

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**TESIS**

**ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS DEL PROCESO DE FORMALIZACIÓN  
MINERA EXTRAORDINARIA EN LA REGIÓN PUNO 2012-2017**

**PRESENTADA POR:**

**KEVIN ROMEL NINA PAYE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE :**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO, PERÚ**

**2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS DEL PROCESO DE FORMALIZACIÓN  
MINERA EXTRAORDINARIA EN LA REGIÓN PUNO 2012-2017

PRESENTADA POR:

KEVIN ROMEL NINA PAYE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE :

INGENIERO DE MINAS

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

.....  
M. Sc. ESTEBAN MARÍN PAUCARA

PRIMER MIEMBRO

.....  
Ing. AMÍLCAR GIOVANY TERÁN DIANDERAS

SEGUNDO MIEMBRO

.....  
Ing. ARTURO RAFAEL CHÁYÑA RODRÍGUEZ

ASESOR DE TESIS

.....  
M. Sc. AMÉRICO ARIZACA AVALOS

Área: Ingeniería de Minas.

Tema: Sistema de gestión de calidad, medio ambiente y responsabilidad social.

## DEDICATORIA

A mis amados padres, Nazario Nina Apaza e Hilda Paye Quispe quienes con su amor y apoyo incondicional hicieron posible que pueda seguir adelante con una carrera profesional y que con sus enseñanzas y motivación permanente no me permitieron desfallecer durante mi formación profesional.

A mis queridas hermanas, Tahiri y Heidi, por su gran apoyo y por ser principal fuente de inspiración y motivación para la realización del presente trabajo

## AGRADECIMIENTOS

- Primeramente, agradezco a Dios, por guiarme, acompañarme y por permitirme vivir una gran experiencia a lo largo de mi formación profesional.
- A la Universidad Nacional del Altiplano, alma máter que me brindó todas las herramientas para construir los pilares de mi formación profesional.
- A cada docente de la Facultad de Ingeniería de Minas, quienes, gracias a cada una de sus enseñanzas impartidas y experiencias compartidas, contribuyeron de gran manera en mi formación profesional.
- A mi asesor de tesis, quien, con sus conocimientos y experiencias, me guió durante la realización del presente trabajo.
- A mis amigos y compañeros de estudio con los que compartí gratos momentos a lo largo de mi formación profesional.
- A la Dirección Regional de Energía y Minas - Puno, institución que me dio la oportunidad, me brindó la confianza y el apoyo necesario para poder desarrollar el presente trabajo, ver anexo A, y que además me permitió el honor de conocer a muy buenas personas y grandes profesionales en el ámbito de la minería.

**ÍNDICE GENERAL**

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIII</b>

**CAPITULO I****INTRODUCCIÓN**

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	1
1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Problema general .....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	4
1.4.1. Hipótesis general.....	4
1.4.2. Hipótesis específicas.....	4

**CAPÍTULO II****MARCO TEÓRICO**

2.1 ANTECEDENTES.....	8
2.2. MARCO TEÓRICO .....	10
2.2.1. Minería de pequeña escala.....	10
2.2.2. Formalización minera en el Perú y el Mundo.....	13
2.2.3. Impacto de la minería de pequeña escala.....	18

2.2.4. Minería de Datos.....	20
------------------------------	----

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA**

3.1. ÁMBITO O LUGAR DE ESTUDIO.....	22
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	22
3.3. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS .....	23
3.4. REDES NEURONALES.....	25

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMALIZACIÓN MINERA EXTRAORDINARIO EN LA REGIÓN PUNO 2012 AL 2017. ....	31
4.2. PERSPECTIVAS DEL PROCESO DE FORMALIZACIÓN MINERA EXTRAORDINARIA IMPLEMENTADA EN LA REGIÓN PUNO PERÍODO 2012- 2017 EN CONCORDANCIA CON LOS D.L. 1105 Y 1293.....	43
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de la Actividad Minera en el Perú .....	10
Tabla 2: Registro de Declaración de compromisos 2012.....	17
Tabla 3: Pequeños Mineros y artesanales formalizados diciembre 2016.....	18
Tabla 4 : Similitud en la terminología de redes neuronales y la estadística tradicional .....	27
Tabla 5 : Modelos estadísticos y Redes Neuronales .....	28
Tabla 6: Declaración de compromiso y presentación de REINFO en SUNAT .....	32
Tabla 7: Distribución de mineros informales por provincia .....	33
Tabla 8 : Mineros informales que se encuentran en el D.L. 1105 y D.L. 1293.....	35
Tabla 9: Mineros que cuentan con declaración de compromiso y los que no poseen .....	36
Tabla 10 : Mineros informales que pasaron al registro de saneamiento .....	37
Tabla 11 : Mineros informales que se encuentran en el REINFO.....	37
Tabla 12: Presentación del Instrumento ambiental de acuerdo al modelo de formalización.....	39
Tabla 13: Mineros que cuentan con la autorización de uso de agua .....	40
Tabla 14 : Mineros informales que presentaron expediente técnico .....	41
Tabla 15: Mineros que cuentan con el inicio/reinicio de operaciones .....	42
Tabla 16: Resumen de la aplicación de redes neuronales para el pronóstico del proceso de formalización .....	44
Tabla 17 : Información de variables procesadas con el modelo de redes neuronales de SPSS ...	45
Tabla 18 : Pronóstico para las muestras de entrenamiento, pruebas y reserva .....	46
Tabla 19: Evolución del proceso de formalización minera en la Región Puno .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Redes neuronales en SPSS .....	29
Figura 2: Variables en el aplicativo de Función de base radial (RBF).....	29
Figura 3: Asignacion de particiones en funcion relativa de casos .....	30
Figura 4: Presentación de Declaración de compromiso y Reinfo .....	32
Figura 5 : Grafico de la distribución provincial de mineros informales.....	34
Figura 6 : Proceso de formalización en el D.L.1105 y D.L. 1293 .....	35
Figura 7 : Minero Informal que tiene declaración de compromiso o está en el régimen del D.L. 1293 .....	36
Figura 8 : Mineros que se encuentran en el REINFO .....	38
Figura 9 : Instrumento ambiental de acuerdo al modelo de formalización .....	39
Figura 10 : Autorización de uso de agua aprobado.....	40
Figura 11 : Mineros en formalización que presentaron expediente técnico .....	42
Figura 12 : Mineros informales que cuentan con el inicio/reinicio de operaciones .....	43
Figura 13 : Diagrama de cajas para el pronóstico de inicio/reinicio de operaciones.....	47

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A : Carta de autorización para realizar trabajo de investigación**

**ANEXO B : Planos**

Plano N° 01: Provincias de la región Puno.

Plano N° 02: Catastro minero de la región Puno.

Plano N° 03: Coordenadas declaradas por los mineros inscritos en REINFO, según D.S. 005-2017-EM.

Plano N° 04: Coordenadas declaradas por los mineros inscritos en REINFO, según D.L. 1293.

Plano N° 05: Inscripciones en el REINFO en la provincia de Sandia.

Plano N° 06: Inscripciones en el REINFO en la provincia de San Antonio de Putina.

Plano N° 07: Inscripciones en el REINFO en la provincia de Carabaya.

Plano N° 08: Inscripciones en el REINFO en la provincia de Lampa.

Plano N° 09: Inscripciones en el REINFO en la provincia de Huancané.

Plano N° 10: Inscripciones en el REINFO en la provincia de Puno.

Plano N° 11: Inscripciones en el REINFO en la provincia de San Román.

Plano N° 12: Inscripciones en el REINFO en la provincia de Azángaro.

Plano N° 13: Inscripciones en el REINFO en la provincia de El Collao.

Plano N° 14: Inscripciones en el REINFO en la provincia de Melgar.

Plano N° 15: Inscripciones en el REINFO en la provincia de Chucuito.

**LISTA DE ACRÓNIMOS**

AL	: América Latina
ALA	: Autoridad Local del Agua
ANA	: Autoridad Nacional del Agua
CEPAL	: Comisión Económica Para América Latina y el Caribe
CIRA	: Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos
DGFM	: Dirección General de Formalización Minera
D.L.	: Decreto Legislativo
DREM	: Dirección Regional de Energía y Minas
D.S.	: Decreto Supremo
IGAC	: Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo
IGAFOM	: Instrumento De Gestión Ambiental Para La Formalización De Actividades De Pequeña Minería Y Minería Artesanal
INC	: Instituto Nacional de Cultura
MAPE	: Minería Artesanal y de Pequeña Escala
MINEM	: Ministerio de Energía y Minas
OEFA	: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
ONG	: Organización No Gubernamental
PMA	: Productor Minero Artesanal

PPM	: Pequeña Productor Minero
RD.	: Resolución Directoral
REINFO	: Registro Integral de Formalización Minera
RNDC.	: Registro Nacional de Declaración de Compromiso
RS.	: Registro de Saneamiento
RUC	: Registro Único de Contribuyente
SUNAT	: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria

## RESUMEN

El presente estudio de investigación tiene como objetivo analizar las perspectivas del proceso de formalización minera en la vía extraordinaria implementada por los dos últimos gobiernos en la Región Puno, para el periodo 2012 y 2017 y que por los resultados alcanzados hasta la fecha no han sido significativos, en tanto las normas dictadas con facultades delegadas al ejecutivo por parte del Congreso el año 2012 y 2016 parecen no estar dando resultados, para ello se ha utilizado como metodología la minería de datos o data mining, procesando información, como declaraciones de compromiso, fase de saneamiento, quienes presentaron Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo (IGAC), que cuentan con IGAFOM, presentaron estudios de agua y expediente técnico; los resultados muestran que de 5 920 operadores mineros solo el 6,6% presentaron instrumento ambiental, el 1,8% tiene autorización de uso de agua, el 0,3% ha presentado el expediente técnico, y solo el 0,2% ha logrado obtener el inicio/reinicio de operaciones. Con la aplicación de redes neuronales el proceso de formalización solo lo alcanzaría un 0,1% del total de mineros por lo que el modelo planteado requiere reformularse a fin de lograr incorporar a un número mayor en las actividades mineras de pequeña escala de manera formal.

**Palabras clave:** Formalización minera, minería artesanal, impactos ambientales, seguridad, salud ocupacional.

## ABSTRACT

The objective of this research project is the formalization process in the extraordinary route implemented in the last year in the Puno Region, for the period 2012 and 2017 and which, due to the results achieved to date, have not been significant, in the regulations issued with powers delegated to the executive by Congress in 2012 and 2016, they do not seem to be giving results, on the contrary, they have been used as data mining or information processing, as declarations of commitment, sanitation phase, those who have IGAFOM, present water studies and technical file; The results show that 5 920 mining operators only 6,6% instrument environmental instrument, 1,8% have water use, 0,3% have presented the technical file, and only 0,2% have achieved Start / restart of operations. The application of neural networks the formalization process would only reach 0,1% of the total of miners in the required model requires reformulated to achieve a larger number in small-scale activities.

**Key words:** Economic contribution, formalization, small mining, artisanal mining, illegal mining, social conflict.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Del año 2003 al 2007 se inicia un incremento de la minería a pequeña escala, principalmente debido al incremento de la cotización internacional del oro, haciéndose insostenible en los años 2006 y 2007 con la generación de conflictos entre operadores mineros que laboraban en la zona de la Rinconada y Ananea con mayor intensidad en esta última, que obligó al Ministerio de Energía y Minas y otros sectores como el Gobierno regional a iniciar acciones para controlar este incremento como: se suspendió los trámites para otorgar concesiones mineras en la región, se declaró en emergencia ambiental la cuenca del río Ramis y paralelamente se planteó un proceso de formalización minera.

Estas medidas se mantuvieron hasta el año 2011 con pocos resultados en todos los aspectos; por un lado no se pudo remediar la cuenca Ramis con todos los proyectos que habían planteado las municipalidades, mientras que la formalización minera solo había alcanzado algunos resultados en los operadores mineros de Ananea, situación que mantenía el conflicto entre productores agropecuarios y mineros informales, resultando ser los pobladores de partes bajas los más afectados y los que no habían alcanzado un

resarcimiento por los daños ocasionados debido principalmente a los efluentes que se vertían desde las operaciones en Ananea y Crucero.

Esta situación obligo a que el Gobierno emitiera el D.L. 1099 que prohibía la actividad minera en la cuenca del Río Ramis, para luego en unos días después con el D.L. 1100 extenderlo a todo el país; ilegalizando y penalizando la actividad con otros dispositivos que incorporaban en el código penal la minería ilegal; se sancionaban con penas pecuniarias la contaminación ambiental, se prohibía el tránsito de maquinarias, provocando la reacción y movilización de los mineros de todo el país en una huelga obligando al Gobierno de Ollanta a promulgar el D.L. 1105 que proponía un proceso de formalización; los requisitos para este proceso comprendían la declaración de compromisos, contrato de explotación, autorización de terreno superficial, licencia de uso de agua y expediente técnico.

Bajo este modelo se inscribieron en el Perú más de 70 000 mineros y en la región Puno 11 000 mineros; por una mala información, estos últimos incluían transportistas, pallaqueras, comerciantes y otros que se vinculaban con la actividad, obligándose al Ministerio de Energía y Minas a hacer una depuración, quedando algo más de 3 000 en el proceso. Los principales obstáculos para llevar adelante este proceso fueron obtener el contrato de explotación de los titulares mineros y la autorización de terreno superficial de parte de los comuneros y propietarios de los terrenos donde se encontraban las actividades informales, demás está decir que obtener la licencia de uso de agua y la inexistencia de restos arqueológicos se convirtió en un trámite engorroso y burocrático, creándose la ventanilla única para viabilizar los tramites pero que tampoco logro los objetivos propuestos.

El nuevo Gobierno a fines del año 2016 promulgó el D.L. 1293 que declara de interés nacional la formalización de las actividades de pequeña minería y minería artesanal, apresurándose nuevamente el registro de mineros y reestructurándose el proceso con la creación del registro integral de formalización, simplificación de los mecanismos administrativos de formalización, incorporándose en estas medidas a la SUNAT para efectos del registro, estando vigente este mecanismo se incorpora un mecanismo simplificado para la presentación del estudio ambiental que es el IGAFOM mediante el llenado de un formato el mismo que será fiscalizado por la Dirección Regional de Energía y Minas.

## **1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿Cuál es la perspectiva del proceso de formalización minera en la vía extraordinaria que se aplican en la Región Puno al amparo de los Decretos Legislativos 1105 y 1293 para el periodo 2012 al 2017?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los avances en el proceso de formalización de la minería a pequeña escala en la vía extraordinaria aplicados en la región Puno?
- ¿Cuál es la perspectiva de la formalización minera en la vía extraordinaria entre los años 2012 al 2017 con la aplicación de los Decretos Legislativos 1105 y 1293 en la Región Puno?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo general.**

Analizar las perspectivas del proceso de formalización minera en la vía extraordinaria con la aplicación del D.L. 1105 y 1293 entre los años 2012 y 2017 en la Región Puno.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar los resultados del proceso de formalización minera extraordinaria aplicados al en la región Puno entre los años 2012 y 2017
- Evaluar la perspectiva del proceso de formalización minera extraordinaria implementada por los dos últimos gobiernos en la región Puno periodo 2012-2017 con la aplicación de los Decretos Legislativos 1105 y 1293.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1. Hipótesis general**

- El proceso de formalización minera en la vía extraordinaria en la Región Puno no ha logrado los objetivos planteados en los Decretos legislativos 1105 y 1293, para el periodo 2012 al 2017.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- H1: Los resultados del proceso de formalización minera en la vía extraordinaria aplicados en la región Puno no han logrado alcanzar los objetivos establecidos en los decretos legislativos 1105 y 1293 en el periodo 2012 al 2017.
- H2: No existe una perspectiva positiva para el proceso de formalización minera en la vía extraordinaria aplicados en la Región Puno al amparo de los D.L. 1105 y 1293

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

El incremento de los precios del oro a nivel internacional desde comienzos de los años 2000 puso en valor muchos yacimientos, que tenían leyes marginales, en paralelo la minería artesanal era realmente de subsistencia, y estaba amparada por la Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal del año 2002, para los años 2005-2010 ya había una masificación de la actividad minera

informal en todo el país comprometiendo a más de 20 regiones, convirtiéndose en una gran oportunidad de trabajo y al que podían acceder cualquier persona sin mayor dificultad, así mismo, en la mayoría de regiones se había transferido las funciones y competencias de la pequeña minería y minería artesanal a los Gobiernos Regionales sin los recursos necesarios que terminaron siendo rebasados por el incremento de la actividad informal, desarrolladas principalmente en concesiones de terceros.

Estas circunstancias provocaron conflictos entre titulares mineros, dueños de terreno superficial, comunidades y mineros informales, cada cual exigiendo lo suyo, los titulares que presionaban al estado para que haga valer su derecho como concesionarios, las comunidades por la contaminación de sus áreas, los dueños de terrenos por la invasión de sus tierras y en conjunto este grupo por los impactos ambientales de la minería informal; hasta aquí es preciso señalar que no había una tipificación de minería ilegal. El estado mediante el Ministerio de Energía y Minas y las Direcciones Regionales solo atinaban a mediar estos conflictos, mientras que otras instituciones como GAMMA, promovían la formalización con la constitución de empresas y organización de los mineros, un ejemplo emblemático es las negociaciones entre la Corporación Minera Ananea S.A., y la Central de Cooperativas Mineras de Rinconada y Cerro Lunar.

Para el año 2012, con las facultades otorgadas por el Congreso de la Republica, el Gobierno de Ollanta Humala promulga un paquete de decretos legislativos destinados a eliminar la minería informal, se criminaliza la actividad, se fijan sanciones por contaminación ambiental, se incorpora en el código penal la actividad entre otras medidas drásticas que provocan al reacción nacional de los mineros que se movilizan en todo el territorio; presión que obliga al gobierno a emitir el D.L. 1105 que abre un espacio para el proceso de formalización y a su vez precisa la diferencia entre minería

ilegal e informal, abriéndose en todas las regiones un periodo de inscripción de todos los operadores mineros con la llamada declaración de compromiso.

La declaración de compromiso se convirtió en el primer paso para la formalización, a este debían agregarse, la acreditación de la titularidad de la concesión o caso contrario del contrato de explotación como segundo paso, el tercero correspondía a la elaboración del instrumento de gestión ambiental correctivo, el cuarto paso era obtener la licencia de uso de agua y el quinto y último paso se obtenía el inicio o reinicio de operaciones con la aprobación del expediente técnico; toda estos trámites terminaron siendo tan complejos que el resultado al finalizar el gobierno no se había formalizado ni 5 mineros de 70 000 que presentaron su declaración de compromisos, preocupación que obligo al nuevo gobierno a plantear nuevas medidas y nuevos Decretos Legislativos para enmendar los resultados anteriores.

La investigación servirá para que las instituciones del estado involucradas en el proceso de formalización en la vía extraordinaria identifiquen las limitaciones que se tiene en la aplicación de los dispositivos legales y a partir de ellos plantear medidas correctivas al proceso que permitan alcanzar mejores resultados. De la misma manera los operadores mineros podrán establecer las razones por las cuales no se avanza en la formalización a pesar que ya se tiene casi 7 años en la implementación.

En vista que se está haciendo una revisión de los dispositivos legales para el proceso de formalización en el poder legislativo, la investigación puede aportar con sus resultados para que se pueda hacer una evaluación nacional de los avances y a partir de ello promulgar normas que puedan verdaderamente aportar a la formalización de los mineros de acuerdo a las propias características que cada región como son tipos de yacimientos, métodos de explotación, instrumentos que se utilizan, nivel de

organización y situación legal respecto a la titularidad y propiedad del terreno superficial que fueron la principal limitación en la aplicación del Decreto Legislativo 1105 del 2012.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES

G. Paricahua (2017), en su tesis sobre evaluación del proceso de formalización minera en la región Puno de acuerdo al D.L. 1105, concluye que hay una ineficacia en el proceso debido a que solo se alcanzó el 0,16% de total debido a las múltiples dificultades que se mostraron en los procedimientos, además de la falta de voluntad de los sujetos de formalización, a estos aspectos se sumaron la ausencia de presupuesto y estrategias de las autoridades para que influyeron en el desarrollo de la formalización. Los aspectos más resaltantes fueron la obtención del contrato de explotación, la autorización del terreno superficial y la licencia de uso de aguas, y otros permisos y exigencias.

(Orocaja & Virginia, 2014) en su investigación sobre la fiscalización a los pequeños mineros y mineros artesanales se ha llevado a cabo de una manera desordenada debido a los instrumentos de gestión, así mismo debido a los insipientes recursos humanos y financieros disponibles, desbordando la capacidad del Gobierno Regional de Arequipa, los cuales tienen diferentes aristas como son los impactos ambientales, contaminación de aire, suelo y agua por el uso del mercurio y cianuro de

sodio en la etapa de beneficio, de allí que la aplicación del D.L. 1101 tiene limitación por la débil capacidad gerencial de los funcionarios encargados de la fiscalización, ausencia de apoyo político y falta de publicidad.

El proceso de formalización de la pequeña minería y minería artesanal en Lima Metropolitana requiere del cumplimiento de los funcionarios de la Dirección General de Minería (DGM) que se orienten a promover la consecución de los procedimientos y pasos de la formalización así como incrementar la fiscalización sobre los operadores mineros informales y determinar quienes utilizan el proceso como forma de seguir explotando cuando en realidad no tienen la posibilidad de culminar y más bien serán sujetos de cancelación de la declaración de compromisos.(Galiano, 2017).

Se ha demostrado también que el número de operadores mineros en la región Puno es considerable y que sin contar con el apoyo para su formalización y la no fiscalización del sector tienen un impacto en el medio ambiente y además generan conflictos sociales, así mismo se concluye que la mayor parte de los informales se encuentra en la zona norte de la región lo que implica tener un plan de gestión ambiental y social en la minería de pequeña escala ya que no hay capacitación y existe una pobre difusión sobre la formalización, como tampoco se realiza monitoreo ambientales (Huisa, 2015).

La apertura de la India y el distrito de Kalahandí muestra que indígenas pobres que se dedican a la extracción de piedras preciosas han remplazado su actividad dedicada a la agricultura tradicional de subsistencia con la minería artesanal, desplazando más campesinos a la minería informal que les da más dinero y en tiempo corto, sin embargo estos pueblos indígenas no han tenido un beneficio significativo

debido a que trabajan como jornaleros, donde no están ausentes los extranjeros oportunistas que son confabulan con las autoridades locales, políticos y líderes locales para desaparecer los beneficios de estas poblaciones y mantener el estado de pobreza condenándolos a vivir una vida precaria (Arnab & Lahiri-Dutt, 2016)

## 2.2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo aborda nociones teóricas acerca de diferentes conceptos, como son definiciones sobre minería de pequeña escala, informalidad, ilegalidad entre otros que se vinculan con la investigación.

### 2.2.1. Minería de pequeña escala

La pequeña minería, la minería artesanal y la minería informal se dedican principalmente a la explotación de oro; la producción de oro para el año 2016 por parte de la minería informal llega a 806 000 onzas finas mientras que la pequeña minería reporta 343 000 onzas y la minería artesanal 7 000 onzas (MINEM, 2016), que representan el 24% de la producción total nacional. Según el registro nacional de compromisos, los mineros que se encuentran en la fase de saneamiento alcanzan un número de 35 000 aproximadamente, los mismos que para su proceso de formalización deberán adecuarse al sistema de ventanilla única (MINEM, 2017); la clasificación por estratos se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 1: Clasificación de la Actividad Minera en el Perú

Estrato	Extensión de concesión	Capacidad productiva
Gran minería	Más de 2 000 Has	Más de 5 000 TM/día
Mediana minería	Más de 2 000 Has	Hasta 5 000 TM/día
Pequeña minería *	Hasta 2 000 Has	Hasta 350 TM/día
Minería artesanal **	Hasta 1 000 Has	Hasta 25 TM/día

\*Pequeña minería: Para materiales no metálicos y de construcción 1 200 TM/día y para yacimientos metálicos tipo placer 3 000  $m^3$ /día.

\*\*Minería Artesanal: Para materiales no metálicos y de construcción 100 TM/día y para yacimientos metálicos tipo placer 200 m<sup>3</sup> /día.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Ávila (2004), en el documento preparado por CEPAL y como consecuencia de la

1ra Conferencia Anual de Ministerios de Minería de las Américas se señalaron los problemas de la minería de pequeña escala cuyas implicancias se manifestaban en políticas, económicas, sociales y ambientales y abordar el problema requería modernizar la institucionalidad minera bajo tres conceptos

- Reforzamiento de la exploración y explotación de yacimientos minerales
- Mejor relación entre los organismos que administran las concesiones e intercambio de experiencias.
- Estimulación de las relaciones entre empresas e instituciones nacionales e internacionales.

Para la mitad del siglo XX en AL se dividió la actividad minera en pequeña, mediana y gran minería, en función del tamaño de la producción, inversión y número de trabajadores, donde no habido políticas orientadas a desarrollar y promocionar tecnologías, con formas de producción muy pobres especialmente en el estrato inferior denominado pequeña minería, que están relacionadas con desarrollos artesanales, ilegalidad, contaminación ambiental, conflictividad entre otras, pero a su vez es significativo en la producción minera del continente, que compromete de 11,5 a 13 millones de personas en el mundo que mueven entre 2 520 y 2 880 millones de dólares al año (E. Chaparro, 2000).

Galiano (2017), de acuerdo al D.L. N° 1105 tipifica a la minería artesanal y pequeña minería se determina por la dimensión de las concesiones, la artesanal es de subsistencia y la pequeña minería tiene un ánimo de lucro, la condición de uno u otro se obtiene acreditando el inicio/reinicio de operaciones, así mismo luego de obtener la

concesión de exploración o explotación se debe obtener las licencias, permisos y autorizaciones para la explotación, también concluye que la existencia de la minería informal se debe al fácil acceso a los yacimientos, la mínima inversión, difícil acceso a las zonas y la alta rentabilidad.

Por otro lado se debe considerar que la minería de pequeña escala en algunas regiones de AL cómo es Colombia están financiando grupos subversivos y bandas criminales, así mismo se asocia a la explotación de personas de extrema pobreza que no cubren sus necesidades básicas, por lo que el Estado debe enfocar políticas de captación de regalías que no se perciben con la minería ilegal (Barrera & Herrera, 2017), en el caso peruano en el ranking de actividades ilícitas una de las principales es la minería ilegal que mueve grandes cantidades de dinero conjuntamente el narcotráfico y la tala ilegal incluso insertándose en la actividad política con diferentes estrategias (De Echave, 2016).

Para Buezo (2011), el origen de la minería artesanal se desarrolla en un marco de informalidad y débil institucionalidad, con una ambigüedad en la legislación que no se diferencia de la pequeña, mediana y gran minería, también se puede distinguir que tienen un sentido evolutivo, en sus inicios como grandes asociaciones y con una tendencia a formar pequeñas organizaciones con la finalidad de incrementar la productividad y rentabilidad como el caos de Puno donde se conforman las cooperativas siguiendo ejemplos de Bolivia, se considera que la formación de cooperativas y empresas resulta ser formas de organización mucho más viables y sostenibles.

### 2.2.2. Formalización minera en el Perú y el Mundo

La minería artesanal y de pequeña escala (MAPE), se configura como una actividad económica significativa en el crecimiento Global del Sur, por la posibilidad de brindar medios de vida en lugares con pocas opciones alternativas, a su vez existe la probabilidad de causar problemas sociales y ambientales, una opción es designar determinadas áreas para su desarrollo y control gubernamental (Corbett, O'Faircheallaigh, & Regan, 2017). Hilson and Osei (2014), señala que si la minería a pequeña escala (MAPE), se formaliza puede contribuir a reducir la crisis de desempleo que afecta el África subsahariana, donde miles de jóvenes han trabajado en este sector que tiene pocas oportunidades para el trabajo formal; esto requiere de un mayor apoyo a la MAPE repensando sus enfoques.

Si bien Sudáfrica es exitosa por su industria minera, tiene la minería de pequeña escala enfrenta situaciones de informalidad e ilegalidad que tienen pocas posibilidades de crecimiento, sin embargo el sector MAPE se le reconoce desde 1994 con marcos establecidos para apoyar el sector, lo que amerita que las partes interesadas deben establecer una hoja de ruta para el desarrollo del sector a nivel nacional, con una visión más compartida para su transformación, entendiendo que la criminalización de las actividades no registradas no resuelven los problemas, y más bien el gobierno debiera considerar la firma de convenios con otros países que tienen experiencias exitosas como es Ghana, Etiopía, Zambia y Zimbabwe (Ledwaba & Mutemeri, 2018).

De acuerdo a las normas establecidas a comienzos del año 2017, se promulgó el D.L. 1336 que define los conceptos de minería formal e informal que se detalla:

**Minería Formal.** - Actividad ejercida por persona, natural o jurídica, que cuenta con autorización de inicio o reinicio de actividades de exploración, explotación y/o beneficio de minerales y/o título de concesión de beneficio emitida por la autoridad competente.

**Minería Informal.** - Actividad minera realizada en zonas no prohibidas por aquella persona, natural o jurídica, que se encuentre inscrita en el Registro Integral de Formalización Minera cumpliendo con las normas de carácter administrativo y además, con las condiciones previstas en el artículo 91 del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por el Decreto Supremo N° 014-92-EM (D.L. 1336, 2017).

Esta misma normativa establece los requisitos para culminar el proceso de formalización minera integral son:

\* La formalización minera integral, puede ser iniciada o continuada, según sea el caso, por el sujeto inscrito en el Registro Integral de Formalización Minera que realiza su actividad cumpliendo con lo siguiente:

1. Aprobación del Instrumento de Gestión Ambiental y Fiscalización para la Formalización de Actividades de Pequeña Minería y Minería Artesanal – IGAFOM o del IGAC cuando corresponda.
2. Acreditación de Propiedad o Autorización de Uso del Terreno Superficial.
3. Acreditación de Titularidad, Contrato de Cesión o Contrato de Explotación respecto de la concesión minera.

\* No será exigible la presentación del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos, siendo suficiente la presentación de una Declaración Jurada sujeta a fiscalización posterior por parte del Ministerio de Cultura.

\* La Dirección y/o Gerencia Regional de Energía y Minas, o quien haga sus veces, emite, de corresponder, la autorización de inicio o reinicio de actividades mineras de explotación y/o beneficio de minerales y/o título de concesión de beneficio, considerando el cumplimiento de los requisitos citados en el presente artículo.

\* Los requisitos a que se refiere el presente artículo, pueden ser tramitados o acreditados de manera simultánea.

\* El Ministerio de Energía y Minas establece mediante Decreto Supremo, en un plazo máximo de sesenta (60) días calendario, contados a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo, las disposiciones complementarias referidas a los numerales 2 y 3 del párrafo 3.1 del presente artículo, así como de la autorización de inicio o reinicio de actividades mineras de explotación y/o beneficio de minerales y/o título de concesión de beneficio (D.L. 1336, 2017).

Se reconoce que el proceso de formalización extraordinaria desarrollada en el gobierno de Ollanta Humala ha jugado un papel relevante, con el registro de declaraciones de compromiso y la revisión de los respectivos documentos en las diferentes etapas del proceso, donde se destaca los avances de la formalización y el número significativo de operarios que alcanzaron el objetivo en la Región Puno, sin embargo se cuestiona que la transferencia de competencias del sector a los Gobiernos Regionales no ha sido la más acertada debido a su complejidad, requiriéndose

organismos con mayores capacidades de parte del Estado (Giraldo, 2017). Por su parte el Ministerio de Energía y Minas mediante sus boletines informativos anuales señala que el sector promueve la formalización minera y que a fines del 2017 ya se cuenta con 5 000 mineros formalizados de un total de 55 737 mineros registrados en el proceso y que al 2021 se espera tener el 100% formales donde los mineros respeten el medio ambiente y la vida de las personas.

Con el pretexto de que la minería artesanal es competencia de los gobiernos regionales, que no cuentan con los recursos necesarios, no se pudo intervenir de manera eficaz en Madre de Dios, región que tiene una expansión incontrolable de minería informal e ilegal; por su parte los mismos mineros nunca tuvieron predisposición a la formalización (Juárez, 2015).

Existe algunos planteamientos para llevar adelante el proceso de formalización minera, una síntesis conceptual plantea (A. E. Chaparro, 2004) con la ecuación:

$$\begin{aligned} &(\text{Desarrollo institucional} + \text{Tecnología apropiada y eficiencia empresarial}) + \\ &(\text{manejo ambiental} + \text{relaciones armónicas con las comunidades locales}) = \\ &\text{mayor desarrollo individual y social} \end{aligned}$$

Donde:

- Desarrollo institucional: reglas de juego claras y equitativas y solido capital social de las autoridades y entidades de la administración pública minera.
- Tecnología apropiada y eficiencia empresarial: diseño compatible con las tecnologías más eficientes disponibles para las operaciones de pequeña escala y productividad en el uso de los recursos.

- Manejo ambiental: control de externalidades y de pasivos ambientales; plan de cierre de minas, etc.
- Relaciones armónicas con las comunidades locales: responsabilidad social para proteger el patrimonio integral de la sociedad.
- Mayor desarrollo social e individual: participación ciudadana consciente de derechos y obligaciones, mayor producción y mejor distribución del ingreso.

Se plantean como alternativas para la legalización la creación de agencias que implemente mecanismos que protejan al minero artesanal permitiendo la autogeneración de empleo, con una distribución más equitativa de la riqueza considerando que es una población marginada y distribuida en zonas rurales (González & Camprubí, 2010).

G. Paricahua (2017) en su tesis de evaluación del proceso de formalización minera en la región Puno, no muestra un cuadro del registro de declaración de compromisos presentado y los grupos por actividad que se muestra a continuación:

Tabla 2: Registro de Declaración de compromisos 2012

N°	Descripción	%	Cantidad
1	DC ingresados al sistema RNC de MINEM (*)	65,52	6 948
2	Pallaqueros, chichiqueros, ganancieros , etc.	17,30	1 835
3	Pallaqueros, chichiqueros, ganancieros , etc.	13,93	1 477
4	D.C. observados por datos incompletos	2,40	254
5	DC tramitados en Puno y registrados en otras regiones	0,48	51
6	D.C. repetidos y/o duplicados de una misma persona	0,38	40
7	D.C. cancelados bajo resolución directoral	0,05	5
8	Total de D.C. presentados al Gobierno Regional de Puno	100,00	10605

a.1. Solicitud de declaración de compromiso con cada tipo de operador minero

Fuente: Tesis Calsina Paricahua Gabriel 2017

Del total que presentaron Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo (IGAC) mediante el sistema de ventanilla única se tiene que el 97,4% no presento IGAC y solo

11 lograron el inicio/reinicio de operaciones, es decir el 0,16% que se tipifica como minero formal así se muestra en el cuadro adjunto (G. Paricahua, 2017).

**Tabla 3: Pequeños Mineros y artesanales formalizados diciembre 2016**

Categoría-Inicio/reinicio de operaciones		Frecuencia	Porcentaje
N°	mineras		
1	Sin inicio/reinicio	6 974	99,80
2	Con inicio/reinicio	11	0,16
Total		6 985	100,00

Fuente: Tesis Calsina Paricahua Gabriel 2017

Una de las zonas de desarrollo mayor de la minería artesanal y pequeña minería es el distrito de Ananea ubicado en la provincia de San Antonio de Putina, en la cordillera oriental de la región Puno donde operan 800 familias agrupadas en contratistas mineros, por otro lado muy próximo a este distrito se encuentra el centro poblado de Rinconada y Cerro Lunar que alberga unas 8 000 familias dedicadas en su mayoría a la minería artesanal, donde también se encuentran unas 800 mujeres trabajando como pallaqueras (Kuramoto, 2001); se puede distinguir que esta es una labor marginal, mientras que los varones asumen niveles de ingeniería, organización y ejecutivos, confirman su exclusión a pesar de que en muchos casos son el pilar y cabeza de muchas familias (Ávila, 2005). Respeto al tema ambiental, que tampoco es desalentador existe una tendencia a la mitigación comparando con indicadores mundiales (Escobar, 2015).

### **2.2.3. Impacto de la minería de pequeña escala.**

La proliferación de la minería y los impactos ambientales en Madre de Dios, ha merecido una atención nacional en tanto su expansión era incontrolable. Así Juárez (2015) señala la ausencia de una norma que delimitara las zonas de explotación y de exclusión en Madre de Dios en la zona de la Pampa, no permitieron distinguir entre minería informal y la ilegal, y aplicar medidas de control por parte del Gobierno

Regional, debilidad que tiene sus raíces en las políticas nacionales, lo que ha hecho comprometido a diferentes actores; por un lado directamente al gobierno regional, gobierno nacional y los mineros informales e ilegales, como actores secundarios la población, ONG's e Iglesia pero que a la fecha no tienen una solución y persiste la evasión de impuestos, irrespeto a los derechos laborales invasión de tierras y lucro desmedido.

La minería informal e ilegal se constituye en una actividad muy perniciosa para el ser humano en la región de Madre de Dios, afectando a las personas que se dedican a la actividad extractiva; no repara el cuidado del ser humano debido a que no cumplen con la normatividad de seguridad y salud ocupacional, evaden impuestos, que no se deben confundir con la tradición minera que tiene el Perú; otro de los aspectos es la asociación con otras actividades ilícitas como la prostitución, trabajo infantil, transmisión de enfermedades de transmisión sexual que van en aumento de manera exponencial (Osoreo, Rojas, & Manrique, 2012)

La minería de pequeña escala recurre al proceso de amalgamación, en el proceso de recuperación de oro, su uso inadecuado genera impactos imprevisibles; Appleton et al. (1999) señalan que en la cuenca de Agusan en Filipinas los resultados de drenaje aguas abajo del río Diwalwal se caracterizan por tener niveles extremadamente altos en Hg, en solución superan los 2 906 ug/l y en sedimentos  $> 20$  mg/Kg, es decir se supera los niveles de efecto tóxico del Hg de Environment Canada Hg para la protección de la vida acuática a una distancia de 20 km aguas abajo, siendo el principal centro las áreas donde se procesan relaves contaminados con Hg.

La explotación ilegal de oro aluvial, impacta negativamente en el ambiente y

pone en riesgo la salud pública, correspondiendo al Estado conservar la amazonia del Perú que es considerada el “pulmón del planeta” por el daño irreversible que provocan el uso de las dragas, cuyos impactos en el agua generan sedimentos producto de la remoción de sedimentos en el fondo del río, uso de mercurio en la amalgamación y desecho de carburantes (Llerena, 2012).

#### **2.2.4. Minería de Datos.**

La minería de datos (MD) en el presente está copando la atención de las empresas y esta será usada por la sociedad con el mismo peso que tiene la Estadística; el descubrimiento de conocimiento en base de datos (KDD) está definido como un proceso que identifica patrones importantes en los datos de manera interactiva e interactivo siguiendo los siguientes pasos (Riquelme, Ruiz, & Gilbert, 2006)

1. Comprender el dominio de aplicación: este paso incluye el conocimiento relevante previo y las metas de la aplicación.
2. Extraer la base de datos objetivo: recogida de los datos, evaluar la calidad de los datos y utilizar análisis exploratorio de los datos para familiarizarse con ellos.
3. Preparar los datos: incluye limpieza, transformación, integración y reducción de datos. Se intenta mejorar la calidad de los datos a la vez que disminuir el tiempo requerido por el algoritmo de aprendizaje aplicado posteriormente.
4. Minería de datos: como se ha señalado anteriormente, este es la fase fundamental del proceso. Está constituido por una o más de las siguientes funciones, clasificación, regresión, clustering, resumen, recuperación de imágenes, extracción de reglas, etc.

5. Interpretación: explicar los patrones descubiertos, así como la posibilidad de visualizarlos. 6. Utilizar el conocimiento descubierto: hacer uso del modelo creado (Riquelme et al., 2006).

Para Blazquez and Domenech (2017), en la era digital, los comportamientos económicos y sociales dejan una huella, que se está utilizando incipientemente con predicciones y pronósticos inmediatos, utilizando una variedad de fuentes que pueden ser clasificados según los propósitos con una arquitectura robusta y flexible adoptando un ciclo de vida de datos, para la gestión de datos de la organización utilizando diferentes tecnologías, paradigmas informáticos y software analítico de acuerdo al caso, pudiendo beneficiar a los gobiernos e instituciones estadísticas oficiales integrando múltiples fuentes dando como resultado predicciones mejoradas sobre indicadores económicos clave para planificar políticas. .

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. ÁMBITO O LUGAR DE ESTUDIO**

El estudio tiene un carácter retrospectivo y se consideró la información secundaria que toma en cuenta a la Región Puno, donde el año 2012 se sometieron a proceso de formalización minera bajo la declaración de compromiso sin considerar ningún otro requisito; a esto se sumó el REINFO, que fue en esencia una ampliación de la declaración de compromiso, con la particularidad de que los operadores mineros obtenían un Registro Único del Contribuyente y demás señalaba la concesión minera donde operaba así como las coordenadas que permitan su ubicación, esta es la información que se ha procesado en la investigación.

#### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **a) POBLACIÓN**

La población de la que se ha hecho la revisión documentaria corresponde a las 13 provincias, donde se han inscrito 5 920 operadores mineros informales con sus respectivas coordenadas que corresponden al periodo 2012 al 2016; las mismas que son reportadas por el Ministerio de Energía y Minas en el REINFO.

## **b) MUESTRA**

La muestra es el 100% de las provincias de la Región que se encuentran en el proceso de formalización bajo los Decretos legislativos 1105 y 1293, es decir los que presentaron su declaración de compromiso el año 2012 y los que se inscribieron en año 2016 con las atribuciones que se le dio a la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT).

### **3.3. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS**

De acuerdo a los objetivos de la investigación en una primera parte se tiene una investigación de tipo descriptivo, mientras que para la segunda parte se desarrollara una de tipo predictivo aplicando la metodología de minería de datos como modelo estadístico para una población de 5 983 mineros que presentaron su declaración de compromiso ante la Dirección Regional de Energía y Minas de Puno, por tanto, la muestra es el total de la población. Data Mining permite procesar grandes cantidades de información. Ver Plano N° 01.

El software a utilizar es el SPSS versión 25 que tiene el aplicativo de minería de datos como es clustering, k medias, árboles de decisión y redes neuronales, los mismos que permiten segmentar datos y pronosticar sobre la información que se tiene.

El año 2012 se promulgó el D.L. 1105 que señalaba 5 pasos para el proceso de formalización de la pequeña minería y minería artesanal, con más de 11 500 declaraciones de compromiso, que luego pasaron al proceso de saneamiento y con el D.L: 1293 de enero del 2017 se incorporan al registro integral de formalización minera (REINFO), y con el D.L. 1336 se establece los pasos a seguir para concluir con el proceso de formalización integral, es decir se ha sobrepuesto sobre un modelo de

formalización periodo 2012-2016 otro similar, de allí que utilizando minería de datos exploraremos este proceso.

Seguiremos lo planteado por Valenga et al. (2007), en agrupación de datos o clustering, que consiste en agrupar un conjunto de datos, sin tener clases predefinidas, basándose en la similitud de los valores o atributos de los distintos datos, de manera no supervisada, el objetivo es identificar quienes iniciaron el proceso de formalización, cuantos presentaron su estudio ambiental con que modalidad, el número de aprobados hasta el inicio/ reinicio de operaciones que es el minero formalizado, de los 5 983 que se encuentran en el REINFO.

Para poder predecir o hacer un pronóstico del proceso de formalización minera en la vía extraordinaria con los dos modelos implementados y superpuestos en la región de Puno que tiene 5 983 mineros en el REINFO como se muestra en loa Planos 03-04, siguiendo los siguientes pasos (Valenga et al., 2007):

- Identificación de los actores que iniciaron el proceso de formalización y continúan con el nuevo modelo desde el 2016.
- Identificación de las causas posibles para que todos los sujetos de formalización no continúen en el proceso.
- Identificación de situaciones similares utilizando algoritmos, relacionando casos de formalizados con no formalizados.
- Identificación de los requisitos establecidos en el proceso de formalización y nivel de cumplimiento y logro de objetivos establecidos en la normatividad vigente.

### 3.4. REDES NEURONALES.

Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) o sistemas conexionistas son sistemas de procesamiento de la información cuya estructura y funcionamiento están inspirados en las redes neuronales biológicas. Consisten en un conjunto de elementos simples de procesamiento llamados nodos o neuronas conectadas entre sí por conexiones que tienen un valor numérico modificable llamado peso.

La actividad que una unidad de procesamiento o neurona artificial realiza en un sistema de este tipo es simple. Normalmente, consiste en sumar los valores de las entradas (*inputs*) que recibe de otras unidades conectadas a ella, comparar esta cantidad con el valor umbral y, si lo iguala o supera, enviar activación o salida (*output*) a las unidades a las que esté conectada. Tanto las entradas que la unidad recibe como las salidas que envía dependen a su vez del peso o fuerza de las conexiones por las cuales se realizan dichas operaciones.

La arquitectura de procesamiento de la información de los sistemas de RNA se distingue de la arquitectura convencional Von Neumann (fundamento de la mayor parte de los ordenadores existentes) en una serie de aspectos fundamentales. En primer lugar, el procesamiento de la información de un modelo Von Neumann es secuencial, esto es, una unidad o procesador central se encarga de realizar una tras otra determinada transformación de expresiones binarias almacenadas en la memoria del ordenador. Estas transformaciones son realizadas de acuerdo con una serie de instrucciones (algoritmo, programa), también almacenadas en la memoria. La operación básica de un sistema de este tipo sería: localización de una expresión en la memoria, traslado de dicha expresión a la unidad de procesamiento, transformación de la expresión y colocación de la nueva expresión en otro compartimento de la memoria. Por su parte, el procesamiento en un

sistema conexionista no es secuencial sino paralelo, esto es, muchas unidades de procesamiento pueden estar funcionando simultáneamente (Montaño, 2017).

En segundo lugar, un rasgo fundamental de una arquitectura Von Neumann es el carácter discreto de su memoria, que está compuesta por un gran número de ubicaciones físicas o compartimentos independientes donde se almacenan en código digital tanto las instrucciones (operaciones a realizar) como los datos o números que el ordenador va a utilizar en sus operaciones. En redes neuronales, en cambio, la información que posee un sistema no está localizada o almacenada en compartimentos discretos, sino que está distribuida a lo largo de los parámetros del sistema. Los parámetros que definen el “conocimiento” que una red neuronal posee en un momento dado son sus conexiones y el estado de activación de sus unidades de procesamiento. En un sistema conexionista las expresiones lingüísticas o simbólicas no existen como tales. Serían el resultado emergente de la interacción de muchas unidades en un nivel sub simbólico.

Las redes neuronales son la herramienta preferida para muchas aplicaciones de minería de datos predictiva por su potencia, flexibilidad y facilidad de uso. Las redes neuronales predictivas son especialmente útiles en las aplicaciones cuyo proceso subyacente sea complejo; por ejemplo:

- Prever la demanda de los consumidores para racionalizar los costes de producción y entrega.
- Predecir la probabilidad de respuesta al marketing mediante correo directo para determinar a qué unidades familiares de una lista de correo debe enviarse una oferta.
- Puntuar a un solicitante para determinar el riesgo que supone concederle un crédito.

- Detectar transacciones fraudulentas en una base de datos de reclamaciones de seguros.

Las redes neuronales utilizadas en las aplicaciones predictivas, como las redes de **perceptrones multicapa (MLP)** y las de **función de base radial (RBF)**, se supervisan en el sentido de que los resultados pronosticados por el modelo se pueden comparar con los valores conocidos de las variables de destino. La opción de redes neuronales de le permite ajustar las redes MLP y RBF y guardar los modelos resultantes para la puntuación (IBM, 2016).

Existe una similitud entre el lenguaje estadístico y la minería de datos como se muestra en la tabla 4 adjunta las equivalencias (Bello, 2016).

Tabla 4 : Similitud en la terminología de redes neuronales y la estadística tradicional

<b>Terminología Estadística</b>	<b>Terminología de redes neuronales</b>
Observación	Patrón
Muestra	Datos de entrenamiento
Muestra de validación	Datos de validación, test
Variables explicativas	Variables de entrada
Variables de respuesta	Variables de salida
Modelo	Arquitectura
Residual	Error
Error aleatorio	Ruido
Estimación	Entrenamiento, aprendizaje
Interpolación	Generalización
Interacción	Conexión funcional
Coefficientes	Pesos de conexión
Constante	Peso umbral
Regresión y análisis discriminatorio	Aprendizaje supervisado
Reducción de datos	Aprendizaje no supervisado o heteroasociacion
Análisis de clúster	Aprendizaje competitivo o autoasociación

Fuente: Tutorial de redes neuronales Rubén Darío Bello Parías

Igualmente en cuanto a los modelos de redes neuronales y los modelos estadísticos existe una similitud que se muestra en la tabla 5 que ayudaran a entender cada uno de ellos y también comprender su aplicación (Bello, 2016).

Tabla 5 : Modelos estadísticos y Redes Neuronales

<b>Modelo estadístico</b>	<b>Modelo de red neuronal</b>
Regresión lineal múltiple	Perceptron simple con función lineal
Regresión logística	Perceptron simple con función logística
Función discriminante lineal	Perceptron simple con función umbral
Regresión no lineal múltiple	Perceptron multicapa con función lineal en la salida
Función discriminante no lineal	Perceptron multicapa con función logística en la salida
Análisis de componentes principales	Regla de Oja
Análisis de clúster	Perceptron multicapa autoasociativo
K vecinos más cercanos	Mapas aoutorganizados de Kohonen
Regresión kernel	Learning Vector quantization (LVQ)
	Función de Base Radial (RBF)

Fuente: Tutorial de redes neuronales Rubén Darío Bello Parías

En el procesamiento de la información en el segundo objetivo se utilizó el aplicativo de redes neuronales del SPSS 25 que corresponde a la **Función de base radial (RBF)**, cuya variable dependiente es el inicio/reinicio de operaciones mineras, mientras que las variables o factores que determinaran el comportamiento de esta variable son el instrumento de gestión ambiental, la autorización de uso de agua y el expediente técnico presentado como condicionantes para alcanzar la formalización. A continuación, se muestran las figuras 1 y 2 del procedimiento seguido.

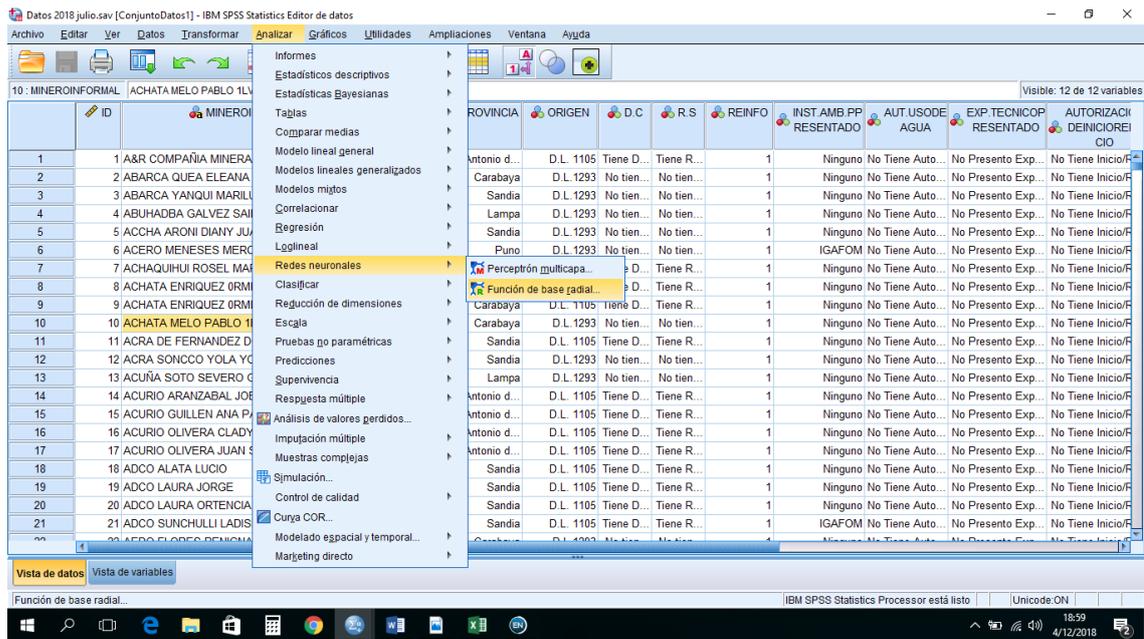


Figura 1 Redes neuronales en SPSS

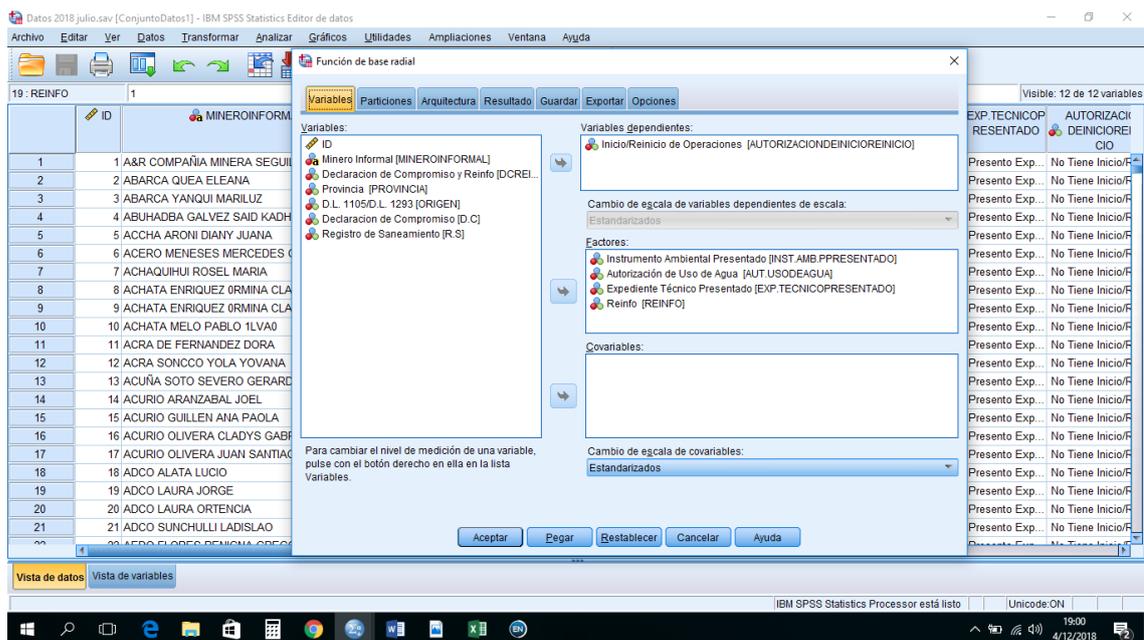


Figura 2: Variables en el aplicativo de Función de base radial (RBF)

Las particiones que se asignaron tanto para el entrenamiento como para la prueba y la reserva se muestran en la figura 3 a los que se les asignado un peso de 6, 3 y 1 respectivamente que en porcentaje significan 60%, 30% y 10%.

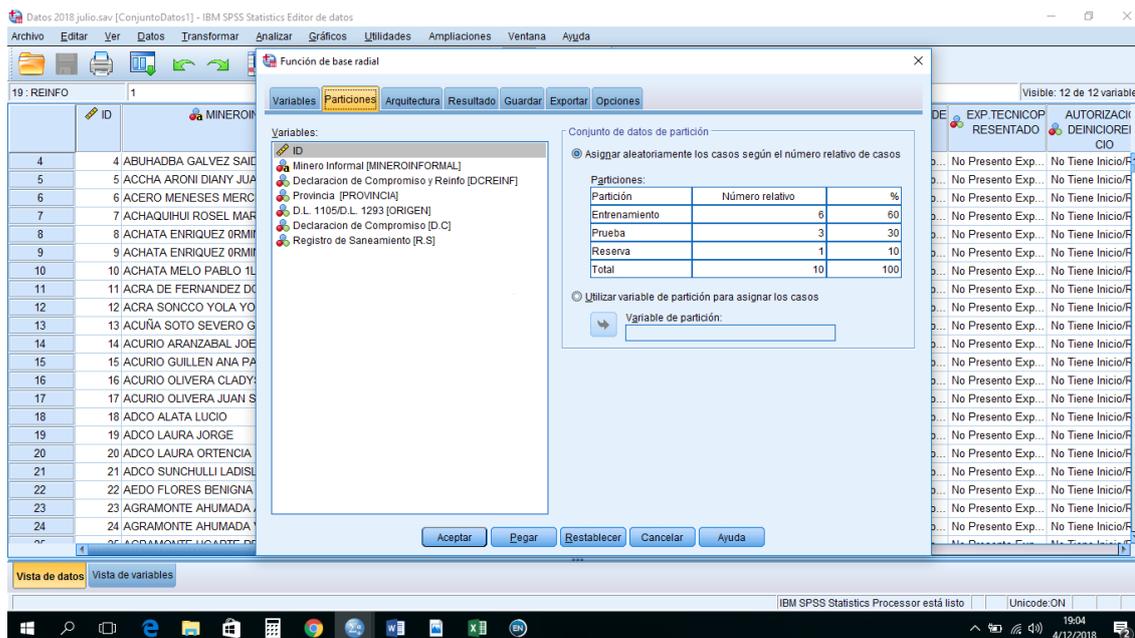


Figura 3: Asignación de particiones en función relativa de casos

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para el desarrollo de la investigación hemos dividido en dos partes los resultados de acuerdo a los objetivos del estudio en una primera abordamos las condiciones en las que se encuentra los dos procesos de formalización minera y en una segunda se ensaya un pronóstico apoyándose en el software que tiene el aplicativos de minería de datos.

#### **4.1. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMALIZACIÓN MINERA EXTRAORDINARIO EN LA REGIÓN PUNO 2012 AL 2017.**

La tabla 6 muestra que después de haberse lanzado el nuevo modelo de formalización minera muchos de los que se encontraban con declaración de compromiso e incluso en la fase de saneamiento también se registraron en el REINFO, aspecto que todavía no es abordado por la autoridad competente, esto se encuentra en la base de datos procesado donde los mineros que se encuentran con declaración de compromisos también se encuentran en el REINFO.

Tabla 6: Declaración de compromiso y presentación de REINFO en SUNAT

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Declaración de Compromiso y Reinfo	1 552	26,2	26,2	26,2
	Declaración de Compromiso	4 368	73,8	73,8	100,0
	Total	5 920	100,0	100,0	

La figura 4 grafica esta distribucion de mieneros en proceso de formalizacion, donde la mayoria pertenecen al primer proceso de formalizacion implemntada el año 2012 al amparo del D.L. 1105.

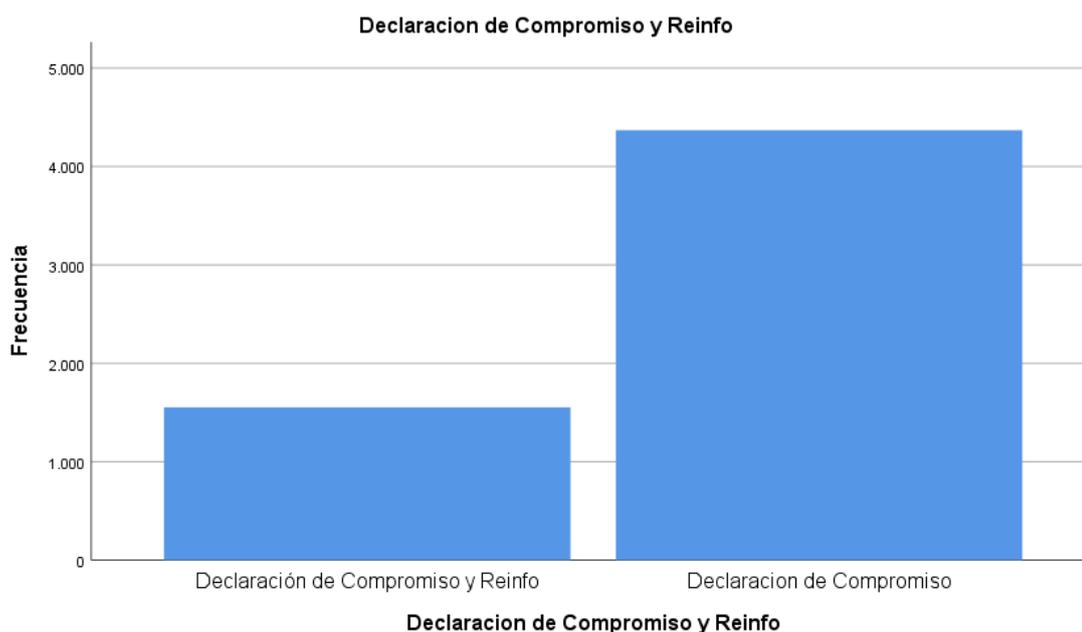


Figura 4: Presentación de Declaración de compromiso y Reinfo

La tabla 7 nos permite apreciar cómo están distribuidos los operadores mineros a pequeña escala en la Región Puno por Provincias, se destaca a las provincias de Sandia, Carabaya y San Antonio de Putina como las zonas mineras donde se encuentra el 94% de los mineros en proceso de formalización, además casi el 100% de estos se dedican a

la explotación de oro, con métodos superficiales y subterráneos dependiendo del tipo de yacimiento.

Los operadores mineros que se encuentran en las provincias de Puno y San Román la mayor parte están relacionados con minería no metálica siendo las actividades de explotación de canteras de yeso y ladrillo las que ingresaron al proceso de formalización. Para el caso de Lampa también es importante destacar a los mineros que se encuentran en los distritos de Santa Lucia; el resto de provincias también se encuentran los que explotan no metálicos que se encuentran en el anexo B. Ver Planos N° 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Tabla 7: Distribución de mineros informales por provincia

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Azángaro	27	0,5	0,5	0,5
Carabaya	1 208	20,4	20,4	20,9
Chucuito	3	0,1	0,1	20,9
Collao	7	0,1	0,1	21,0
Huancané	80	1,4	1,4	22,4
Lampa	123	2,1	2,1	24,5
Melgar	5	0,1	0,1	24,5
Puno	69	1,2	1,2	25,7
San Antonio de Putina	2 166	36,6	36,6	62,3
San Román	48	0,8	0,8	63,1
Sandia	2 183	36,9	36,9	100,0
Yunguyo	1	0,0	0,0	100,0
Total	5 920	100,0	100,0	

La figura 5 nos muestra esta distribución regional de mineros informales en las respectivas provincias de Puno.

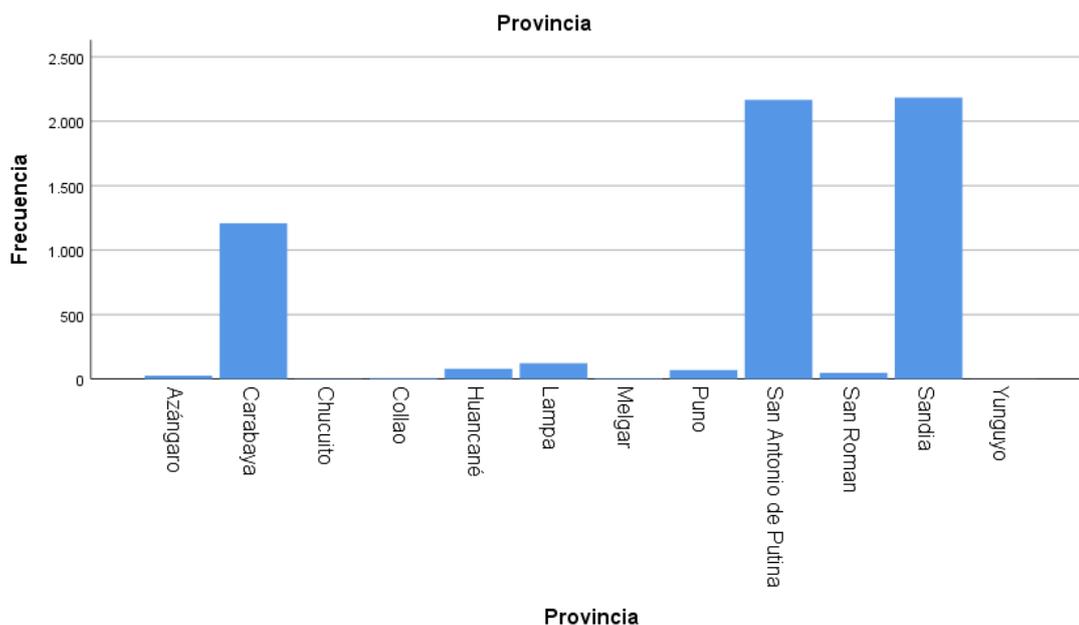


Figura 5 : Grafico de la distribución provincial de mineros informales

De acuerdo al D.L. 1105 como primera parte del proceso de formalización que comprendía 5 pasos, los mineros a nivel nacional se inscribieron en las Direcciones Regionales de Energía y Minas para Registrarse llenando una declaración jurada denominada “Declaración de Compromisos” donde se consignaba el nombre del operador, las coordenadas y la concesión a la que pertenecía, siendo el objetivo fundamental realizar una identificación del minero informal. En cambio, el modelo del D.L. 1293 se plantea con otro objetivo que es controlar la comercialización y su respectiva declaración, en vista de que muchos de los operadores no declaraban su producción y continuaban produciendo y vendiendo el oro a comparadores ilegales o en otros casos llevando a la frontera con Bolivia, de allí que este mecanismo el gobierno le encargó a la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT).

La cantidad de mineros y su distribución porcentual se encuentran en la tabla 8 destacándose que el 68% pertenecen al primer modelo de formalización y la diferencia al nuevo modelo implementado, la figura 6 nos muestra esta distribución.

Tabla 8 : Mineros informales que se encuentran en el D.L. 1105 y D.L. 1293

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	D.L. 1105	4 011	67,8	67,8	67,8
	D.L. 1293	1 909	32,2	32,2	100,0
	Total	5 920	100,0	100,0	

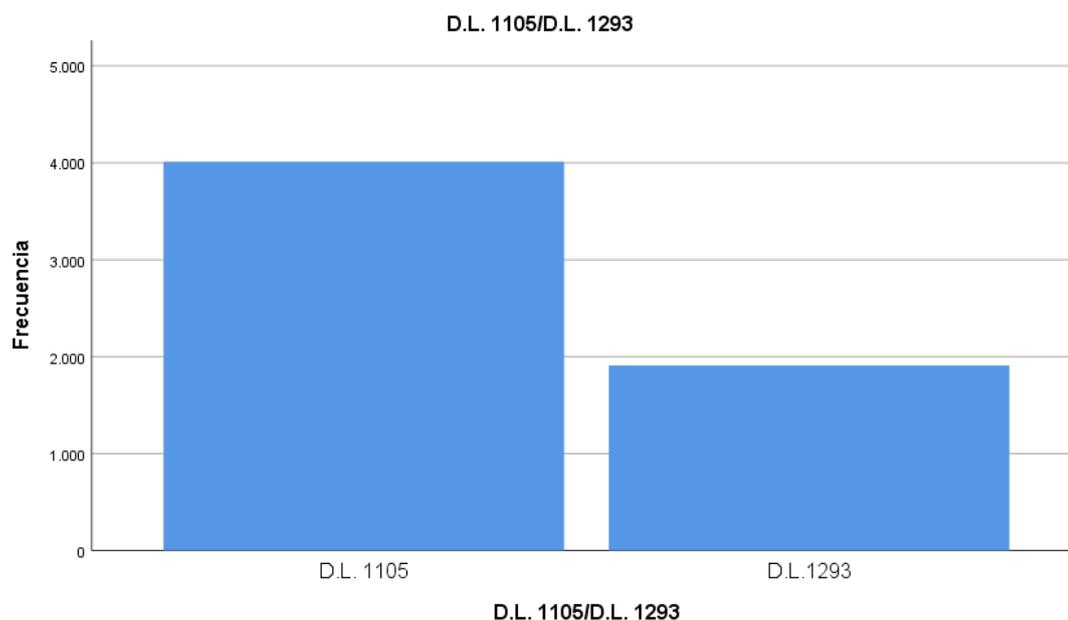


Figura 6 : Proceso de formalización en el D.L. 1105 y D.L. 1293

Aun habiéndose aperturando la posibilidad de formalización existen muchos de ellos que siguen operando en concesiones mineras cuyo titular tiene muy poco control sobre ellas, más aún cuando estas se desarrollan por los comuneros o los dueños mismos del terreno superficial esto se muestra en la tabla 9 que consigan a los mineros que tienen declaración de compromiso y los que no lo tienen. La figura 7 nos permite ver esta situación.

Tabla 9: Mineros que cuentan con declaración de compromiso y los que no poseen

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No tiene Declaración de Compromiso	1 909	32,2	32,2	32,2
	Tiene Declaración de Compromiso	4 011	67,8	67,8	100,0
	Total	5 920	100,0	100,0	

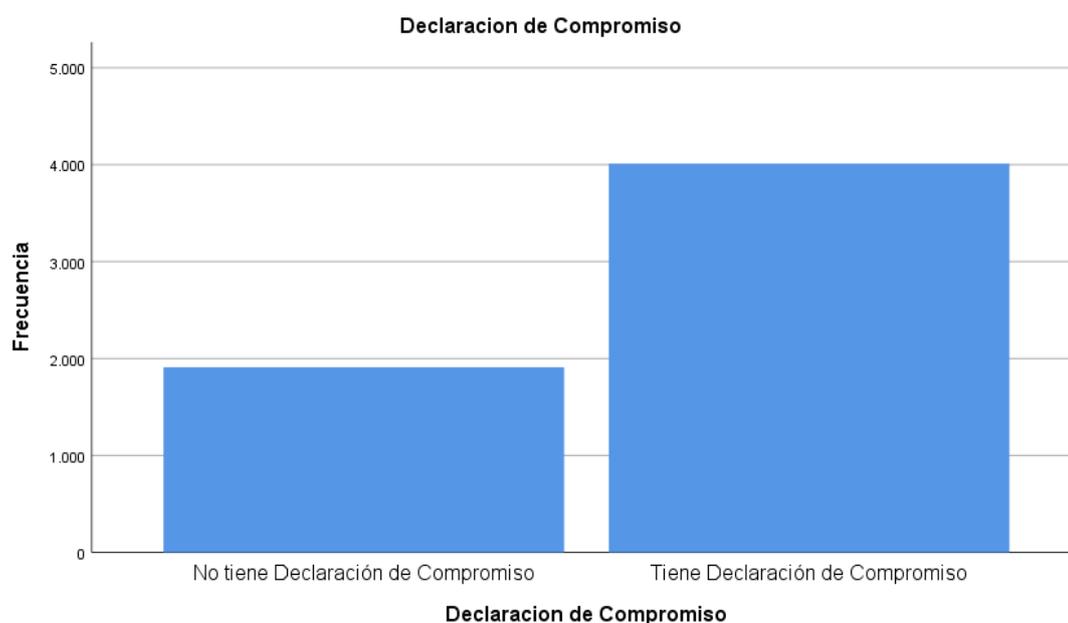


Figura 7 : Minero Informal que tiene declaración de compromiso o está en el régimen del D.L. 1293

El Registro de Saneamiento fue otro mecanismo implementado por el Gobierno de Ollanta, con la finalidad de incorporarlos a las recaudaciones de allí que el requisito para pasar el saneamiento era contar con la declaración de compromiso y obtener el

Registro Único del Contribuyente en la SUNAT. Esto se explica en la tabla 10 donde el 67,8% no cumplieron con esta formalidad que podía sacarlos del proceso, pero sin embargo se les sigue considerando para la formalización.

Tabla 10 : Mineros informales que pasaron al registro de saneamiento.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No tiene Registro de Saneamiento	1 909	32,2	32,2	32,2
	Tiene Registro de Saneamiento	4 011	67,8	67,8	100,0
	Total	5 920	100,0	100,0	

A partir del 06 de febrero del 2017 se apertura el Registro Integral de Formalización Minera (REINFO), por un periodo de 6 meses, el mismo que tendría una vigencia de 3 años, el mismo que encarga al Ministerio de Energía y Minas para que sea el administrados de la plataforma informática interconectada cuya identificación sería el Registro Único del Contribuyente (RUC), encargándose a la SUNAT la recepción de la información, mientras que los que estén en el Registro Nacional de Declaraciones de Compromiso deben acreditar su inscripción de RUC para formar de esta manera un registro único nacional, la tabla 9 incorpora esta información donde se unen los dos modelos en el denominado REINFO completándose de esta manera los 5 920 mineros informales que pasan a formar parte del proceso de formalización, graficándose esta información en la figura 8.

Tabla 11 : Mineros informales que se encuentran en el REINFO.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	5 920	100,0	100,0	100,0

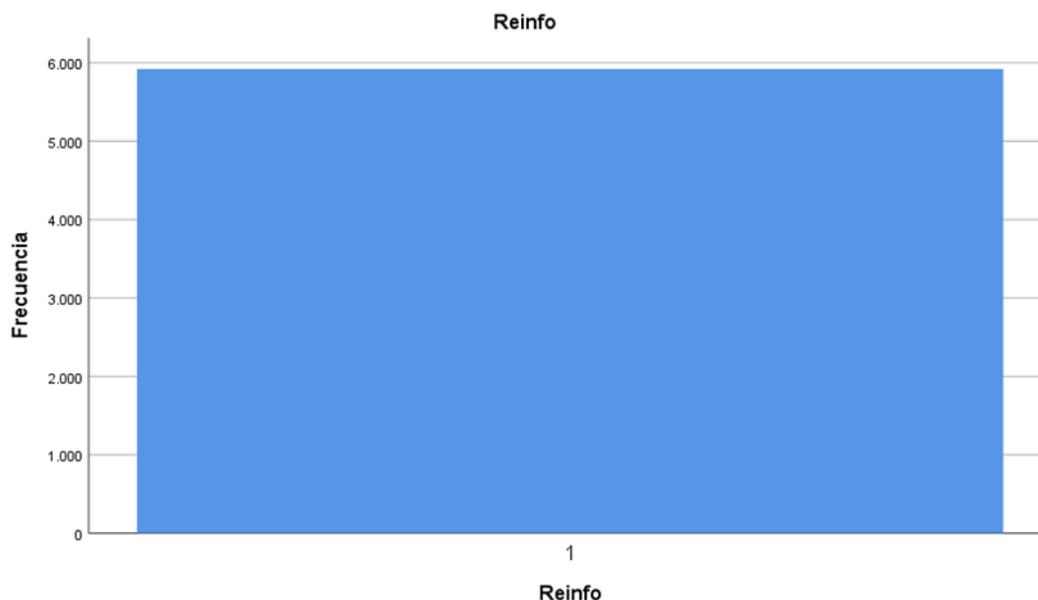


Figura 8 : Mineros que se encuentran en el REINFO

El Decreto Legislativo 1336 que obedece a la delegación de facultades otorgadas al ejecutivo por parte del Congreso de la Republica promulgó esta norma con el objetivo de establecer el proceso de formalización minera integral como un mecanismo coordinado y simplificado en el ámbito de todo el territorio nacional, se basa en que hay la necesidad de facilitar las acciones de formalización de las operaciones mineras de pequeña escala de forma sostenible en armonía con el medio ambiente.

La misma norma se orienta a mejorar las capacidades de las Direcciones Regionales de Energía y Minas, constituyéndose el Instrumento de Gestión Ambiental para la formalización de las Actividades de la Pequeña Minería y Minería Artesanal (IGAFOM), el documento que simplifica la presentación del Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo que tenía el anterior modelo de formalización amparado en el D.L. 1105-2012, que contempla dos aspectos para su trámite el primero que es correctivo y el segundo que es preventivo.

Aun simplificado el proceso los mineros a pequeña escala han ido presentando este instrumento ambiental como lo muestra la tabla 12.

Tabla 12: Presentación del Instrumento ambiental de acuerdo al modelo de formalización.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	IGAC	206	3,5	3,5	3,5
	IGAFOM	184	3,1	3,1	6,6
	Ninguno	5 530	93,4	93,4	100,0
Total		5 920	100,0	100,0	

La tabla 12 y la figura 9 nos muestra que el 93% de los mineros a pequeña escala que se sometieron al proceso de formalización no han presentado aún su IGAFOM, pese a que este documento es más simple que el IGAC y que los requisitos son menos existentes, pero que ha ido generando dudas por la fiscalización que involucra a la OEFA.

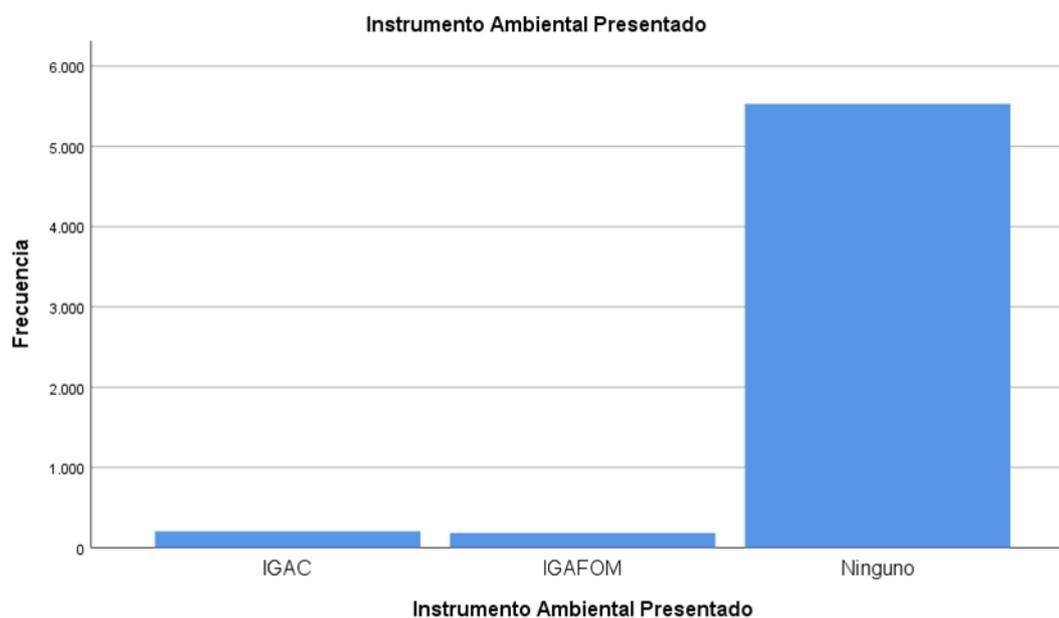


Figura 9 : Instrumento ambiental de acuerdo al modelo de formalización

Obtener la licencia de uso de agua, es uno de los requisitos que no ha permitido avanzar en el proceso de formalización, en vista de que la Autoridad Nacional del Agua mediante sus organismos desconcentrados demoraban entre 3 y 4 meses y en algunos

casos la demora era mayor en otorgar estas licencias, en la tabla 13 y la figura 10 se muestra esta realidad.

Tabla 13: Mineros que cuentan con la autorización de uso de agua

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No Tiene Autorización de Uso de Agua	5 813	98,2	98,2	98,2
	Tiene Autorización de Uso de Agua	107	1,8	1,8	100,0
Total		5 920	100,0	100,0	

De un total de 5 920 mineros informales solo 107 han logrado obtener su licencia de uso de agua, el porcentaje corresponde al 98,2% que no ha cumplido con este tramite

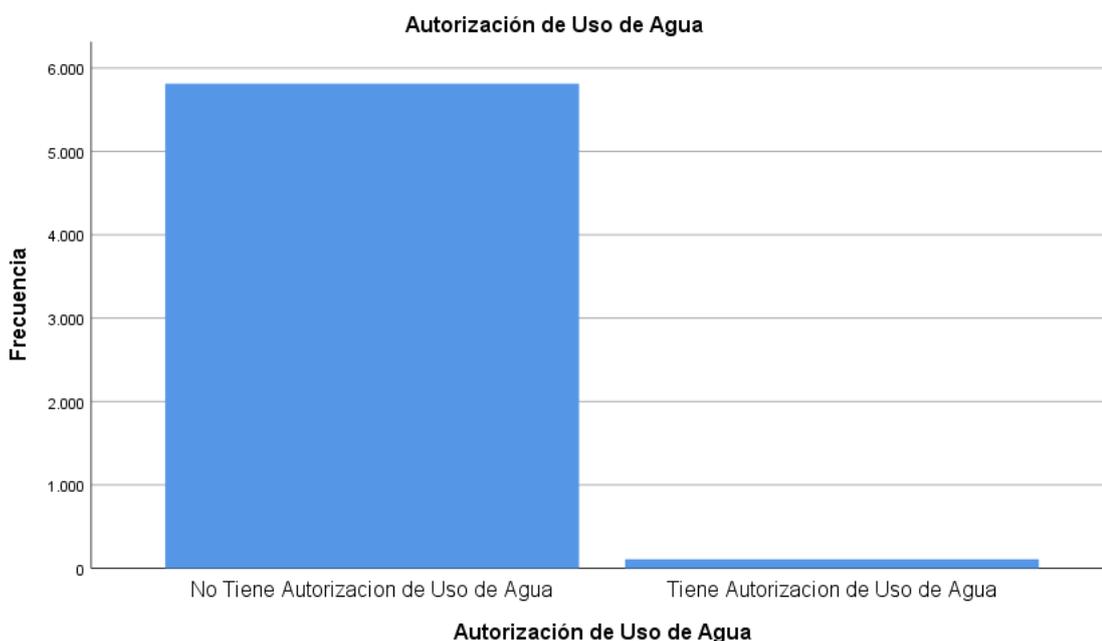


Figura 10 : Autorización de uso de agua aprobado

La presentación del expediente técnico es el último documento que de ser presentado por el minero informal para poder concluir con el proceso; a fin de cuentas es un estudio que contiene los aspectos geológicos, las labores que se desarrollaran como son galerías, chimeneas, tajos, tajos abiertos, botadores, el ciclo de minado que

corresponde a la perforación, voladura, limpieza, ventilación, sostenimiento entre otros este dispositivo se emitió con el D.S. 043-2012 , considera también la construcción de polvorines, planos y los procesos metalúrgicos que se realizara en el beneficio de minerales.

Al igual que los otros requisitos a esta etapa llegaron muy pocos a cumplir, la tabla 14 nos muestra que el 99,7% no presentaron el expediente técnico y solo el 0,3% cumplió con esta obligación.

Tabla 14 : Mineros informales que presentaron expediente técnico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No Presento Expediente Técnico	5 904	99,7	99,7	99,7
	Presento Expediente Técnico	16	0,3	0,3	100,0
	Total	5 920	100,0	100,0	

Se puede explicar que la presentación de este estudio no ha podido ser presentado debido a que no solo requieren cumplir los requisitos que se encuentran señalado líneas arriba, sino que también se requiere hacer algunos estudios de ingeniería como son el plan de minado detallado, el estudio geomecánico, estudios hidrogeológicos, diseños de componentes que no son nada sencillos como botaderos, sostenimiento entre otros.

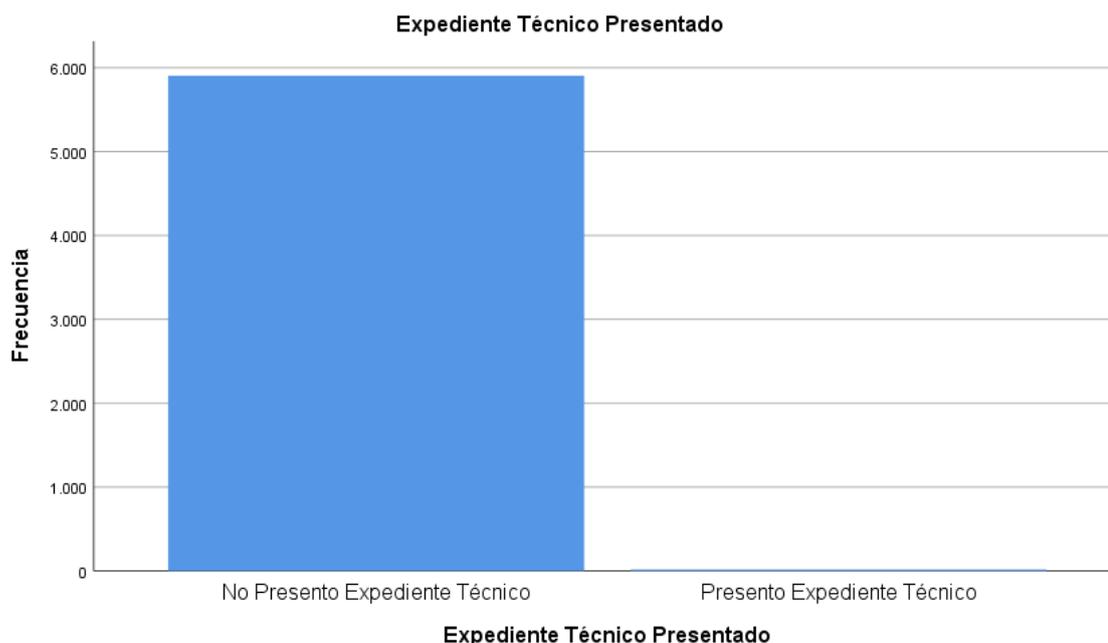


Figura 11 : Mineros en formalización que presentaron expediente técnico

Con los requisitos antes señalados y con el visto bueno de la Dirección General de Formalización minera del Ministerio de Energía y Minas recién se puede obtener el inicio/reinicio de operaciones mineras la tabla 15 y la figura 12 nos muestran los resultados de esta última etapa, donde los resultados aún son mayores en el proceso de formalización ya que solo el 0,2% alcanza esta meta; en este caso solo 9 mineros a la fecha ha logrado obtener su inicio/reinicio de operaciones.

Tabla 15: Mineros que cuentan con el inicio/reinicio de operaciones

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No Tiene Inicio/Reinicio de Operaciones	5 911	99,8	99,8	99,8
	Cuenta con Inicio/Reinicio de Operaciones	9	0,2	0,2	100,0
	<b>Total</b>	<b>5 920</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

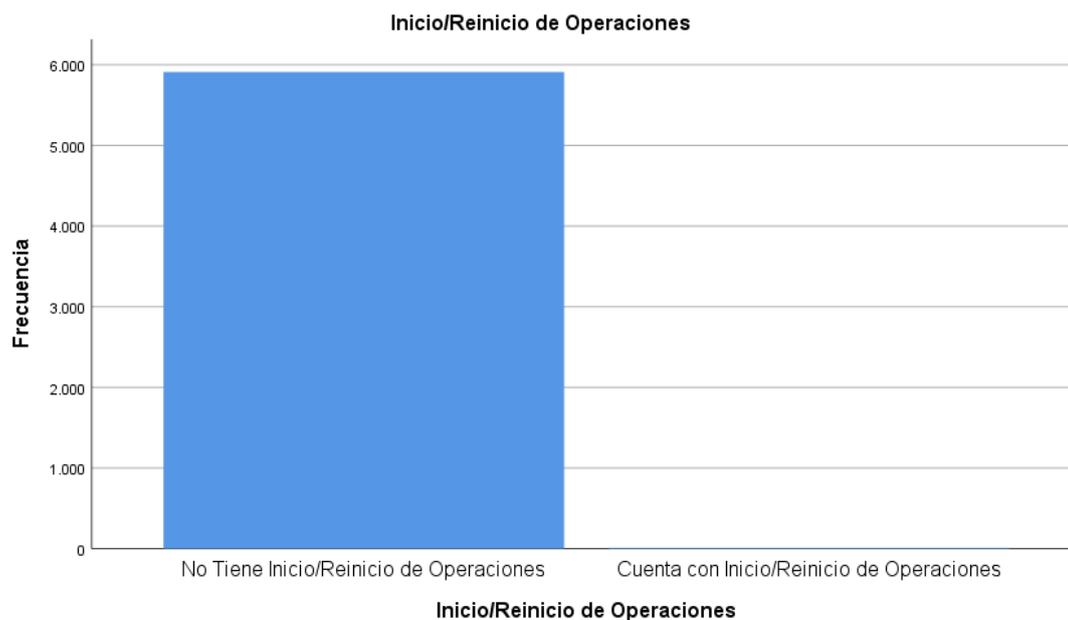


Figura 12 : Mineros informales que cuentan con el inicio/reinicio de operaciones

#### **4.2. PERSPECTIVAS DEL PROCESO DE FORMALIZACIÓN MINERA EXTRAORDINARIA IMPLEMENTADA EN LA REGIÓN PUNO PERIODO 2012-2017 EN CONCORDANCIA CON LOS D.L. 1105 Y 1293.**

Las redes neuronales se asemeja al funcionamiento del cerebro debido al conocimiento que se adquiere mediante un proceso de aprendizaje y a las conexiones interneuronal que se conocen como ponderaciones sinápticas estas se utilizan para almacenar conocimientos, diferenciándose de los métodos estadísticos tradicionales de acuerdo a este concepto lo que se ha hecho en la capa de entrada donde se encuentran las entradas que contiene a las variables predictores, mientras que en el centro se encuentran las capas ocultas cuyos nodos no son observables cuyos valores son funciones de los predictores.

Las entradas que se han considerado son el registro integral de formalización minera, el instrumento ambiental, la autorización de uso de agua y la presentación del expediente técnico, como variable dependiente está el inicio/reinicio de operaciones

Tabla 16: Resumen de la aplicación de redes neuronales para el pronóstico del proceso de formalización

		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	3 586	60,6%
	Pruebas	1 722	29,1%
	Reserva	612	10,3%
Válido		5 920	100,0%
Excluido		0	
Total		5 920	

La tabla 16 nos muestra el procesamiento de los casos muestra que en total son todos los mineros que se han sometido al proceso de formalización minera que suman los 5 920, de ellos 3 586 corresponden al entrenamiento, 1 722 a las pruebas y 612 a las muestras reservadas, no se ha excluido ningún caso del análisis en vista que todos se encuentran en el Registro de formalización actualizado al mes de julio del 2018.

En la tabla 17 de información de la red muestra los datos sobre la red neuronal y esta es útil para garantizar que las especificaciones son correctas.

El número de unidades de entrada es de 3 que corresponden a los factores, instrumento ambiental presentado, autorización de uso de agua y expediente técnico presentado, mientras que la única covarianza numérica son todos los mineros que se encuentran en proceso de formalización.

Tabla 17 : Información de variables procesadas con el modelo de redes neuronales de SPSS.

Capa de entrada	Factores	1	Instrumento Ambiental Presentado
		2	Autorización de Uso de Agua
		3	Expediente Técnico Presentado
		1	ID
	Covariables		
	Número de unidades	8	
	Método de cambio de escala para las covariables		Estandarizados
Capa oculta	Número de unidades	10 <sup>a</sup>	
	Función de activación		Softmax
Capa de salida	Variables dependientes	1	Inicio/Reinicio de Operaciones
		2	
	Número de unidades		Identidad
	Función de activación		Suma de cuadrados
	Función de error		

a. Determinado por el criterio de datos de prueba: El "mejor" número de unidades ocultas es el que produce el error menor en los datos de prueba.

Se ha creado una unidad de salida como variable dependiente que es el inicio/reinicio de operaciones con el que se finaliza el proceso de formalización cuya función de activación es de identidad con una función de error de suma de cuadrados. considerado una sola capa oculta y el procedimiento nos ha brindado 8 unidades para dicha entrada

La tabla 18 muestran el comportamiento de las redes de pronóstico, donde los valores de las muestras tanto para entrenamiento, pruebas y reserva establecen una probabilidad muy baja para que los mineros en proceso de formalización puedan

alcanzar este objetivo de contar con el inicio/reinicio de operaciones mineras que es la fase con la que se concluye el proceso de formalización.

Tabla 18 : Clasificación y Pronóstico para las muestras de entrenamiento, pruebas y reserva.

Muestra	Observado	Pronosticado		Porcentaje correcto
		No Tiene Inicio/Reinicio de Operaciones	Cuenta con Inicio/Reinicio de Operaciones	
Entrenamiento	No Tiene Inicio/Reinicio de Operaciones	3 581	2	99,9%
	Cuenta con Inicio/Reinicio de Operaciones	1	2	66,7%
	Porcentaje global	99,9%	0,1%	99,9%
Pruebas	No Tiene Inicio/Reinicio de Operaciones	1 716	1	99,9%
	Cuenta con Inicio/Reinicio de Operaciones	3	2	40,0%
	Porcentaje global	99,8%	0,2%	99,8%
Reserva	No Tiene Inicio/Reinicio de Operaciones	610	1	99,8%
	Cuenta con Inicio/Reinicio de Operaciones	1	0	0,0%
	Porcentaje global	99,8%	0,2%	99,7%

Variable dependiente: Inicio/Reinicio de Operaciones

En la figura 13 se puede mostrar los resultados del pronóstico de manera más simple, donde el rango de la probabilidad para la formalización de los mineros varía entre 0 y 1 para la variable categoría dependiente que corresponde al inicio/reinicio de operaciones, que en el diagrama de caja se encuentra en el eje X y los pronósticos se encuentran en el eje Y la leyenda corresponde a las categorías pronosticadas.

El diagrama de caja para los que podrían alcanzar la formalización se encuentra en color rojo con el bigote en la parte inferior y el alto nivel de dispersión que tiende a 0 nos indica que es poco probable que todos alcancen la formalidad o mejor muy pocos podrán formalizarse bajo las condiciones establecidas y los pasos que tienen que cumplir. En sentido contrario en color celeste el diagrama de caja tiene una tendencia hacia el 1 que corresponde a los que no cuentan con el inicio/reinicio de operaciones el bigote hacia arriba y el nivel de alta dispersión nos muestra que a nivel de pronóstico es más probable que no puedan lograr la formalización o contar con el inicio/reinicio de operaciones.

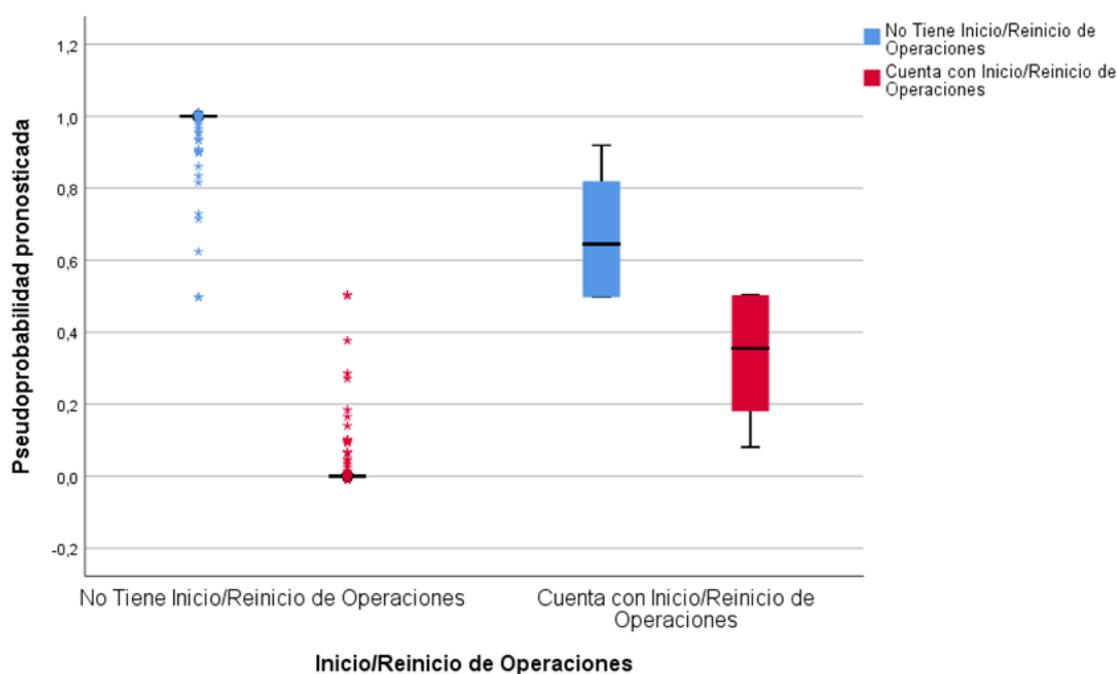


Figura 13 : Diagrama de cajas para el pronóstico de inicio/reinicio de operaciones.

### Discusión de resultados.

De los resultados que se obtuvieron se puede señalar que el proceso de formalización minera en la vía extraordinaria no ha podido lograr sus objetivos como se había planteado en los Decretos Legislativos 1105 y 1293 cuyos resultados están entre 0,1 y 0,2% que coincide con los encontrado por C. G. Paricahua (2017) que ha

determinado que solo el 1,6% alcanzó la formalidad entre los años 2012 y 2015 bajo el D.L. 1105, que tiene un nivel de responsabilidad en los funcionarios o en la autoridad competente (Galiano, 2017), que tendría también explicación en que los gobiernos regionales no contarían con los recursos necesarios tanto humanos como financieros (Orocaja & Virginia, 2014).

Existe también una distribución geográfica de los operadores mineros en la región, así la mayor parte se encuentra en las provincias de Sandia, Carabaya y San Antonio de Putina, donde las condiciones de accesibilidad son complicadas, lo que implica asumir que se requiere de políticas públicas del sector minería basadas en estas condiciones que permitan un acercamiento a los usuarios y mineros de pequeña escala que por la falta de difusión sobre la formalización así como los monitoreos ambientales, se genera una serie de conflictos (Huisa, 2015). La mayor parte de conflictos se produce entre titulares mineros con operadores mineros que no cuentan con el contrato de explotación, también con las comunidades campesinas que defienden el agua y el medio ambiente.

Últimamente muchas comunidades campesinas, así como agricultores o comunidades indígenas han encontrado que la actividad minera es más rentable que las actividades agropecuarias desplazando a más campesinos que practicaban una agricultura de subsistencia por la minería artesanal o de pequeña escala como lo señala (Arnab & Lahiri-Dutt, 2016). Las condiciones en las cuales se desarrolla la minería informal son totalmente ajenas a las que se establece en la normatividad vigente; los mayores problemas son la seguridad en el trabajo, la falta de seguros de vida contra accidentes o la propia muerte.

Los dispositivos legales emitidos por los dos últimos gobiernos tuvieron como objetivo la formalidad sin embargo debido a la debilidad del Gobierno y la inaplicabilidad de las leyes no se ha podido lograr incorporar a la formalidad a un buen número de mineros, así para los años 2010 al 2018 se tiene que solo se formalizaron en la vía extraordinaria 23 mineros, mientras que los resultados en la vía ordinaria son próximos con 21 mineros de pequeña escala como se puede ver en la tabla 19 coincidiendo con Buezo (2011).

Tabla 19: Evolución del proceso de formalización minera en la Región Puno

AÑO	VÍA		Total
	Extraordinario	Ordinario	
2010	0	1	1
2013	0	5	5
2014	5	7	12
2015	2	1	3
2016	4	2	6
2017	9	3	12
2018	3	2	5
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>44</b>

Muchos de los mineros de pequeña escala que se encuentran en el proceso son comuneros o dueños de los terrenos superficiales, que hacen que estos se crean con derecho sobre los recursos que se encuentran en el subsuelo, de allí que su formalización debiera considerar este aspecto de modo que se pueda ir ubicando en determinadas áreas que permitan el control y fiscalización contribuyendo a reducir la deficiencia de puestos de trabajo (Corbett et al., 2017; Hilson & Osei, 2014), esto implicaría hacer un trabajo siguiendo experiencias de otros países que han sido exitosos (Ledwaba & Mutemeri, 2018).

## CONCLUSIONES

La aplicación de los Decretos Legislativos 1105 y 1293 promulgados los años 2012 y 2016 respectivamente no han podido lograr los objetivos planteados en dichas normas de allí que de los 5 920 operadores mineros que se acogieron al proceso de formalización minera y que se encuentran en el REINFO solo se formalizaron 39 entre los años 2012 y 2017 en la Región Puno que porcentualmente significa el 0,7%.

El proceso de formalización minera implementado entre los años 2012 y 2017 por los dos últimos gobiernos en el Perú, no ha podido lograr alcanzar los resultados esperados, así de los 5 920 mineros en proceso de formalización que también ingresaron al REINFO, 94,4% se encuentran en las provincias de Carabaya, Sandia y San Antonio de Putina, solo presentaron instrumento ambiental un 6,6% (incluye IGAC e IGAFOM); cuentan con autorización de uso de agua el 1,8% y presentaron el expediente técnico como último requisito solo el 0,3%, que luego de ser evaluados solo el 0,2% alcanzo la formalización con la fusión de los dos proceso implementados. Esto explica que los objetivos del D.L. 1105 y el D.L. 1293 no se han logrado con los resultados alcanzados.

Sobre las perspectivas de formalización en la vía extraordinaria, con los dos modelos de formalización integrados, utilizando la metodología de minería de datos y la técnica de redes neuronales para variables categóricas hemos encontrado que en las muestras de entrenamiento, pruebas y reserva el pronósticos para alcanzar el inicio/reinicio de operaciones es muy baja alcanzando porcentajes de 0,1%; 0,2% y 0,2% respectivamente es decir de cada mil mineros en proceso solo 1 o máximo 2 podría formalizarse lo que significa que el modelo aplicado para ordenar la minería de pequeña escala difícilmente podrá lograrlo en los próximos años que resta del plazo establecido de acuerdo a las normas dictadas.

## RECOMENDACIONES

Si bien se ha promulgado dos Decretos Legislativos para el proceso de formalización con dos gobiernos diferentes entre los años 2012 y 2016, se requiere hacer una revisión de estos dispositivos y evaluar cuales son los factores que no han permitido lograr los resultados esperados en la formalización, la evaluación debe ser desde el ámbito legal, revisándose la sobre posición de unas sobre otras; también desde el ámbito técnico de acuerdo a las características de cada zona.

Es necesario completar la presente investigación, precisando los factores que no han permitido lograr los objetivos de la formalización, si bien se ha abordado en forma general y cuantitativa como se ha dado la evolución de los diferentes pasos y su cumplimiento, se necesita saber las razones o causas por las cuales los mineros de pequeña escala no pueden completar el proceso para obtener el inicio/reinicio de operaciones que es cuando se logra ser formal.

La formalización comprende a diferentes instituciones como el ANA, INC, OEFA, DREM y MINEM cada una con diferentes responsabilidades y por las que deben tramitarse los expedientes de formalización minera, se requiere revisar y analizar qué factores impiden que en cada una de estas instituciones no se pueda agilizar dicho proceso o existen otros factores externos como es la declaración de producción que tienen que realizar los mineros en formalización o el pago de obligaciones tributarias los que imposibilitan alcanzar la formalidad

-

## BIBLIOGRAFÍA

- Appleton, J., Williams, T., Breward, N., Apostol, A., Miguel, J., & Miranda, C. (1999). Mercury contamination associated with artisanal gold mining on the island of Mindanao, the Philippines. *Science of the Total Environment*, 228(2-3), 95-109.
- Arnab, R. C., & Lahiri-Dutt, K. (2016). The geophagous peasants of Kalahandi: De-peasantisation and artisanal mining of coloured gemstones in India. *The Extractive Industries and Society*, 3(3), 703-715. doi:<https://doi.org/10.1016/j.exis.2016.03.007>
- Ávila, E. C. (2004). *La pequeña minería y los nuevos desafíos de la gestión pública* (Vol. 70): United Nations Publications.
- Ávila, E. C. (2005). *La mujer en la pequeña minería de América Latina: el caso de Bolivia* (Vol. 87): United Nations Publications.
- Barrera, G. A. A., & Herrera, N. (2017). ¿ Por qué la minería ilegal de oro en el departamento de Antioquia, está beneficiando los grupos subversivos y las bandas criminales?
- Bello, P. R. (2016). Lenguaje estadística vs redes neuronales Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=xTf5EUxewfY>
- Blazquez, D., & Domenech, J. (2017). Big Data sources and methods for social and economic analyses. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Buezo, d. M. D. L. (2011). *La minería artesanal de oro en el Perú vista desde un enfoque organizacional*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5199>
- Chaparro, A. E. (2004). La pequeña minería y los nuevos desafíos de la gestión pública. Retrieved from
- Chaparro, E. (2000). La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial, serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 9,(LC/L. 1384-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), julio. In *Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S. 00. II. G* (Vol. 76).
- Corbett, T., O'Faircheallaigh, C., & Regan, A. (2017). 'Designated areas' and the regulation of artisanal and small-scale mining. *Land Use Policy*, 68, 393-401.
- D.L.1336, D. L. (2017). *DECRETO LEGISLATIVO QUE ESTABLECE DISPOSICIONES PARA EL PROCESO DE FORMALIZACIÓN MINERA INTEGRAL*  
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-establece-disposiciones-para-el-proc-decreto-legislativo-n-1336-1471014-2/>. Retrieved from <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-establece-disposiciones-para-el-proc-decreto-legislativo-n-1336-1471014-2/>.

- De Echave, J. (2016). La minería ilegal en Perú: Entre la informalidad y el delito. *Nueva Sociedad*(263), 131-144.
- Escobar, E. C. (2015). Panorama regional del desarrollo sostenible en América Latina. *Revista Luna Azul*, 40, 195-212.
- Galiano, G. E. A. (2017). *No es que el camino sea difícil, es que lo difícil es el camino: El proceso de formalización de las actividades de pequeña minería y minería artesanal en Lima Metropolitana a partir del Decreto Legislativo No. 1105*.
- Giraldo, M. U. F. (2017). *Minería informal en la cuenca alta del Ramis: impactos en el paisaje y evolución del conflicto socio ambiental*.
- González, S. F., & Camprubí, A. (2010). La pequeña minería en México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62, 100-108.
- Hilson, G., & Osei, L. (2014). Tackling youth unemployment in sub-Saharan Africa: Is there a role for artisanal and small-scale mining? *Futures*, 62, Part A, 83-94. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2014.05.004>
- Huisa, M. F. (2015). Análisis de las pequeñas concesiones mineras y la actividad minera informal a pequeña escala de la región Puno y su implicancia en la gestión ambiental y social.
- IBM, c. (2016). IBM SPSS statistics for windows, version 25.0. In: IBM Corporation Armonk, NY.
- Juárez, C. H. E. (2015). *La legitimidad del Estado cuestionada: proliferación de la minería informal aurífera aluvial: Caso: La Pampa en Madre de Dios en el período 2006-2011*. Pontificia Universidad Católica del Perú,
- Kuramoto, J. (2001). La minería artesanal e informal en el Perú. *Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE), Desarrollo, Grupo de Análisis*.
- Ledwaba, P., & Mutemeri, N. (2018). Institutional gaps and challenges in artisanal and small-scale mining in South Africa. *Resources Policy*.
- Llerena, P. A. L. (2012). *El Peligro del uso de las dragas ilegales dedicadas a la extracción de oro aluvial en la Región Loreto*. Universidad Científica del Perú,
- MINEM. (2016). *Ministerio de Energía y Minas. Anuario 2016*.
- MINEM. (2017). Registro de formalización minera fase de saneamiento. Retrieved from [http://intranet2.minem.gob.pe/ProyectoDGE/Mineria/Registro%20Nacional%20de%20Saneamiento\\_Vigentes.pdf](http://intranet2.minem.gob.pe/ProyectoDGE/Mineria/Registro%20Nacional%20de%20Saneamiento_Vigentes.pdf)
- Montaño, M. J. J. (2017). *Redes neuronales artificiales aplicadas al análisis de datos*.
- Orocaja, P., & Virginia, K. (2014). Implementación de la política de fiscalización ambiental de la pequeña minería y minería artesanal: el caso del Gobierno Regional de Arequipa.

- Osores, P. F., Rojas, J. J. E., & Manrique, L. E. C. H. (2012). Minería informal e ilegal y contaminación con mercurio en Madre de Dios: Un problema de salud pública. *Acta medica peruana*, 29(1), 38-42.
- Paricahua, C. G. (2017). *Evaluación del proceso de formalización minera en la vía extraordinaria del Gobierno Regional de Puno*.
- Paricahua, G. (2017). *Evaluación del proceso de formalización minera en la vía extraordinaria del Gobierno Regional de Puno*.
- Riquelme, S. J. C., Ruiz, R., & Gilbert, K. (2006). Minería de datos: Conceptos y tendencias. *Inteligencia artificial: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 10(29), 11-18.
- Valenga, F., Britos, P. V., Perversi, I., Fernández, E., Merlino, H., & García Martínez, R. (2007). *Aplicación de Minería de Datos para la exploración y detección de patrones delictivos en Argentina*. Paper presented at the XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.

**ANEXOS**