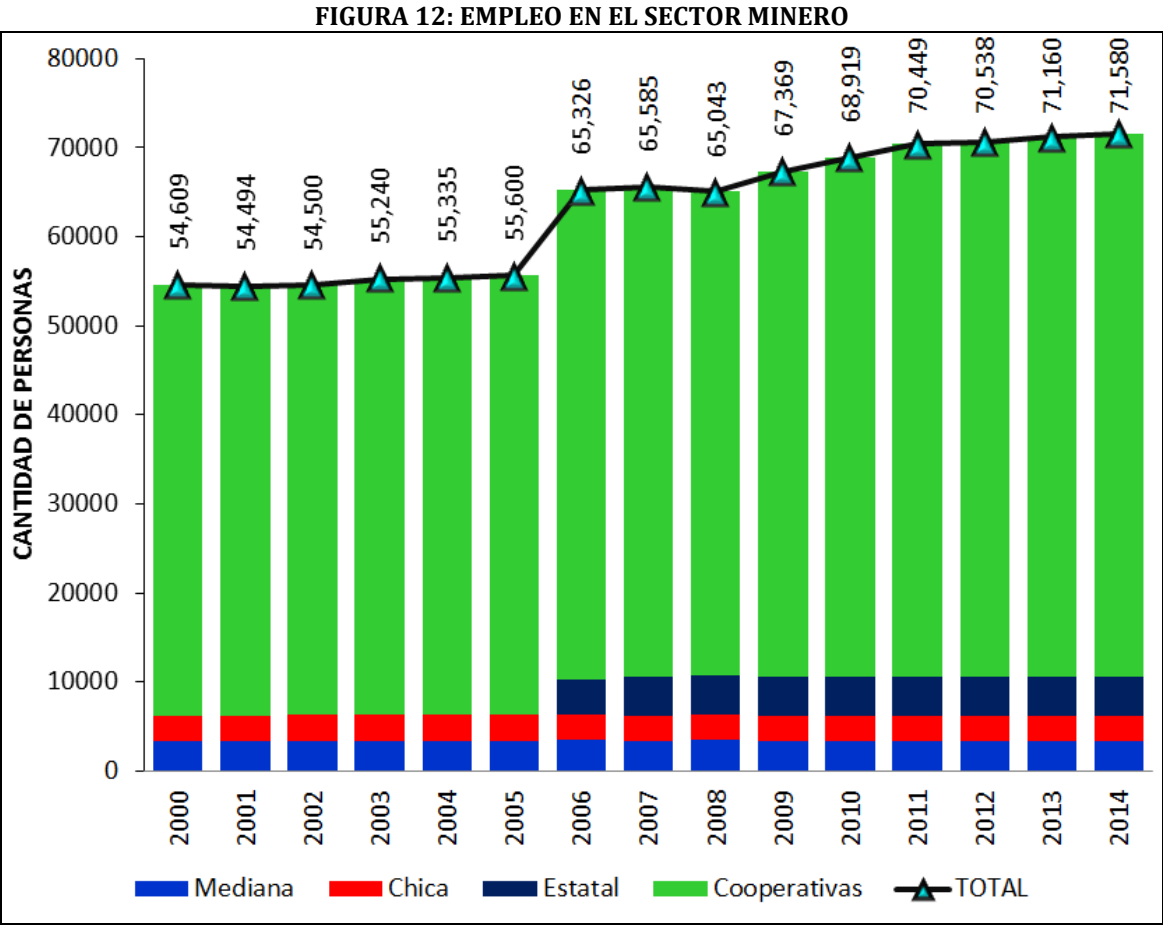
Actualmente, la minería es uno de los sectores económicos más dinámicos del país, en el que se comprometen importantes inversiones y que genera fuentes de empleo.

El auge de las economías emergentes y el desarrollo sostenido del mundo del norte han configurado un escenario tal que los precios de las materias primas han subido bruscamente desde el año 2006 y se mantienen en niveles altos, con la tendencia a crecer, aunque con una volatilidad en el corto plazo que genera dudas a los inversores.

Como resultado de esta situación, el aporte minero a la economía nacional ha ido en crecimiento y, paralelamente, ha provocado distorsiones temporales nunca vistas en el pasado. El sector estatal y el empresarial privado no han generado una cantidad significativa de empleo; pero el sector privado cooperativo, sí. Resulta difícil determinar cuánta gente trabaja en las cooperativas mineras. En el ministerio de trabajo hay un registro de los/as socios/as cooperativistas de cada una de estas organizaciones; pero, en muchos casos, hay empleados/as y peones que no lo son. Por ejemplo, la investigación de Ferrufino, Eróstegui y Gavincha (2011)²⁵ sobre el Cerro Rico muestra que, en el año 2010, en el cerro trabajaron aproximadamente 20.000 personas, 40% de la Población Económicamente Activa de la ciudad, de las cuales una parte son socios cooperativistas; pero el resto son

²⁵ Ferrufino R., Eróstegui R., Gavincha M. Potosí, el Cerro nuestro de cada día 2011. LABOR, La Paz, Bolivia, pg. 125 y siguientes.

segundas y terceras (de acuerdo a la nomenclatura que se usa en el Cerro y que fue rescatada por la investigación del Centro de Documentación e Información de Bolivia (CEDIB), para referirse a los peones y a los peones de los peones)²⁶. La figura – 12, muestra la cantidad de personas que trabajan en el sector minero clasificado en minería estatal, minería mediana, chica y corporativizada.



FUENTE: Instituto Nacional De Estadística
ELABORACIÓN PROPIA

La cantidad de trabajadores que prestan servicios en el sector minero sólo confirma la importancia del sector en los aspectos económicos y sociales del país.

El efecto multiplicador de la minería tradicional es significativo. Al influjo de la minería se mueve todo un circuito logístico de proporciones difícilmente calculables: transporte, alimentación, seguridad, diversión, provisión de insumos,

²⁶ Michard J. Cooperativas mineras en Bolivia: formas de organización, producción y comercialización. 2008. CEDIB. Cochabamba.

mano de obra y energía son algunos de los elementos más importantes que demanda la minería y que son proporcionados por el contexto cercano al yacimiento. El estudio de Ferrufino et. al (2011) ha estimado que el 50% de la economía de la ciudad de Potosí se mueve en torno a la minería.

En Oruro no se ha hecho un estudio similar; pero el impacto de la minería es notorio. Sólo si se toma en cuenta a la empresa minera Huanuni, se puede observar que el rubro servicios personales asciende a 9 millones de dólares al mes aproximadamente, lo que significa que cerca de 5 millones de dólares ingresan a la economía local a través de las remuneraciones que perciben los trabajadores cada mes.

4.4. IMPORTANCIA DEL GRAFENO EN EL SECTOR MINERO DE BOLIVIA

Actualmente, el tema de investigación más importante desde el punto de vista de la producción de grafeno es encontrar una técnica reproducible, que genere muestras sin defectos, de costo razonable, escalable y que produzca baja contaminación, pero lo más importante es que la producción de grafeno genere mayor rentabilidad y que contribuya al mayor desarrollo económico de Bolivia. Para ello es necesario primeramente describir la metodología de producción; a continuación, describimos los métodos de obtención del grafeno.

4.4.1. Proceso de obtención de grafeno

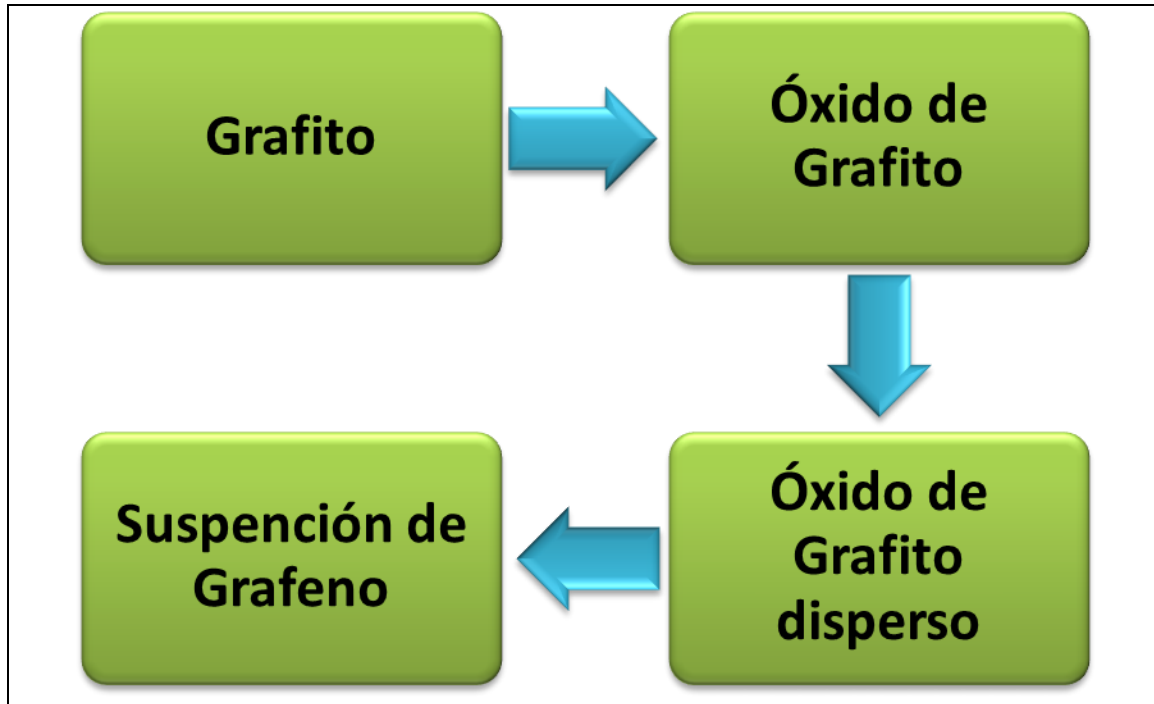
Existen deferentes maneras de obtener el grafeno a partir de la materia prima que es el grafito; a continuación de describe los distintos métodos para obtener el grafeno.

➤ Método de óxido de grafito

Esté método permite obtener grafeno a partir de la síntesis de óxido de grafito. Fue reportado por Bohem et. al (1960). Siendo una de las primeras aproximaciones al grafeno (así fue reconocido por Andre Geim). El método ha sido

mejorado por Ruoff y colaboradores produciendo un alto porcentaje de grafeno suspendido.

FIGURA 13: MÉTODO DE ÓXIDO DE GRAFITO



FUENTE: UNI (Universidad Nacional De Ingeniería Lima Perú)
ELABORACION PROPIA

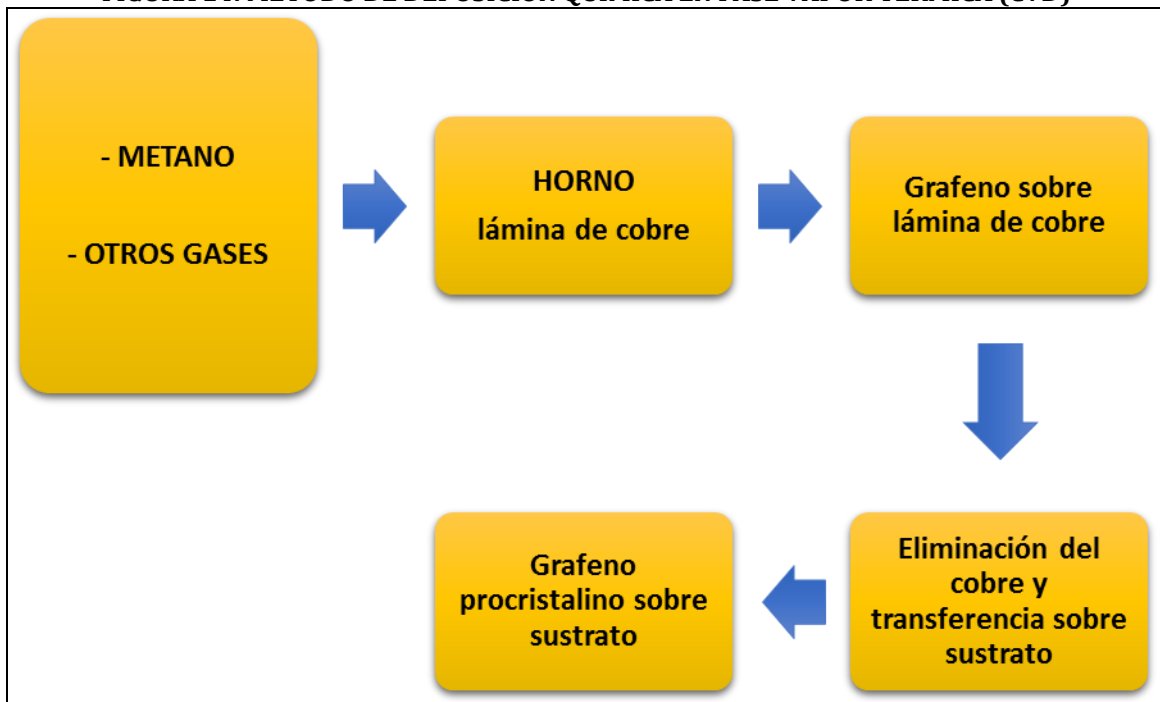
Los diferentes pasos del método se muestran en la figura 13. Primero se mezcla grafito con nitrito de sodio, ácido sulfúrico y permanganato de potasio (método de Hummers). Las láminas de grafito experimentan una expansión inicial durante unas 24 horas. Ayudado por la sonicación las láminas de óxido de grafeno se separan en la fase líquida. La reducción (eliminación de oxígeno) se logra con la adición de dimetilhidracina o hidracina y de un surfactante que mantiene una suspensión coloidal homogénea de grafeno.

➤ **Método de deposición química en fase vapor térmica (CVD)**

Esta es una técnica muy usada para obtener recubrimientos delgados de metales u óxidos sobre diversos sustratos. En un proceso típico por CVD, uno o más gases precursores ingresan a una cámara donde se mantiene un sustrato caliente. Dependiendo de la presión y temperatura, se forma una película sobre el sustrato

de un material que es un subproducto de los gases precursores. Es posible controlar el grado de cristalinidad y espesor de la película formada. Con esta técnica Lang et al (1975) reportaron la producción de monocapas de grafito depositadas sobre platino, usando como precursor el etileno. Desde entonces, se han realizado múltiples variantes buscando la formación de grafeno (una sola capa de grafito) sobre un sustrato que permita su extracción en masa.

FIGURA 14: MÉTODO DE DEPOSICIÓN QUÍMICA EN FASE VAPOR TÉRMICA (CVD)

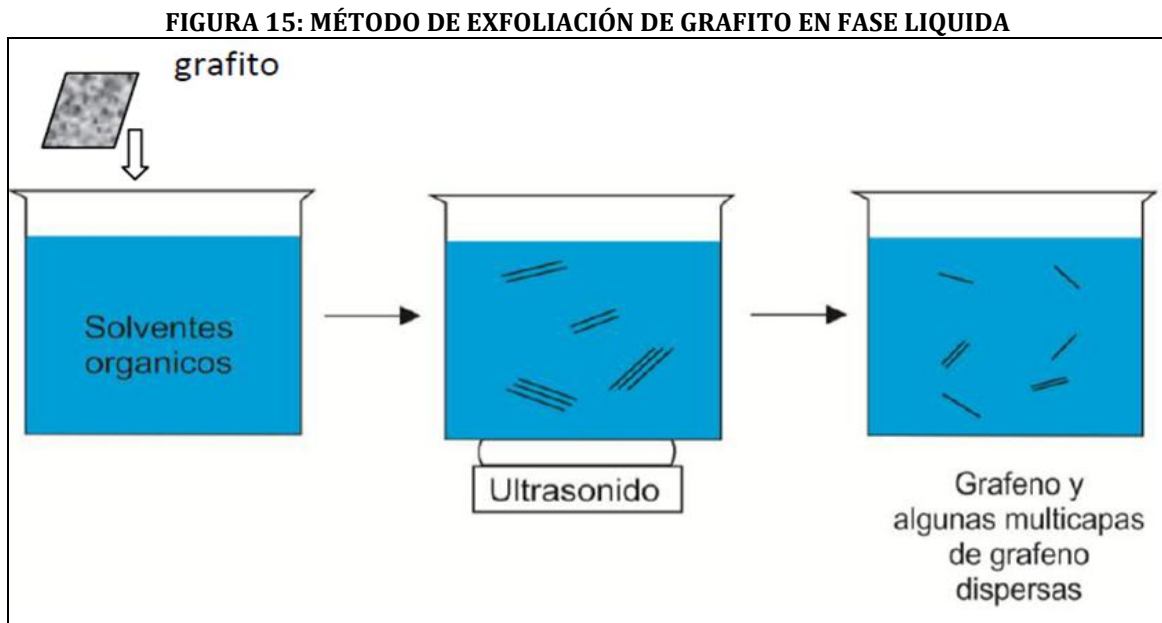


FUENTE: UNI (Universidad Nacional De Ingeniería Lima Perú)
ELABORACION PROPIA

Actualmente, el esquema más consolidado consiste en el uso de una mezcla de H₂/CH₄ como gases precursores y láminas de cobre como sustrato. Bae et al (1997) propusieron un método continuo que puede producir láminas de 30" industrialmente. Ver Figura 12. Para ello, se adhiere un polímero soporte (celestes) sobre el grafeno/cobre (gris/amarillo), y luego se disuelve químicamente el cobre (etching) por inmersión en ácido. Finalmente, por presión con rodillos calientes, se despegan el grafeno del polímero soporte y se fija sobre el sustrato de interés.

4.4.2. Método de exfoliación de grafito en fase líquida

Como se mencionó anteriormente, el grafito es un apilamiento de láminas individuales de grafeno. Como la fuerza que mantiene esta estructura es muy débil (fuerza de van der Waals) es posible separar las láminas con un solvente orgánico adecuado siempre que simultáneamente la suspensión sea sometida a energía mecánica por vibración (sonicación), tal como se muestra en la figura 15.



FUENTE: UNI (Universidad Nacional De Ingeniería Lima Perú)
ELABORACION PROPIA

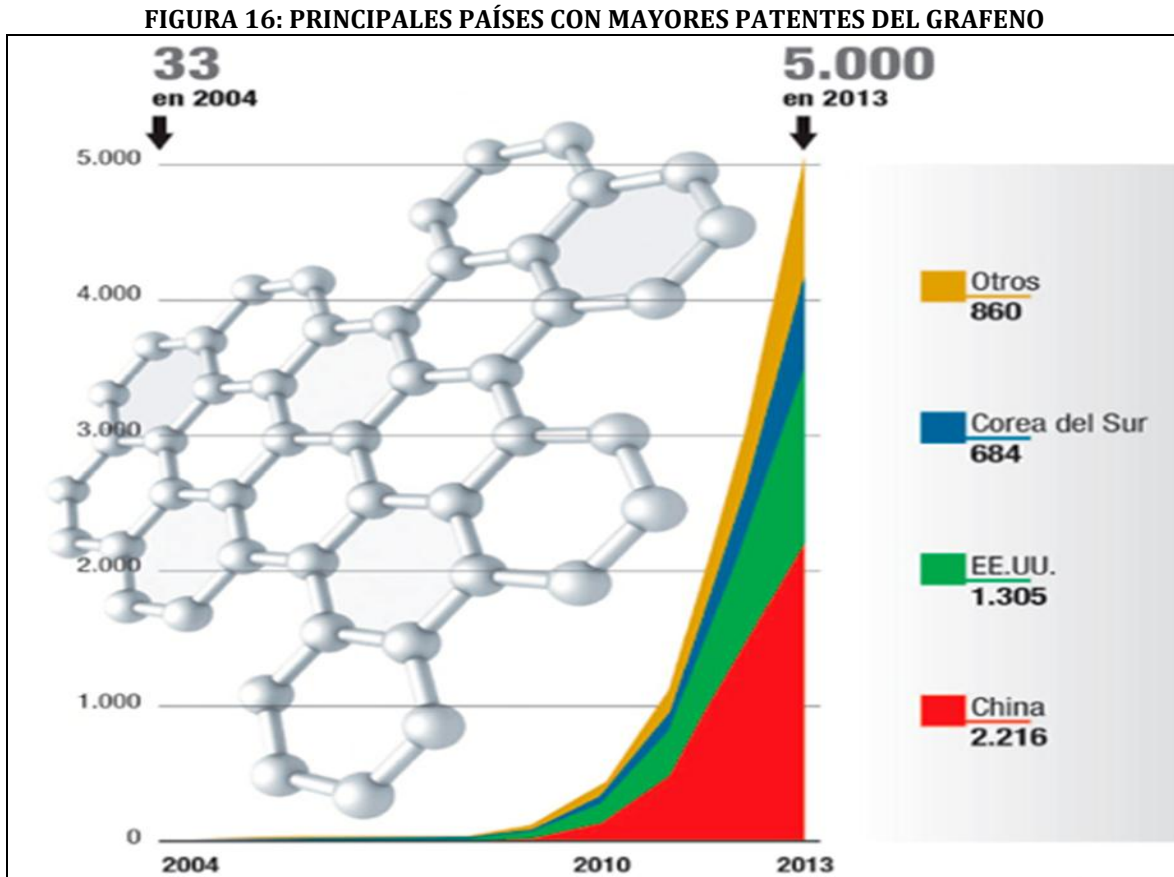
Según el mecanismo propuesto, la exfoliación se produce cuando la energía superficial del solvente y la del grafeno son iguales. Se han tenido resultados positivos con los solventes: N-Metil-2-pirrolidona (NMP), N,N-Dimetilacetamida (DMA), g-butirolactona (GBL), 1,3-dimetil-2-imidazolidinona (DMEU), benzoato de bencilo. Este método tiene dos ventajas notables: parte de grafito natural y es escalable.

4.5. PRINCIPALES PAÍSES CON MAYOR PATENTE DE GRAFENO

El grafeno considerado como uno de los elementos más importante del futuro. Si bien se estima que su desarrollo tiene potencial para revolucionar diferentes producciones, es una inversión altamente especulativa y riesgosa, ya que por

ahora la única posibilidad es comprar acciones de empresas que cotizan en Bolsa que están ubicadas en distintas partes del mundo; principalmente en las de New York, Londres, Paris, Shanghai y Tokio.

Hoy en día existen diferentes empresas que producen grafeno las más conocidas son: Samsung, Nokia, IBM, y Repsol como están en ubicadas en el centro de aquellos países que cuentan con mayor tecnología como se puede apreciar en la figura – 16. China es el principal país que cuenta con más patentes, equivalente a 2,216 millones de dólares seguido por Estados Unidos con 1,305 millones de dólares, Corea del Sur con 684 millones de dólares y otros con 860 millones de dólares.



FUENTE: UNI (Universidad Nacional De Ingeniería Lima Perú)
ELABORACION PROPIA

Estos países son potenciales a nivel de tecnología y por tanto con el pasar del tiempo, expertos mencionan que este producto será factible para generar cambios en la producción, entre ellas se puede mencionar:

- **Energía:** produce más que el cobre, principal medio de transporte de la electricidad. Por otro lado, se están experimentando placas solares con grafeno que son diez veces más eficientes que las actuales del silicio.
- **Transporte:** permitirá construir automóviles, barcos y aviones mucho más ligeros.
- **Electrónica e informática:** su resistencia al calor y su alta conductividad eléctrica hacen del grafeno un material ideal para el desarrollo de nuevos chips y circuitos. Abre la puerta a la electrónica del futuro, con una capacidad de computación desconocida hasta hoy. A esto se le debe sumar las propiedades ópticas con las que cuenta, que permitirán incorporar pantallas flexibles y sensores de una multitud de campos.
- **Construcción y obras públicas:** está comprobado que, a pesar de su liviandad, es un material 200 veces más duro que el acero, por lo que hará construcciones más resistentes.
- **Medicina:** es un material bactericida y permite el cultivo de células. Es ideal para el desarrollo de prótesis y de órganos artificiales.
- **Carrera espacial:** soporta la radiación ionizante lo que permitirá que los astronautas no se vean expuestos a las radiaciones del espacio.

4.6. PROYECTO DE INVERSIÓN DE GRAFENO EN BOLIVIA

4.6.1. Análisis del Proyecto de Inversión

Primeramente, se realizó un estudio de reconocimiento donde se identifica, a escala regional, las zonas con evidencias mineras de grafeno, ayudándose de los siguientes medios: resultados de estudios geológicos regionales, mapas geológicos a escalas reducidas, inspección preliminar sobre el terreno, métodos aéreos e indirectos, presunción y extrapolación geológicas.

➤ Estudio de oportunidad

Hemos empezado analizando las perspectivas económicas en un contexto delineado por estimaciones e hipótesis vinculadas con recursos minerales y potencialidades de mercado del grafeno a nivel internacional.

Donde el análisis de riesgo requerido se realizará tomando en cuenta cambios en las siguientes variables: Materia prima (grafito) probada, Producción por toneladas de grafeno, Cantidad vendida, Costos de producción, Sueldos y Salario, Gastos de administración, Gasto de comercialización, Tasa de interés de crédito. Impuestos (IUE, Patentes y Regalías), Costo de la mano de obra.

- Diagnóstico del proyecto

Las reservas comprobadas de la materia prima “grafito” son de 14,986,642/Tm, las mismas se encuentran en el departamento de Santa Cruz de la Sierra. Según las estimaciones podemos decir que una piedra de grafito pesa 3Kg, para una tonelada de grafito se requiere 344 piedras, además, de una piedra se obtiene ½ metro de grafeno, por tanto, de una tonelada de grafito se obtiene 166.6 metros cuadrados de grafeno.

Según el estudio de mercado la cantidad demandada es de 5,765.689 metros cuadrados lamina anual. La planta de explotación de grafeno tendría una capacidad de procesar 40.000 metros cuadrados de grafeno al año. El precio de venta en el mercado de grafeno es de 56 \$us/Mtr².

Bajo la normativa boliviano, se considera que la tasa de impuestos para el sector minero se clasifican en tres: 25% corresponde al impuesto a las utilidades de las empresas (IUE), 12.5% de los patentes y 4% de regalías, este último depende de la variación de los precios del mercado. Según los cálculos se obtendrá por una tonelada de Grafito 167 metros cuadrados de grafeno (materia prima que comprende 97% de pureza). La tasa de interés de crédito para la inversión es 6%

anual, mismo que se encuentra dentro del margen de la Ley 393 de Servicios Financieros, donde indica que créditos orientados al sector productivo, serán otorgados a tasas bajas.

El costo fijo anual se refiere a los siguientes rubros:

- Mano de obra \$US 120 mil (mensual)
- Mantenimiento \$US 100 mil (anual)
- Depreciación \$US 100 mil (anual)

La inversión del activo fijo se refiere a:

- Equipamiento de instalación
- Edificio y terreno \$US 980,981 mil
- Depósitos congelados \$US 20 mil (anual)
- Depreciación \$US 100 mil (anual)

El horizonte del proyecto es de 11 años (periodo inicial es 2015 y finales será 2025) y la inversión que se la realiza en el periodo inicial es de \$980.981 miles de dólares, de los cuales, 20% se obtiene mediante el crédito bancario y 80% corresponde al patrimonio; esta inversión se recuperará en 8 años. A continuación, se presenta los principales resultados:

**TABLA 7: ESTADO DE RESULTADOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN
(expresado en miles de dólares y m²)**

ESTADO DE RESULTADOS												
VARIABLES	DATOS	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	metros cuadrados	24,999	25,499	26,009	26,529	27,060	27,601	28,153	28,716	29,290	29,876	30,474
Ventas (valores)	\$b 56	1,399,944	1,427,943	1,456,502	1,485,632	1,515,344	1,545,651	1,576,564	1,608,096	1,640,258	1,673,063	1,706,524
(-)costos de produccion	30	749,970	764,969	780,269	795,874	811,792	828,027	844,588	861,480	878,709	896,284	914,209
(+) Ganancia Bruta		649,974	662,973	676,233	689,758	703,553	717,624	731,976	746,616	761,548	776,779	792,315
(-) Salarios	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
(-) Gastos de Administracio	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
(-) Gastos de Comercializac	25%	349,986	356,986	364,125	371,408	378,836	386,413	394,141	402,024	410,064	418,266	426,631
(-) Depreciacion	100	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(=) Ganancia Operativa		299,844	305,744	311,864	318,106	324,473	330,967	337,591	344,348	351,240	358,269	365,440
(-) Intereses	6%	11,772	12,007	12,247	12,492	12,741	12,996	13,255	13,520	13,790	14,066	14,347
(-) Impuestos	25%	72,018	73,434	74,904	76,404	77,933	79,493	81,084	82,707	84,362	86,051	87,773
(-) Patente	13%	28,478	29,039	29,620	30,213	30,817	31,434	32,063	32,705	33,360	34,027	34,708
(-) Regalias	4%	10,855	11,068	11,290	11,516	11,746	11,981	12,221	12,466	12,715	12,970	13,229
Ganancia Neta		176,721	180,196	183,803	187,482	191,235	195,063	198,967	202,950	207,012	211,156	215,382

**FUENTE: MINISTERIO DE MINERIA Y METALURGIA, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
ELABORACION: PROPIA**

**TABLA 8: BALANCE DEL PROYECTO DE INVERSIÓN
(expresado en miles de dólares)**

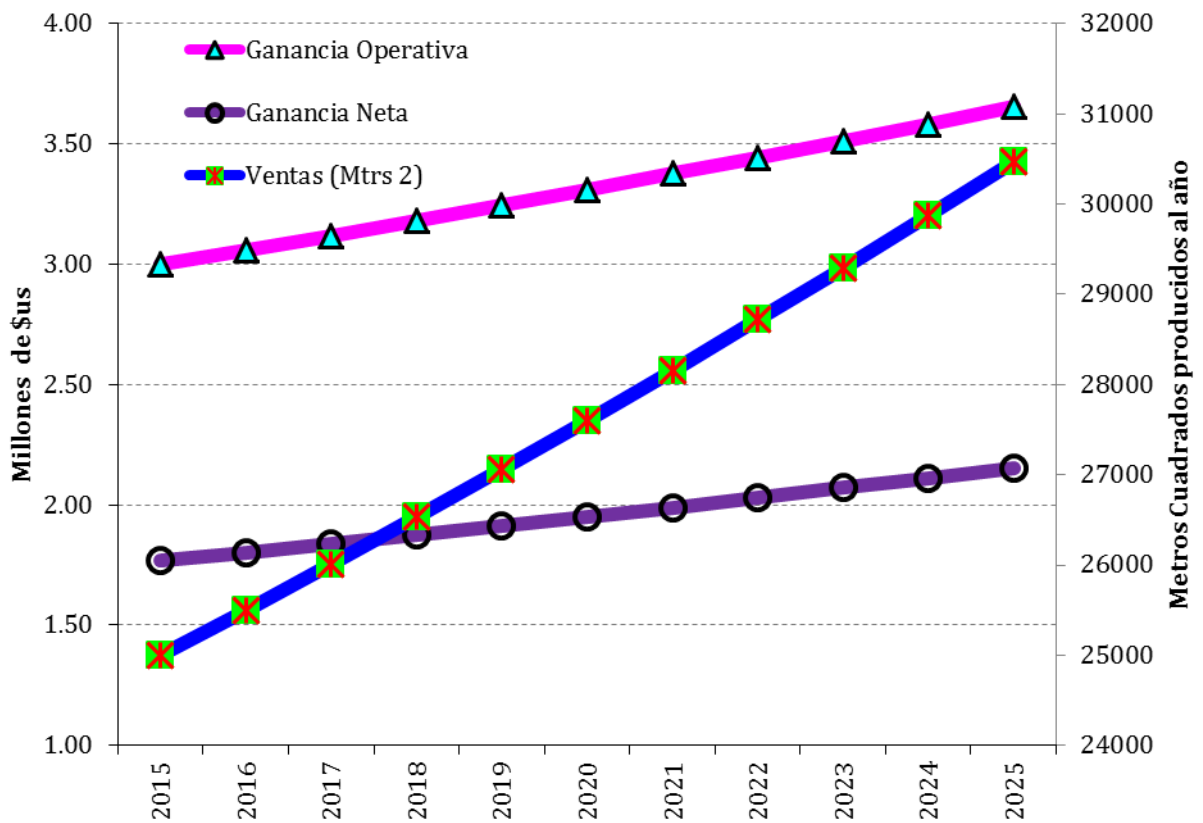
BALANCE												
PERIODO		año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
VARIABLES	DATOS	ACTIVO CORRIENTE										
Caja y Bancos		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Cuentas por Cobrar	20%	279,989	285,589	291,300	297,126	303,069	309,130	315,313	321,619	328,052	334,613	341,305
Inventarios	50%	699,972	713,971	728,251	742,816	757,672	772,826	788,282	804,048	820,129	836,531	853,262
Total de Activos Corrientes		979,981	999,580	1,019,571	1,039,962	1,060,761	1,081,976	1,103,615	1,125,687	1,148,200	1,171,164	1,194,587
ACTIVO NO CORRIENTE												
Planta, Propiedades y Equipo		1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
(-) Depreciacion acumulada		0	-100	-200	-300	-400	-500	-600	-700	-800	-900	-1000
Total Activo no Corriente		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Total Activo		980,981	1,000,580	1,020,571	1,040,962	1,061,761	1,082,976	1,104,615	1,126,687	1,149,200	1,172,164	1,195,587
FINANCIAMIENTO												
Pasivo	20%	196,196	200,116	204,114	208,192	212,352	216,595	220,923	225,337	229,840	234,433	239,117
Patrimonio	80%	784,785	800,464	816,457	832,770	849,409	866,381	883,692	901,350	919,360	937,731	956,469
Total Pasivo y Patrimonio Neto		980,981	1,000,580	1,020,571	1,040,962	1,061,761	1,082,976	1,104,615	1,126,687	1,149,200	1,172,164	1,195,587
Capital		980,981	1,000,580	1,020,571	1,040,962	1,061,761	1,082,976	1,104,615	1,126,687	1,149,200	1,172,164	1,195,587
NOPAT		175,409	178,860	182,440	186,092	189,817	193,616	197,491	201,444	205,475	209,588	213,782
Inversion Neta		19,599	19,991	20,391	20,799	21,215	21,639	22,072	22,513	22,964	23,423	-
Free Cash Flow		155,810	158,869	162,049	165,293	168,602	171,977	175,419	178,930	182,512	186,165	213,782
Factor de descuento	12%	0.89	0.80	0.71	0.64	0.57	0.51	0.45	0.40	0.36	0.32	2.68
Valor Presente de FCF		139,116	126,649	115,343	105,047	95,669	87,129	79,351	72,267	65,816	59,940	573,601

FUENTE: MINISTERIO DE MINERÍA Y METALURGIA, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

ELABORACIÓN: PROPIA

Según los resultados obtenidos en la tabla-7, la producción de grafeno en el periodo inicial es de 24.999 m², sin embargo, después de 10 años la producción de grafeno es 30.474 m², mostrando una tasa de crecimiento de 3% anual. La venta de explotación de grafeno en el periodo inicial es de \$1.399.944 llegando en periodo final aun valor de \$1.706.524 marcando una diferencia de \$306.580.

FIGURA 17: ESTADO DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN (expresado en millones de dólares)



**FUENTE: MINISTERIO DE MINERÍA Y METALURGIA, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
ELABORACIÓN: PROPIA**

Por otro lado, también se puede apreciar el comportamiento de las ganancias operativas del proyecto y las ganancias netas. La ganancia operativa definida como la diferencia entre ganancias bruta (ventas menos costos de producción) y gastos de producción (salarios, gastos de administración, comercialización y la tasa de depreciación) también se va incrementando a medida que transcurren los años. Las ganancias netas que se define como la diferencia entre la ganancia

operativa y las tasas del proyecto, muestran un comportamiento positivo, ver figura-17.

4.6.2. Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa de Interés de Retorno (TIR)

Para la evaluación de un proyecto de inversión, es importante el análisis de problemas de las organizaciones, ya que permite al tomador de decisiones, tener una visión de las probabilidades de los resultados y lograr una administración del riesgo. El Valor Actual Neto (VAN) es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujo de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste descontar al momento actual todo los flujos de caja futuros. La fórmula que permite calcular el VAN es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde: V_t es el valor presente, I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión, n número de periodos considerado, k tipo de intereses.

TABLA 9: VALOR ACTUAL NETO (VAN)

VALOR	SIGNIFICADO	TOMA DE DECISIÓN	
VAN > 0	La inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida	El proyecto de inversión es aceptable	el proyecto crea valor
VAN < 0	La inversión producirá pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida	El proyecto de inversión debería rechazarse	el proyecto destruye valor
VAN = 0	El proyecto de inversión debería rechazarse	Dado que el proyecto no agrega el valor monetario por encima de la rentabilidad exigida, la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores	el proyecto no crea ni destruye valor

ELABORACIÓN PROPIA

Si el proyecto no tiene riesgo se tomara como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN toma un valor igual a cero, k pasa a llamarse la TIR.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) de un proyecto de inversión es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión; es decir, la TIR es una medida de rentabilidad que depende únicamente del monto y la duración de los flujos de fondos proyectados y no depende de nada excepto de los flujos de caja del proyecto; la TIR suele utilizarse como un indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad; así se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

En la tabla–10, se puede apreciar el Valor Actual Neto (VAN) y la tasa de interés de retorno (TIR); según los resultados, la inversión realizada en la exploración y explotación de grafeno produciría una ganancia de \$ 538.946 por año; es decir, el proyecto calculado a la tasa mínima exigida es positivo y estamos diciendo que dicho proyecto aporta riqueza por encima de la tasa exigida. Un valor positivo del VAN nos está diciendo que, además del rendimiento mínimo esperado, el proyecto nos ofrece un premio adicional del monto estimado.

TABLA 10: RESULTADOS DEL VAN y TIR

Valor Agregado Neto	538,946
TIR	17.88%

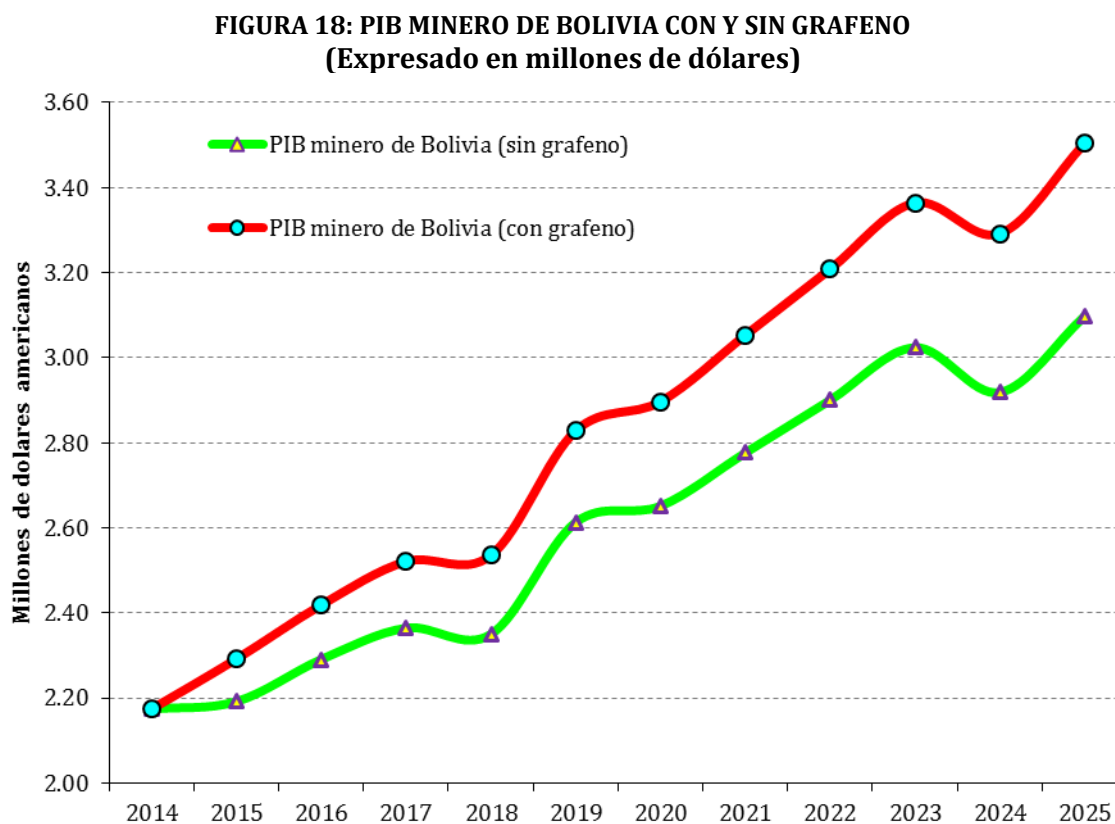
ELABORACIÓN PROPIA

Por otro lado, la TIR que permite determinar si una inversión es factible; en los resultados obtenido de nuestra evaluación del proyecto de inversión en la explotación de grafeno, muestra un valor de 17.88%.

En términos generales, hemos demostrado que realizar el proyecto de inversión en la producción de grafeno es exitoso, lo cual tendrá un efecto positivo en el sector minero de Bolivia y también en el mercado laboral generando mayor demanda de empleo, mismos que se analizan en el siguiente apartado.

4.7. APOORTE DE GRAFENO EN LA ECONOMÍA BOLIVIANA

Evidentemente se puede considerar que la introducción de la explotación de grafeno repercute positivamente en el producto interno bruto del sector minero de Bolivia, como se puede apreciar en la figura – 18.

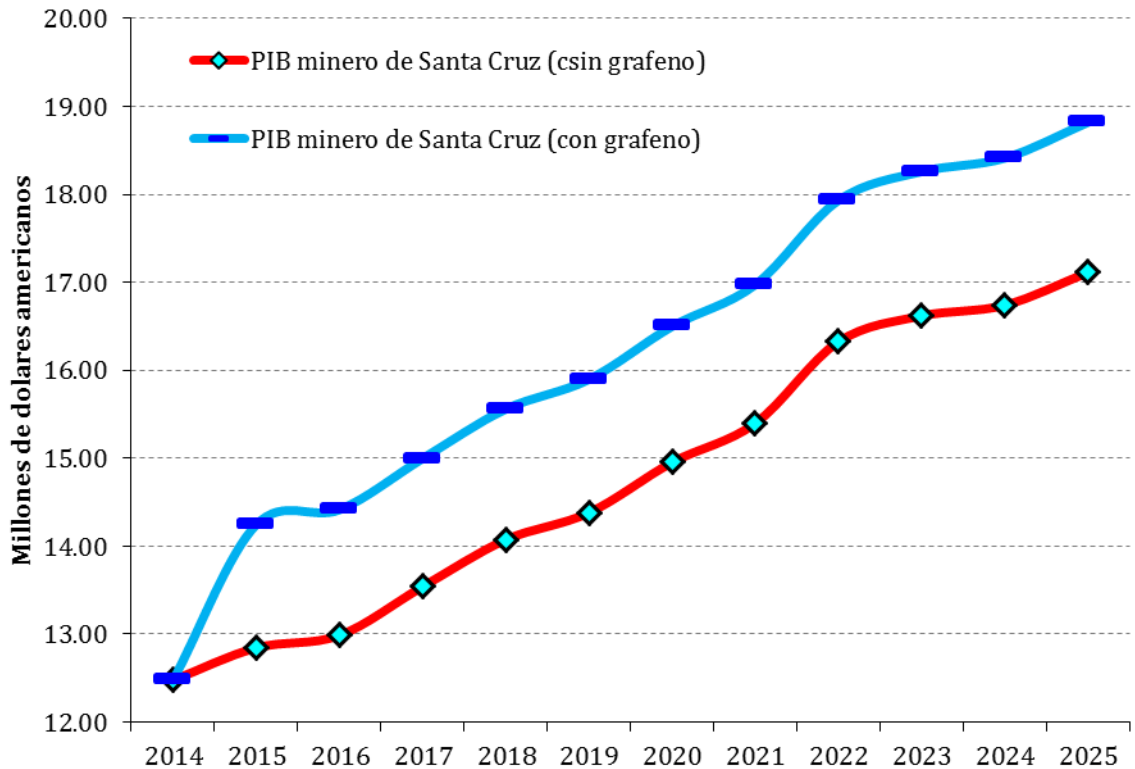


**FUENTE: MINISTERIO DE MINERIA Y METALURGIA, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
ELABORACION: PROPIA**

En la gráfica se puede observar que el PIB minero llega aproximadamente en la gestión 2014 con 2.20 millones de dólares hasta la gestión 2025 se simula que incrementa en 3.2 millones de dólares sin grafeno. El mismo con la producción de grafeno aumenta significativamente desde la gestión 2015 con 2,40 millones de

dólares hasta la gestión 2025 con 3.5 millones de dólares esto demuestra que al producir grafeno favorece significativamente en las exportaciones de Bolivia, con estos datos llegamos a demostrar la hipótesis planteada en el presente trabajo de Tesis De Grado.

**FIGURA 19: INGRESO DE SANTA CRUZ CON Y SIN LA PRODUCCIÓN DE GRAFENO
(Expresado en millones de dólares)**



**FUENTE: MINISTERIO DE MINERIA Y METALURGIA, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
ELABORACION: PROPIA**

El producto interno bruto (PIB) del departamento de Santa Cruz tienen una tendencia creciente ya que sin grafeno los ingresos empiezan para la gestión 2014 con 12.4 millones de dólares y culminan en la gestión 2025 con 17.11 millones de dólares. Sin embargo, con los ingresos obtenidos de la exportación de grafeno, se incrementa el PIB considerablemente, en la gestión 2015 empezamos con 12.4 millones de dólares y para el 2025 los ingresos del departamento de Santa Cruz con el grafeno llegan a 18.82 millones de dólares.

CAPITULO – 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se ha podido ver en el presente trabajo, el grafeno es uno de los materiales que permite desarrollo Productivo para el sector minero de Bolivia, demostrando que la exportación del mineral muestra una tendencia positiva para el sector minero de Bolivia y mejores ingresos para el departamento de Santa cruz logrando que el PIB minero de Bolivia tenga una tendencia relevante al crecimiento.

El grafeno cuenta con características espectaculares (puede ser y es reemplazante de otras materias primas) y diversas aplicaciones. Desde su descubrimiento, todo nos lleva a pensar que el grafeno será muy codiciado y utilizado a nivel mundial.

Con toda la información recabada en este trabajo se confirma que las expectativas del grafeno son ciertas. No hay ningún material descubierto que presente tantas ventajas (hay grandes pasos en investigaciones que perfeccionan los métodos).

El grafeno, en menos de cinco años, será mundialmente conocido y será una de las bases de la tecnología en los próximos años, si Bolivia toma sus previsiones para exportar el mineral Grafito estaremos a la par en el desarrollo a nivel mundial con expectativas favorables para nuestro País.

Se ha definido al grafeno por parte de la comunidad científica será el material que revolucionará el futuro, provocando desde importantes cambios en la industria de la telefonía móvil, las telecomunicaciones o la fabricación de chips, hasta la forma de elaborar fármacos contra el cáncer. Sus magníficas propiedades han movilizad a la industria e investigadores para obtener aplicaciones y nuevos productos basados en este material.

El interés para los sectores de la Defensa y la Seguridad en el grafeno también es alto, por todas sus posibles aplicaciones y potencial mejora de capacidades del combatiente, plataformas, sistemas de comunicación, etc.

El grafeno es un material muy joven, y muchos expertos opinan que no habrá productos comerciales basados en grafeno (siendo optimistas) hasta 2020. Son muchos los campos de aplicación de este material y, por lo tanto, son muchos los temas que hay que estudiar y retos que superar.

Por ello, aún se está a tiempo de iniciar proyectos en este campo, eso sí, teniendo clara y definida el área de aplicación en el que se quiere participar. Está claro que la anticipación es clave para posicionarse bien en un mercado tan novedoso.

Sugiero se puedan ver posibilidades de este material a medio y largo plazo:

Financiación: antes de aventurarse a trabajar con el grafeno, es necesario contar con una financiación que permita trabajar sin la presión de tener que generar un producto a corto plazo.

Se analizó una estrategia a corto, medio y largo plazo: es decir, tener claro qué se quiere hacer, para qué se quiere hacer, quiénes serán los Países a los que irá destinada la exportación.

En cuanto a la producción del material, actualmente el volumen de oferta es mayor que la demanda que requiere el mercado porque éste es muy pequeño y está fundamentalmente destinado a investigación,

En el momento en el que se empezaran a fabricar productos que incluyeran grafeno, la demanda incrementara, por tanto, el volumen de fabricación se multiplicaría, lo cual tendría una repercusión directa en el precio del material.

Tomando en cuenta el caso de Bolivia somos un país que cuenta con abundantes yacimientos del mineral, para poder obtener el grafeno, lo cual identifica que las posibilidades de lograr un desarrollo económico para el país son elevadas.

Se demostró que con la explotación del mineral grafito se comprobó la hipótesis logrando un desarrollo óptimo lo cual nos sirvió para demostrar que el PIB minero se incrementaría como también los ingresos para el departamento de Santa Cruz.

Se recomendaría que se pueda lograr un aporte más amplio a el presente trabajo de tesis de Grado con profesionales de nuestra Universidad Mayor De San Andrés y todas las personas que quisieran llevar a cabo una investigación a cerca del grafeno para lograr un mejor desarrollo tecnológico y económico para el País.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTO IMPRESO

1. K. Geim, K. S. Novoselov. Nature materials, Vol. 6, 183-191, (2007)
2. Bae et al. Nature Nanotechnol. 5, 574-578, 2010]
3. Hernandez, Y., V.Nicolosi, M. Lotya, et al. 2008. High-yield production of graphene by liquid-phase exfoliation of graphite. Nature Nanotechnology 3 (9): 563-568]
4. Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Informe quincenal 87, abril 2012]
5. Graphene Analysis of Technology, Markets and Players 2012-2018]
6. Pablo Solís Fernández «Modificación superficial de materiales de carbono: grafito y grafeno», Univ. Oviedo 2011.
7. Presentación Rodney S. Ruoff (University of Texas) «Graphene Mate- rials and Opportunities», 2011
8. Presentaciones «Industrial Day» sobre grafeno organizado por ICMM, 2011
9. Dr. Livio Baldi «Report on Graphene Workshop» Brussels, March 21- 22, 2011
10. Intellectual Property Office (UK) «An Analysis of Worldwide Patent Fi- lings Relating to Graphene», 2011
11. **Los Minerales De Bolivia Y Sus Parajes**
LIBRO No 1 Libro No 2 Año 1998 Idioma español Lic. Dmytro Zrazhevskyyi
Santa Cruz Bolivia.

12. **Las Maravillas Del Precámbrico Y Yacimientos Minerales De Bolivia**
LIBRO No 1 Año 2007 Idioma español Lic. Dmytro Zrazhevskyi Santa Cruz
Bolivia
13. Presentaciones «Industrial Day» sobre grafeno organizado por ICMM, 2011
14. Propiedades y aplicaciones del grafeno Autor: SOPT
15. Instituto nacional De Estadística (INE) anuario 2013 sector minería
16. Fondo De Financiamiento Para La Minería FOFIM
17. Ministerio De Minería Y Metalurgia
18. Ley No 535 de Minería y Metalurgia
19. Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Informe quincenal 87,
abril 2012

PAGINAS WEB:

http://www.ams-drupa.heidelberg.com/www/html/es/content/articles/press_lounge/company/trade_shows/pre_drupa_2012/111208_prinect_print_shop_workflow (12/09/2011)
<http://www.slideshare.net/orlandpe/la-cadena-de-valor-de-porter> (08/03/2010)
<http://www.slideshare.net/jcfdezmxmanag/gerencia-del-servicio> (15/02/2009)
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/diagnostico-gestion-logistica-agencia-viajes/diagnostico-gestion-logistica-agencia-viajes.pdf> (2012/01/30)
<http://www.degerencia.com/tema/logística>
<http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/modelo>

ANEXOS

Reservas de yacimientos del mineral Grafito y su familia

localidad Concepción			Total, Reservas
Mineral	categorías	Toneladas	
Carbón de Piedra	probables	1.133.333	4.533.333
	probada	3.400.000	
Turba	probables	906.666	2.629.331
	probada	1.722.665	
Grafito	probables	1.473.333	2.177.000
	probada	703.667	

Fuente: Minerales no metálicos, rocas industriales y Gemas de Bolivia
Ing. Geólogo Moisés Salomón Rivas Valenzuela Santa Cruz De La Sierra
2009

Elaboración Propia

localidad San Ignacio			Total, Reservas
Mineral	categorías	Toneladas	
Carbón de Piedra	probables	3.133.333	6.533.333
	probada	3.400.000	
Turba	probables	1.906.666	4.629.331
	probada	2.722.665	
Grafito	probables	3.473.333	6.242.999
	probada	2.769.666	

Fuente: Minerales no metálicos, rocas industriales y Gemas de Bolivia
Ing. Geólogo Moisés Salomón Rivas Valenzuela Santa Cruz De La Sierra
2009

Elaboración Propia

localidad Buena Vista			Total, Reservas
Mineral	categorías	Toneladas	
Carbón de Piedra	probables	3.233.321	6.436.921
	probada	3.203.600	
Turba	probables	2.706.756	6.229.511
	probada	3.522.755	
Grafito	probables	3.573.321	6.566.643
	probada	2.993.322	

Fuente: Minerales no metálicos, rocas industriales y Gemas de Bolivia
Ing. Geólogo Moisés Salomón Rivas Valenzuela Santa Cruz De La Sierra

ESTADÍSTICAS DE LA MINERÍA EN BOLIVIA

PRODUCTO INTERNO BRUTO MINERO (NOMINAL) (En Miles de Bolivianos) Serie: 1980 - 1990

Descripción	Unidad	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
	Bs. corrientes	10	9	39	132	1.276	113.979	300.042	424.395	642.205	901.820	958.018
PIB Total	Bs. corrientes	111	144	358	1.256	19.347	2.366.158	7.607.769	8.884.398	10.805.500	12.693.906	15.443.136
% del Total	Porcentaje	9,2%	6,6%	10,8%	10,5%	6,6%	4,8%	3,9%	4,8%	5,9%	7,1%	6,2%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística
Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera
Ministerio de Minería y Metalurgia

PRODUCTO INTERNO BRUTO MINERO (NOMINAL) (En Miles de Bolivianos) Serie: 1991 - 2001

Descripción	Unidad	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	Bs. corrientes	888.191	1.018.992	830.500	1.147.189	1.610.596	1.780.667	1.801.207	1.725.521	1.660.839	1.779.206	1.673.392
PIB Total	Bs. corrientes	19.132.128	22.014.006	24.458.969	27.636.342	32.235.073	37.536.647	41.643.866	46.822.326	48.156.175	51.928.492	53.790.327
% del Total	Porcentaje	4,6%	4,6%	3,4%	4,2%	5,0%	4,7%	4,3%	3,7%	3,4%	3,4%	3,1%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística
Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera
Ministerio de Minería y Metalurgia

PRODUCTO INTERNO BRUTO MINERO (NOMINAL) (En Miles de Bolivianos) Serie: 2002 - 2013

Descripción	Unidad	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (p)
Minerales Metálicos y No Metálicos	Bs. corrientes	1.726.313	2.000.510	2.371.102	2.668.447	4.771.987	5.981.612	10.323.034	9.664.437	12.220.150	15.986.892	13.682.342	13.682.342
Productos Básicos de Metales	Bs. corrientes	30.502	36.785	54.386	51.740	59.940	65.044	89.135	69.272	90.540	107.810	104.426	104.426
PIB Total Minería	Bs. corrientes	1.756.815	2.037.295	2.425.488	2.720.187	4.831.927	6.046.655	10.412.169	9.733.709	12.310.691	16.094.701	13.786.768	13.786.768

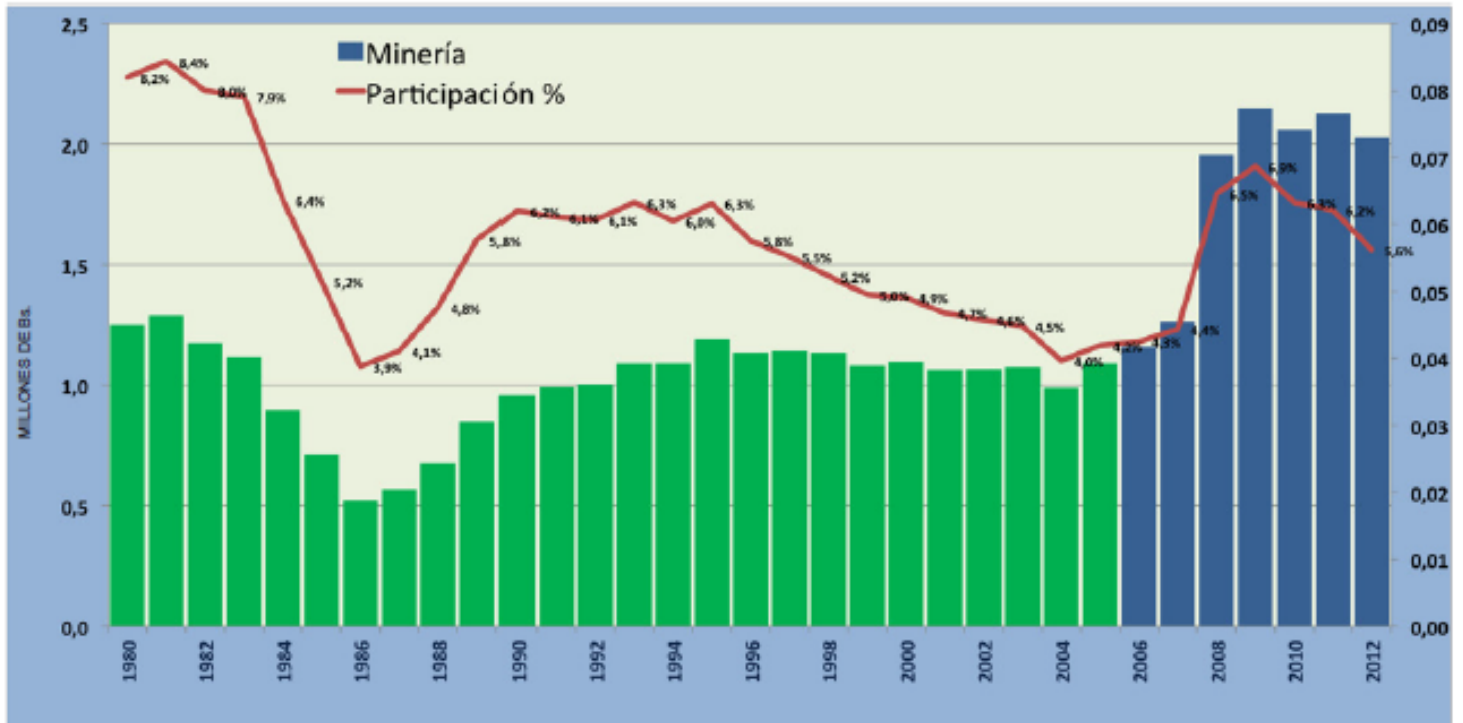
(p): Cifras preliminares
PIB Sector Minero comprende las ramas: minerales metálicos y no metálicos y productos básicos de metales
Fuente: Instituto Nacional de Estadística
Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera
Ministerio de Minería y Metalurgia

PRODUCTO INTERNO BRUTO MINERO (REAL) (En Miles de Bs de 1990) Serie: 2002 - 2013

Descripción	Unidad	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (P)
	Bs. de 1990	1.066.081	1.073.746	988.186	1.090.312	1.160.314	1.265.995	1.954.416	2.148.307	2.061.599	2.130.192	2.027.516	2.085.424
PIB Total	Bs. de 1990	23.297.736	23.929.417	24.928.062	26.030.240	27.278.913	28.524.027	30.277.826	31.294.253	32.585.680	34.271.640	36.045.688	38.487.830
% del Total	Porcentaje	4,6%	4,5%	4,0%	4,2%	4,3%	4,4%	6,5%	6,9%	6,3%	6,2%	5,6%	5,4%

(p) Cifras preliminares
PIB: Producto Interno Bruto del Sector Minero comprende las Fundiciones
Fuente: Instituto Nacional de Estadística
Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera
Ministerio de Minería y Metalurgia

GRÁFICO 1: PRODUCTO INTERNO BRUTO MINERO 1980 - 2013
PARTICIPACIÓN DEL SECTOR MINERO EN EL PIB TOTAL
SERIE: 1980 - 2013
(En miles de millones de bolivianos de 1990)

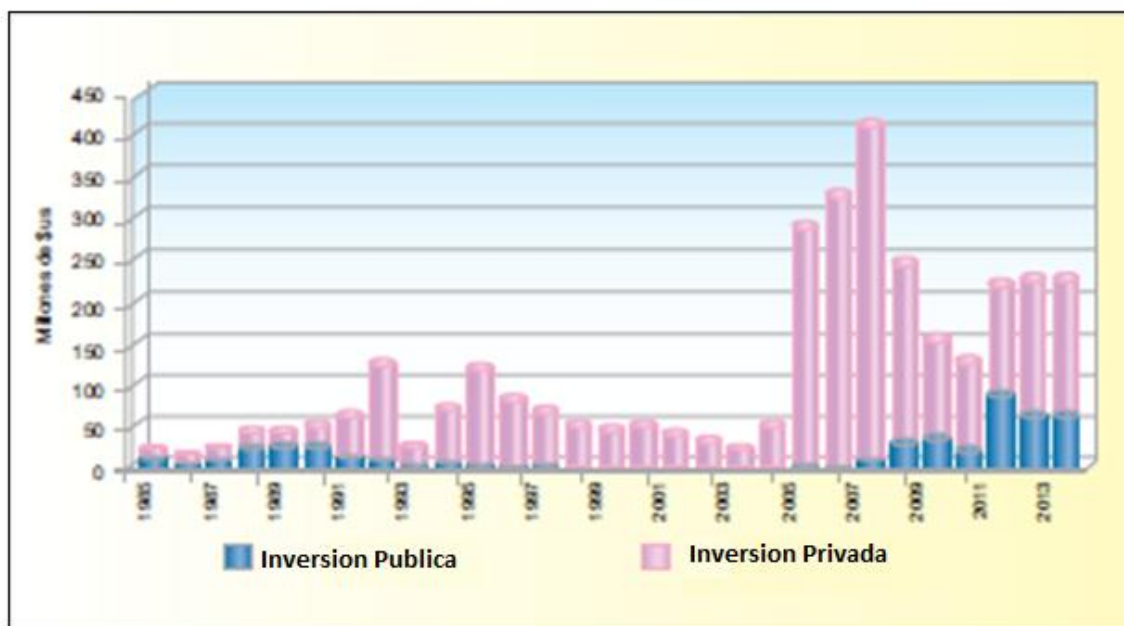


INVERSIÓN EN MINERÍA
(En Millones de Dólares Americanos)
Serie: 2005 - 2013

Descripción	Unidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (p)
Total	MM \$us	293,6	330,2	401,3	245,0	157,6	130,3	223,0	224,8	194,8
Pública	MM \$us	6,1	2,2	5,8	35,4	47,0	27,4	90,2	70,0	115,2
Privada	MM \$us	287,5	328,0	395,5	209,6	110,6	102,9	132,8	154,7	79,6

Fuente: Informes de Minería Estatal, VIPFE y Mediana
 Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera
 Ministerio de Minería y Metalurgia

INVERSIÓN EN MINERÍA (En Millones de Dólares Americanos)



EMPLEO EN MINERÍA (En número de trabajadores)

Serie: 2002 - 2013

Descripción	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013(p)
Total	54.617	55.357	55.452	55.717	65.326	70.175	75.192	84.364	98.562	112.566	126.046	130.932
Estatal	117	117	117	117	4.726	5.075	5.322	5.454	5.936	6.422	7.672	7.902
Mediana	3.050	3.240	3.200	3.100	3.850	4.500	4.050	4.200	5.745	6.169	5.859	6.035
M. Chica	2.200	2.050	2.085	2.350	2.550	2.600	1.820	1.710	1.881	1.975	2.015	2.075
Cooperativas	49.250	49.950	50.050	50.150	54.200	58.000	64.000	73.000	85.000	98.000	110.500	114.920

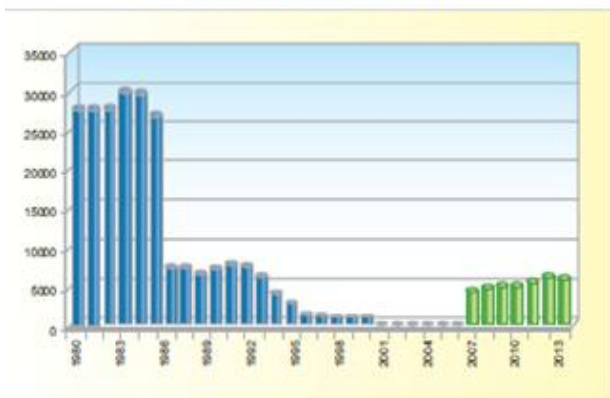
(p) Cifras preliminares

Fuente: Informes de Minería Mediana, Estatal y Cooperativas

Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera

Ministerio de Minería y Metalurgia

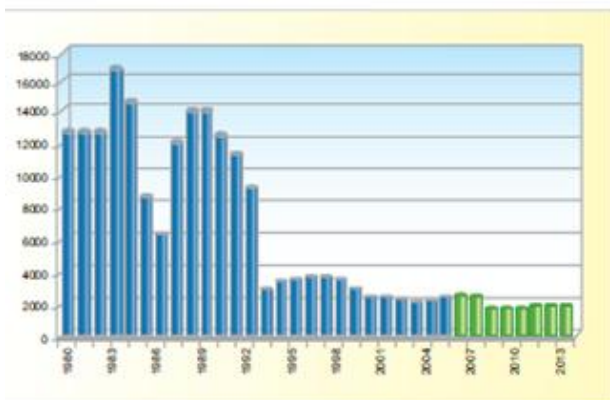
EMPLEO EN MINERÍA ESTATAL
(En número de trabajadores)



EMPLEO EN MINERÍA MEDIANA
(En número de trabajadores)



EMPLEO EN MINERÍA CHICA
(En número de trabajadores)



EMPLEO EN MINERÍA COOPERATIVIZADA
(En número de trabajadores)



VALOR BRUTO DE PRODUCCIÓN DE MINERALES CONCENTRADOS POR DEPARTAMENTOS
(En Dólares Americanos)
Serie: 2001 - 2013

Descripción	Unidad	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (p)
TOTAL	\$us	366.094.582	371.137.440	409.145.269	514.144.864	630.792.567	1.150.605.573	1.474.749.095	2.011.440.133	2.041.218.746	2.642.793.745	3.739.068.556	4.156.139.777	3.427.678.707
Chuquisaca	\$us	405.780	228.999	110.851	189.025	2.031	49.204	3.875.376	1.911.722	2.564.661	6.665.502	5.346.698	294.578.098	242.946.370
La Paz	\$us	45.561.888	63.975.579	84.553.030	118.829.644	140.980.401	218.307.919	249.564.871	235.886.069	211.035.863	329.159.143	548.332.056	1.275.337.397	1.051.804.577
Cochabamba	\$us	3.091.093	1.857.724	1.298.477	2.310.414	1.359.964	3.125.358	12.405.480	15.990.063	9.913.373	18.863.621	28.871.007	29.522.203	24.347.744
Oruro	\$us	175.359.762	168.080.260	151.961.506	147.164.066	178.523.802	322.299.170	351.646.405	364.431.031	315.458.285	474.659.695	647.069.494	513.524.435	423.517.222
Potosí	\$us	133.553.927	133.561.627	163.383.713	220.956.333	273.525.346	556.453.103	791.508.370	1.321.874.177	1.444.951.852	1.784.853.432	2.413.074.206	1.933.085.110	1.594.266.561
Santa Cruz	\$us	8.122.130	3.433.251	7.837.683	24.695.383	36.401.022	50.370.819	65.748.593	71.347.071	57.294.714	28.592.352	96.375.094	106.382.495	87.736.465
Tarija	\$us	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101.877	84.020
Beni	\$us	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	905.217	746.556
Pando	\$us	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.702.947	2.229.192

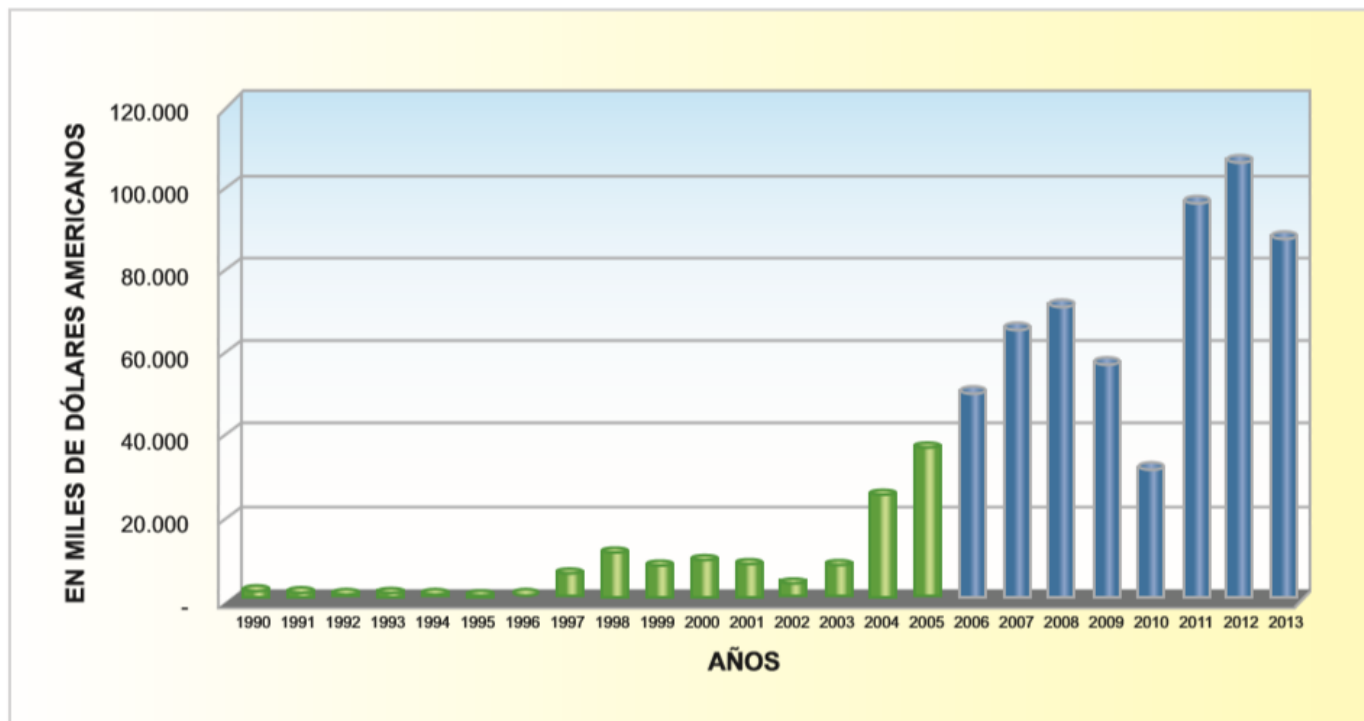
(p) Cifras preliminares

Fuente: Informes de producción y declaraciones únicas de exportación

Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera

Ministerio de Minería y Metalurgia

Gráfico 27: Valor Bruto de Producción de Minerales Concentrados SANTA - CRUZ

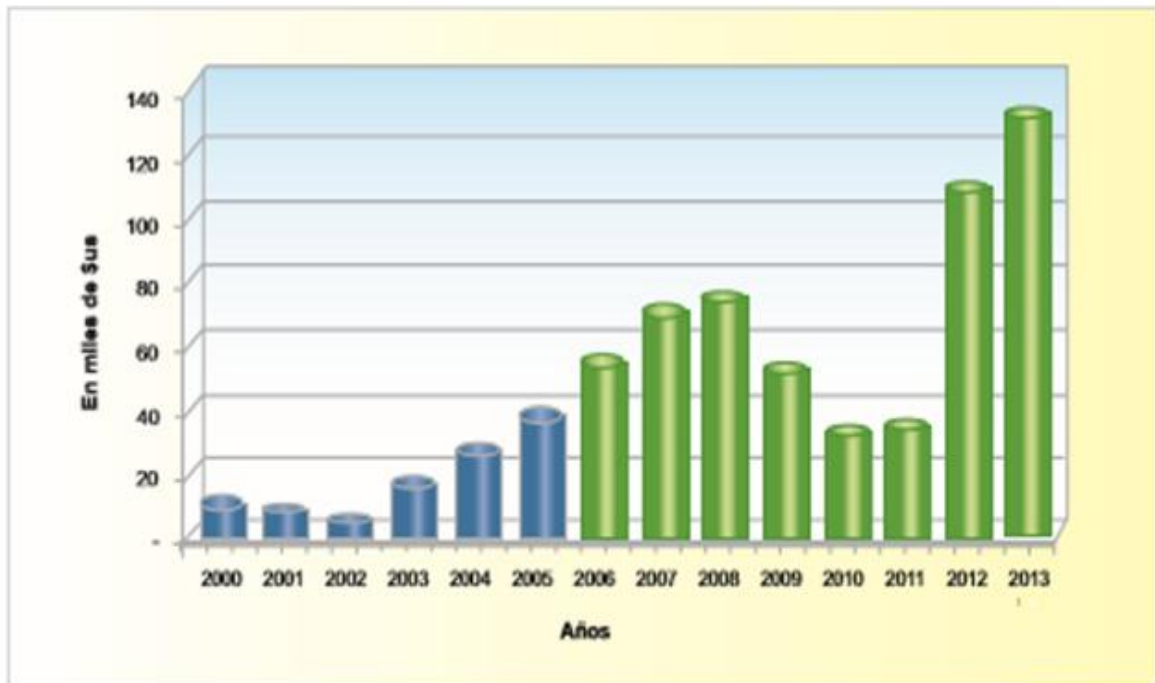


CANTIDAD Y VALOR DE EXPORTACIÓN DE MINERALES Y METÁLICOS
En kilogramos finos y dólares americanos
Serie: 2001 - 2013

Descripción	Unidad	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (p)
Total	\$us	336.973.183	348.565.623	372.447.612	456.638.464	547.288.859	1.872.672.852	1.385.933.982	1.962.204.453	1.853.248.787	2.405.879.804	3.448.064.237	3.871.432.312	3.083.128.819
Zinc	K.F.	137 075 614	142 631 200	150 095 971	146 038 675	149 848 051	178 377 730	210 457 917	385 612 444	428 958 604	410 322 127	424 460 127	381 210 706	392 932 502
	\$us	120 741 687	111 339 969	123 349 971	151 227 208	198 696 308	547 498 870	691 730 963	738 474 627	688 811 333	887 166 150	941 163 846	736 789 972	750 270 200
Estañol	K.F.	12 126 951	14 124 797	15 411 988	17 635 787	16 374 817	17 054 312	14 100 505	15 323 523	17 608 525	17 900 254	17 174 473	16 584 253	16 539 362
	\$us	55 965 722	57 795 539	73 286 403	145 351 875	123 366 145	144 422 479	205 846 196	284 028 788	235 161 590	352 621 715	452 332 586	346 212 592	370 147 938
Oro	K.F.	9 895	9 077	6 289	2 576	5 358	6 573	5 566	5 072	3 715	2 440	1 895	2 169	1 833
	\$us	86 288 780	89 650 688	71 841 167	33 692 180	77 712 628	126 096 510	122 906 701	142 121 970	113 527 328	95 065 576	95 230 875	116 147 257	83 833 391
Oro(*)	K.F.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 522	20 515	11 397
	\$us	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	177 238 776	1 099 083 993	493 488 431
Plata	K.F.	376 780	463 095	489 829	434 269	399 385	478 999	520 094	1 110 437	1 324 092	1 271 837	1 219 450	1 198 696	1 281 422
	\$us	52 921 484	68 406 735	75 094 481	91 160 316	92 285 077	172 118 459	223 842 366	525 083 778	609 601 416	797 277 584	1 373 675 005	1 196 312 720	1 001 480 720
Antimonio	K.F.	2 385 693	2 398 424	2 673 654	3 117 592	5 204 111	5 460 366	3 881 303	3 905 068	2 990 072	4 980 096	3 947 293	5 081 208	5 052 648
	\$us	1 806 572	3 569 087	6 371 651	8 550 979	17 678 263	26 776 895	21 215 626	23 848 600	15 514 826	41 928 798	56 738 320	64 594 549	51 662 790
Plomo	K.F.	8 401 714	9 652 187	86 677 695	10 957 764	10 848 598	11 989 799	21 566 387	83 117 545	84 879 803	73 290 524	99 831 343	77 516 893	78 490 385
	\$us	3 941 856	4 402 941	4 286 435	9 241 940	10 621 286	14 609 715	60 836 986	170 255 853	138 861 587	196 688 481	240 623 152	157 682 972	167 239 503
Wolfram	K.F.	671 281	503 270	555 536	507 780	669 225	1 093 999	1 395 404	1 447 569	1 290 460	1 517 572	1 417 592	1 572 765	1 580 342
	\$us	4 024 163	1 577 541	2 148 446	2 654 279	7 427 497	16 387 941	21 983 257	22 795 852	17 828 776	21 336 680	19 898 879	22 020 796	30 172 999
Cobre	K.F.	22 430	131 789	165 338	608 792	34 745	218 041	606 223	730 891	666 541	1 803 940	3 429 512	9 177 262	8 544 694
	\$us	35 033	204 425	286 196	1 279 982	130 922	1 270 879	4 436 205	5 526 590	3 665 174	13 730 147	29 101 796	70 547 014	63 143 858
Bismuto	K.F.	59 676	57 036	121 667	166 093	43 928	154 830	146 688	55 049	54 208	87 061	61 659	10 156	20 089
	\$us	445 977	378 582	754 352	1 133 337	282 860	1 118 456	4 724 959	1 357 171	885 879	1 520 426	1 620 167	221 024	388 816
Cadmio	K.N.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	\$us	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hierro	K.N.	-	-	-	-	308	26 600	-	-	450	18 024	7 100 000	13 348 000	1 760 000
	\$us	-	-	-	-	170	840	-	-	24	1 190	1 244 545	899 862	241 080
Manganeso	K.N.	-	-	-	-	381 150	41 520	259 796	663 125	97 656	8 488 533	10 793 408	2 558 715	718 660
	\$us	-	-	-	-	28 682	6 000	38 031	104 588	9 570	1 978 847	2 562 809	746 490	187 335
Otros (1)	\$us	10 801 909	11 240 116	15 028 510	12 438 368	19 058 212	22 365 809	28 372 191	38 606 636	29 381 244	35 764 211	56 633 510	60 173 070	70 851 758

Fuente: Instituto Nacional de Estadística
Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera
Ministerio de Minería y Metalurgia

VALOR DE LA EXPORTACIÓN DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ 2000-2013 (En miles de dólares americanos)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística
Elaboración: Unidad de Análisis de Política Minera
Ministerio de Minería y Metalurgia