

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**“PROSPECCIÓN GEOLÓGICA Y GEOQUÍMICA POR  
YACIMIENTOS DE Au Y Cu EN LA CORDILLERA ORIENTAL -  
DEPARTAMENTOS DE SAN MARTÍN Y LA LIBERTAD”**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO GEÓLOGO**

**PRESENTADO POR:  
ALBERTO BUSTAMANTE ROMANÍ**

LIMA – PERÚ  
2008

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Compañía Minera WMC (Perú) Sucursal del Perú, subsidiaria de WMC RESOURCES TD. por brindarme la oportunidad de laborar durante mas de 6 años y permitir desarrollarme profesionalmente.

A Eugenio Ferrari Gerente de Exploraciones para Sudamérica durante el periodo 2000 - 2006 quien hizo posible el estudio y desarrollo del presente Informe de Ingeniería, por su amistad invaluable y por sus enseñanzas.

A mi asesor MSc. Atilio Mendoza, por la supervisión, correcciones y sugerencias al presente trabajo.

A Steven Bussey, Geólogo Senior de WMC, por sus enseñanzas de campo y por su amistad.

A Keller Guerra y Torsten Danne Geólogos de Exploraciones, por el intercambio de ideas en los trabajos de campo

A Jorge Vasquez Técnico de Exploraciones de WMC con quien compartí largas jornadas de trabajo en la selva del Perú, por su amistad y sus enseñanzas.

En forma especial a mi esposa. Luz Cabrera por la revisión del manuscrito y sus sugerencias al mismo.

**DEDICADO :**

*A mis padres Eufrazio y Justina como un testimonio de mi infinito agradecimiento y a quienes debo lo que soy.*

*A mi esposa Luz, compañera inseparable, por la infinita paciencia y por la motivación para culminar con esta meta.*

*A mis hijos Diego y Daniel por ser el mejor regalo de Dios y el motor que me impulsa para seguir adelante.*

# INDICE

	<b>Pag.</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>CAPITULO I OBJETIVOS Y METODOLOGIA DE TRABAJO</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS	1
1.2 METODOLOGIA DE TRABAJO	2
<b>CAPITULO II CONSIDERACIONES GENERALES</b>	<b>4</b>
2.1 UBICACIÓN Y ACCESO	4
2.2 BASE TOPOGRÁFICA	6
2.3 GEOMORFOLOGIA Y FISIOGRAFIA	6
2.4 CARACTERISTICAS CLIMATICAS	8
2.5 RED HIDROGRÁFICA	8
2.6 FAUNA Y FLORA	11
2.7 DEMOGRAFIA Y COMUNIDADES	11
2.8 PROPIEDAD MINERA Y PARQUES NACIONALES	11
2.9 EXPLORACION HISTORICA EN EL DISTRITO	13
<b>CAPITULO III GEOLOGIA REGIONAL</b>	<b>14</b>
3.1 ESTRATIGRAFIA REGIONAL	14
3.1.1 NEOPROTEROZOICO	14
3.1.1.1 COMPLEJO MARAÑÓN	14
3.1.2 PALEOZOICO	15
3.1.2.1 VOLCÁNICOS INDIFERENCIADOS (VOLCÁNICOS LAVASEN)	15
3.1.2.2 GRUPO AMBO	15
3.1.2.3 GRUPO MITU	
3.1.3 MESOZOICO	16
3.1.3.1 GRUPO PUCARA	16
3.1.3.2 FORMACIÓN SARAYAQUILLO	18
3.1.3.3 GRUPO ORIENTE	18
3.1.3.4 FORMACIÓN CHONTA	20
3.1.3.5 FORMACIÓN VIVIAN	20
3.1.4 CENOZOICO	21
3.1.4.1 FORMACION YAHUARANGO	21
3.1.4.2 FORMACIÓN POZO	21
3.1.4.3 FORMACIÓN CHAMBIRA	21
3.1.4.4 FORMACIÓN TOCACHE	22
3.1.4.5 DEPÓSITOS CUATERNARIOS	22
3.1.5 ROCAS INTRUSIVAS	23
3.1.5.1 COMPLEJO INTRUSIVO METAL-PALINA	23
3.1.5.2 SUBVOLCÁNICO HUCHIZA	24
3.2 AMBIENTE TECTÓNICO Y CONTROL ESTRUCTURAL REGIONAL	27
3.2.1 ZONA DE BLOQUES	27
3.2.2 DEPRESION INTRAMONTAÑOSA	28
3.2.3 ZONA DE PLIEGUES Y FALLAS DE LA CORDILLERA SUBANDINA	28
3.2.3.1 PLIEGUES	28
3.2.3.2 FALLAS LONGITUDINALES	28

3.2.3.3 FALLAS TRANSVERSSALES	28
3.3 METALOGENIA REGIONAL	29
<b>CAPITULO IV GEOLOGÍA DEL AREA DE TRABAJO</b>	<b>36</b>
4.1 LITOLOGIA	36
4.1.1 ROCAS METAMÓRFICAS	
4.1.2 ROCAS SEDIMENTARIAS	37
4.1.3 ROCAS INTRUSIVAS	37
4.1.4 ROCAS VOLCÁNICAS	38
4.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	39
4.3 ALTERACIONES HIDROTERMALES	40
4.3.1 ALTERACION SILICEA.	40
4.3.2 ALTERACION POTÁSICA	40
4.3.3 ALTERACION FÍLICA	40
4.3.4 ALTERACION ARGÍLICA	41
4.3.5 ALTERACION PROPILÍTICA	41
4.4 MINERALIZACIÓN	41
<b>CAPITULO V PROSPECCION GEOLOGICA Y GEOQUIMICA</b>	<b>44</b>
5.1 METODOLOGÍA	44
5.2 GENERACION DE BLANCOS PROSPECTIVOS	45
5.2.1 DISTRIBUCION DE ROCAS INTRUSIVAS	46
5.2.2 BORDES CRATÓNICOS	46
5.2.3 DEFINICION DE LINEAMIENTOS REGIONALES Y CONTINENTALES	46
5.2.3.1 LINEAMIENTOS DEFINIDOS A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES	46
5.2.3.2 LINEAMIENTOS DEFINIDOS A PARTIR DE IMÁGENES RADAR	47
5.2.3.3 LINEAMIENTOS DEFINIDOS A PARTIR DE GRAVIMETRIA REGIONAL	48
5.2.4 ANALISIS E INTERPRETACION DE LINEAMIENTOS	48
5.2.4.1 INTERSECCIÓN DE LINEAMIENTOS MINERALIZADOS	48
5.2.4.2 COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL	49
5.3 GEOQUIMICA	53
5.3.1 MUESTREO DE ROCAS	53
5.3.1.1 METODOLOGÍA	53
5.3.1.2 ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE ROCAS	54
5.3.1.3 ANALISIS DE CORRELACIONES DE MUESTRAS DE ROCAS	63
5.3.2 MUESTREO DE SEDIMENTOS DE CORRIENTE	77
5.3.2.1 EQUIPO DE MUESTREO GEOQUÍMICO	77
5.3.2.2 METODOLOGÍA	78
5.3.2.3 ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS	79
5.3.2.4 ANALISIS DE CORRELACIONES DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS	94
5.3.3 DEFINICION DE ZONAS ANÓMALAS DE SEDIMENTOS DE CORRIENTE	114
5.3.4 DEFINICION DE NIVELES DE PRIORIDAD DE ZONAS ANÓMALAS	124

**RELACION DE FIGURAS**

Figura 1: Mapa de ubicación

Figura 2: Mapa de unidades geomorfológicas

Figura 3: Mapa de distribución climática

Figura 4: Mapa de cuencas hidrográficas

Figura 5: Mapa de distribución de propiedad minera y parques nacionales

Figura 6: Columna litoestratigráfica del área de Tocache

Figura 7: Mapa geológico regional mas imagen DEM

Figura 8: Mapa metalogenético (Clasificación por tipo de yacimiento)

Figura 9: Mapa metalogenético (Clasificación por tipo de elemento)

Figura 10: Mapa de alteraciones por cuencas

Figura 11: Mapa de lineamientos mineralizados regionales

Figura 12: Mapa de complejidad estructural

Figura 13 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - Au

Figura 14 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - As

Figura 15 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - Ba

Figura 16 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - Cu

Figura 17 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - Fe

Figura 18 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - Mn

Figura 19 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - Mo

Figura 20 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - Pb

Figura 21 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de roca - Zn

Figura 22: Diagramad de correlación para muestras de roca – Au (i)

Figura 23: Diagramas de correlación para muestras de roca – Au (ii)

Figura 24: Diagramas de correlación para muestras de roca – Ag (i)

Figura 25: Diagramas de correlación para muestras de roca – Ag (ii)

Figura 26: Diagramas de correlación para muestras de roca – Cu (i)

Figura 27: Diagramas de correlación para muestras de roca – Cu (ii)

Figura 28: Diagramas de correlación para muestras de roca – Mo (i)

Figura 29: Diagramas de correlación para muestras de roca – Mo (ii)

Figura 30: Diagramas de correlación para muestras de roca – Pb (i)

Figura 31: Diagramas de correlación para muestras de roca – Pb (ii)

Figura 32: Diagramad de correlación para muestras de roca – Zn (i)

Figura 33: Diagramas de correlación para muestras de roca – Zn (ii)

Figura 34 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Au

Figura 35 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Ag

Figura 36 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - As

Figura 37 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Ba  
 Figura 38 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Bi  
 Figura 39 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos -Cu  
 Figura 40 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Fe  
 Figura 41 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos -Mn  
 Figura 42 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos -Mo  
 Figura 43 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Ni  
 Figura 44 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Pb  
 Figura 45 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Sb  
 Figura 46 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Sn  
 Figura 47 (a y b): Histograma y caja de bigotes de muestras de sedimentos - Zn  
 Figura 48: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Au (i)  
 Figura 49: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Au (ii)  
 Figura 50: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Ag (i)  
 Figura 51: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Ag (ii)  
 Figura 52: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Cu (i)  
 Figura 53: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Cu (ii)  
 Figura 54: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Mo (i)  
 Figura 55: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Mo (ii)  
 Figura 56: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Pb (i)  
 Figura 57: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Pb (ii)  
 Figura 58: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Zn (i)  
 Figura 59: Diagramas de correlación para muestras de sedimentos – Zn (ii)  
 Figura 60: Mapa de anomalías geoquímicas por cuencas - Au  
 Figura 61: Mapa de anomalías geoquímicas por cuencas - Ag  
 Figura 62: Mapa de anomalías geoquímicas por cuencas - Cu  
 Figura 63: Mapa de anomalías geoquímicas por cuencas - Mo  
 Figura 64: Mapa de anomalías geoquímicas por cuencas - Pb  
 Figura 65: Mapa de anomalías geoquímicas por cuencas - Zn  
 Figura 66: Mapa de zonas anómalas  
 Figura 67: Mapa zona anómala I  
 Figura 68: Mapa zona anómala II  
 Figura 69: Mapa zona anómala III  
 Figura 70: Mapa zona anómala IV  
 Figura 71: Mapa zona anómala V  
 Figura 72: Mapa zona anómala VI  
 Figura 73: Mapa zona anómala VII  
 Figura 74: Mapa zona anómala VIII

## **RELACIÓN DE TABLAS**

Tabla 1: Lineamientos mineralizados regionales

Tabla 2: Complejidad estructural

Tabla 3: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - Au

Tabla 4: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - As

Tabla 5: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - Ba

Tabla 6: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - Cu

Tabla 7: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - Fe

Tabla 8: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - Mn

Tabla 9: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - Mo

Tabla 10: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - Pb

Tabla 11: Parámetros estadísticos de muestras de rocas - Zn

Tabla 12: Correlaciones de muestras de roca

Tabla 13: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Au

Tabla 14: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Ag

Tabla 15: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - As

Tabla 16: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Ba

Tabla 17: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Bi

Tabla 18: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Cu

Tabla 19: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Fe

Tabla 20: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Mn

Tabla 21: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Mo

Tabla 22: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Ni

Tabla 23: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Pb

Tabla 24: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Sb

Tabla 25: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Sn

Tabla 26: Parámetros estadísticos de muestras de sedimentos - Zn

Tabla 27: Correlaciones de muestras de sedimentos

Tabla 28: Datos de campo de las cuencas analizadas

Tabla 29: Zona anómala I

Tabla 30: Zona anómala II

Tabla 31: Zona anómala III

Tabla 32: Zona anómala IV

Tabla 33: Zona anómala V

Tabla 34: Zona anómala VI

Tabla 35: Zona anómala VII

Tabla 36: Zona anómala VIII

Tabla 37: Zona anómala VIII

Tabla 37: Zona de Prioridad I

Tabla 37: Zona de Prioridad II

Tabla 37: Zona de Prioridad III

Tabla 37: Zona de Prioridad IV

## **RELACION DE ANEXOS**

### **ANEXO I RELACION DE LAMINAS**

Lámina 1: Mapa Geológico Regional

Lámina 2: Mapa Estructural Regional – Imagen Landsat Mersid

Lámina 3: Secciones Geológicas AA' y BB'

Lámina 4: Mapa de ubicación de muestras de sedimentos de corriente

Lámina 5: Mapa de anomalías geoquímicas de sedimentos de corriente - Au

Lámina 6: Mapa de anomalías geoquímicas de sedimentos de corriente - Ag

Lámina 7: Mapa de anomalías geoquímicas de sedimentos de corriente - Fe

Lámina 8: Mapa de anomalías geoquímicas de sedimentos de corriente - Cu

Lámina 9: Mapa de anomalías geoquímicas de sedimentos de corriente - Mo

Lámina 10: Mapa de anomalías geoquímicas de sedimentos de corriente - Pb

Lámina 11: Mapa de anomalías geoquímicas de sedimentos de corriente - Zn

Lámina 12: Mapa de ubicación de muestras de rocas

Lámina 13: Mapa de anomalías geoquímicas de rocas - Au

Lámina 14: Mapa de anomalías geoquímicas de rocas - Fe

Lámina 15: Mapa de anomalías geoquímicas de rocas - Cu

Lámina 16: Mapa de anomalías geoquímicas de rocas - Mo

Lámina 17: Mapa de anomalías geoquímicas de rocas - Pb

Lámina 18: Mapa de anomalías geoquímicas de rocas – Zn

Lámina 19: Mapa de niveles de prioridad de zonas anómalas

### **ANEXO II FOTOGRAFIAS**

### **ANEXO III ESTUDIOS PETROGRÁFICOS**

### **ANEXO IV ANALISIS DE MUESTRAS CON PIMA**

## **RESUMEN**

El área de estudio denominada Alto Tocache se encuentra ubicada a 28 km. al suroeste de la ciudad de Tocache, entre las provincias de Tocache y Patate pertenecientes a los departamentos de San Martín y La Libertad respectivamente; esta área forma parte de la unidad morfoestructural conocida como Cordillera Oriental y se caracteriza por presentar un reducido historial de exploración minera debido a la limitada accesibilidad a la zona por las condiciones geográficas en las que se ubica caracterizadas por una topografía bastante accidentada, cobertura casi permanente de nubes y con un alto predominio de vegetación

El presente estudio hace énfasis en detallar el proceso de prospección en este tipo de ambientes desde una etapa inicial generativa de blancos donde se detalla las herramientas, técnicas y metodología que se utilizan para generar estos blancos; una etapa de campo consistente en la recolección de muestras de sedimentos y rocas además de cartografiado geológico y una etapa final de análisis e interpretación consistente en el análisis geoquímico de muestras y la determinación de los parámetros estadísticos respectivos a partir de los cuales se determinan las zonas anómalas; esta interpretación además es complementada por estudios petrográficos y de PIMA.

La geología de la zona está representada por una secuencia estratigráfica conformada por un basamento constituido por rocas metamórficas del Complejo Marañón, seguidas de secuencias silicoclásticas y volcánicas pertenecientes al Paleozoico superior. El Mesozoico está caracterizado por secuencias carbonatadas de edad Triásica a Jurásica (Grupo Pucara), seguidas de secuencias molásicas y alternancias de calizas y areniscas. La secuencia Cenozoica está conformada por depósitos continentales y marinos. Las rocas intrusivas pertenecen al Paleozoico superior reconociéndose granodioritas, tonalitas dioritas y cuerpos subvolcánicos. Estructuralmente el área está caracterizado por una zona de bloques hundidos y levantados que corresponde al bloque metamórfico del Marañón, una zona de pliegues y fallas que presenta una importante deformación tectónica relacionada a la orogenia andina y una depresión intramontañosa ubicada entre las dos anteriores controlada por fallas de dirección NNO-SSE.

La metalogénia de la zona está dada por vetas de Au, Au-Ag, Au-Cu, Pb-Zn-Au-Ag, en menor proporción se tienen ocurrencias de skarn Au, Au-Ag-Cu, y mantos de Cu, Pb-Ag, Las alteraciones reconocidas indican que la alteración silíceo-carbónica es la que más predomina en el área seguida por la argílica y propilítica y en menor proporción alteración potásica y filítica. Finalmente la interpretación geoquímica ha permitido definir 8 áreas con anomalías consistentes en Au, Cu, Pb, Zn, Mo.

# **CAPITULO I**

## **OBJETIVOS Y METODOLOGIA DE TRABAJO**

### **1.1 OBJETIVOS**

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Proponer un modelo de prospección geológica y geoquímica en ambientes con características subtropicales donde la presencia de afloramientos es restringida debido a la vegetación.
- Caracterizar geoquímica, litológica y estructuralmente el área de Alto Tocache
- Definir una zonación metalogenética dentro de la cual está enmarcada el área de estudio
- Proponer dentro del área de estudio zonas favorables prospectivas para continuar con una etapa mas avanzada de prospección.
- Presentar los resultados de este estudio como un Informe de Ingeniería para obtener el Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

## **1.2 METODOLOGIA DE TRABAJO**

El área de Alto Tocache formó parte de una serie de blancos exploratorios que generó la Compañía Minera WMC a lo largo de la Cordillera Oriental y la Faja Subandina como parte de un programa regional de exploraciones llevado a cabo entre los años 2002 a 2005. El área fue seleccionada como un blanco altamente prospectivo debido a las características litológicas, estructurales y geoquímicas favorables que presentaba, además de estar localizada dentro de una zona muy poco explorada. El estudio del área ha comprendido tres etapas:

### **Etapas de Generación**

En esta primera etapa se definieron blancos prospectivos, comprende básicamente una fase de gabinete y consistió en:

- Recopilación y evaluación de la información geológica existente en boletines del INGEMMET, de la Sociedad Geológica y material bibliográfico diverso.
- Generación de base de datos con la ubicación y características geológicas de los depósitos y prospectos mineros existentes en el área (distintas fuentes).
- Interpretación de Imágenes Landsat, Radar, gravimetría, DEM etc.
- Confección de la red de drenaje del área y planificación de la distribución de muestras de sedimentos y de rocas que se van a recolectar.
- Preparación de mapas preliminares para muestreo y cartografiado geológico.

### **Etapas de Campo**

Esta etapa consistió en:

- Recolección de muestras de sedimentos de corriente y de rocas para análisis geoquímico de acuerdo al plan preliminar.
- Recolección de muestras de mano para estudios de petrográficos y de PIMA
- Cartografiado geológico a escala 1:100,000 en zonas donde por procesos naturales queden expuestos los afloramientos dadas las características geográficas y ambientales del área.
- Toma de datos diversos como medición del Ph del agua de los drenajes, contenido de sulfatos en solución en el agua, características del drenaje, tipos de rodados existentes, presencia de alteración y/o mineralización, presencia de óxidos de hierro y manganeso etc.

## **Etapas de análisis e interpretación**

- Generación de mapas litológicos, estructurales, secciones geológicas
- Interpretación geoquímica, análisis estadístico de resultados, determinación de parámetros estadísticos
- Generación de mapas de anomalías geoquímicas por elementos.
- Selección de muestras de mano para corte delgado y pulido
- Selección de muestras para análisis de PIMA
- Elaboración de Informe Final

## CAPITULO II

### CONSIDERACIONES GENERALES

#### 2.1 UBICACIÓN Y ACCESO

El área de estudio se ubica en el sector nororiental del Perú entre las provincias de Tocache del departamento de San Martín y la provincia de Pataz del departamento de La Libertad a 28 Km. al suroeste de la ciudad de Tocache.

El área se encuentra incluida principalmente en el cuadrángulo de Tocache (17-j) y abarca también parte de los cuadrángulos de Tayabamba (17-i), Pomabamba (18-i) y San Pedro de Chonta (18-j).

Dada las características geográficas del área el acceso se hace difícil y limitado por vía terrestre razón por la cual se tuvo que emplear un helicóptero como medio de transporte, se eligió como campamento base a la ciudad de Tocache lugar desde donde se manejó toda la logística de trabajo.

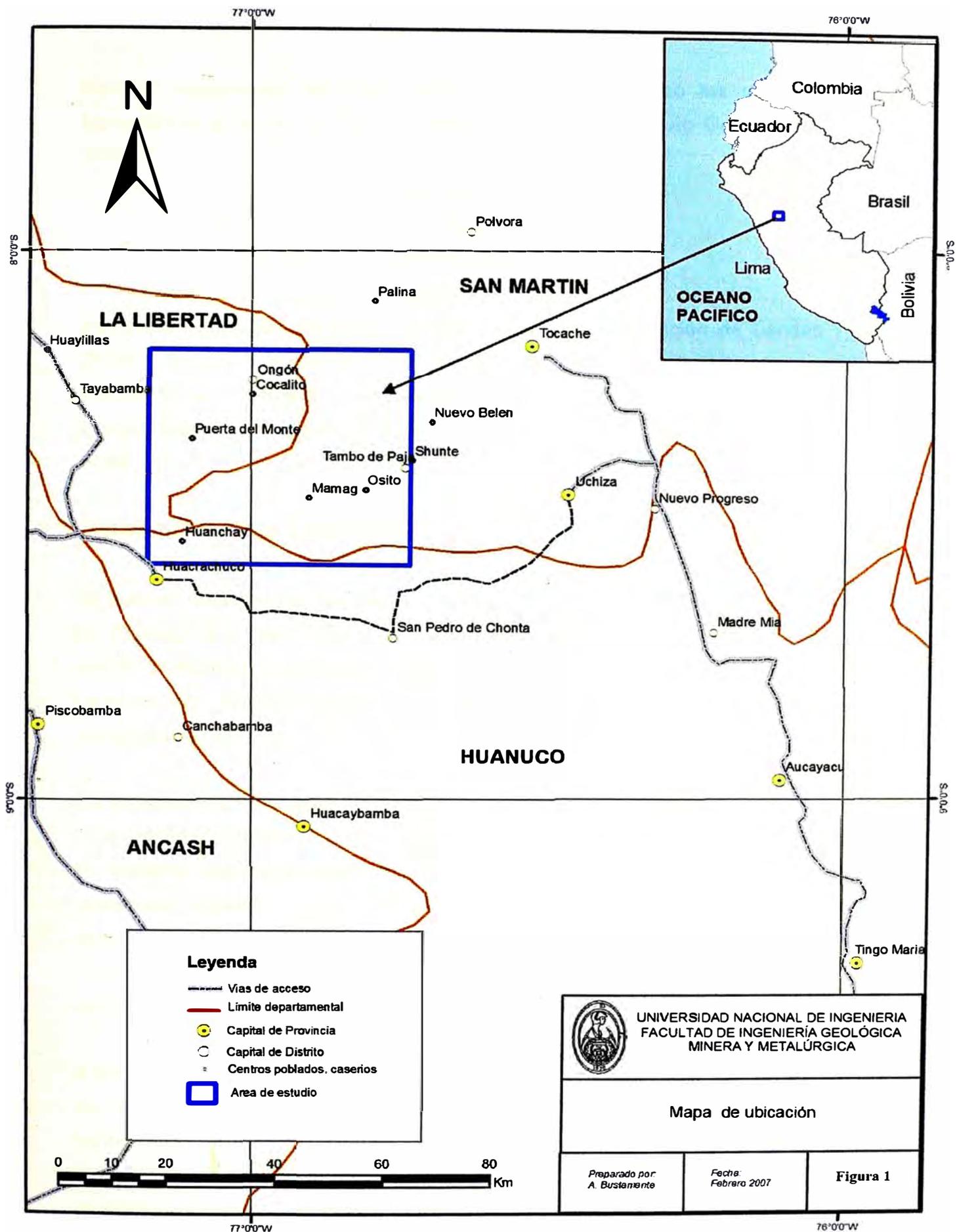
El acceso a la ciudad de Tocache por vía terrestre es el siguiente:

Ruta	Vía de acceso	Kilómetros	Tiempo
Lima – La Oroya – Huánuco	Carretera Central	380	8 horas
Huánuco – Tingo María – Tocache	Carretera Marginal	288	8 horas

La zona de estudio cubre un área de 1240 km<sup>2</sup>, siendo sus coordenadas centrales las siguientes:

UTM Norte : 9' 072,400

UTM Sur : 282,500



## **2.2 BASE TOPOGRÁFICA**

Para la elaboración del mapa base topográfico se utilizó las siguientes hojas topográficas a escala 1: 100,000 elaboradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN)

- Tocache (17-j)
- Tayabamba (17-i)
- Pomabamba (18-i)
- San Pedro de Chonta (18-j)

Asimismo se emplearon imágenes satelitales con combinación de bandas 7, 4, 2 (RGB), imágenes Radar y DEM (modelos de elevación digital) que permitieron completar la topografía y el drenaje sobretodo en las áreas donde las hojas topográficas carecen de información debido a la cobertura por nubes que existe en la zona.

## **2.3 GEOMORFOLOGIA Y FISIOGRAFIA**

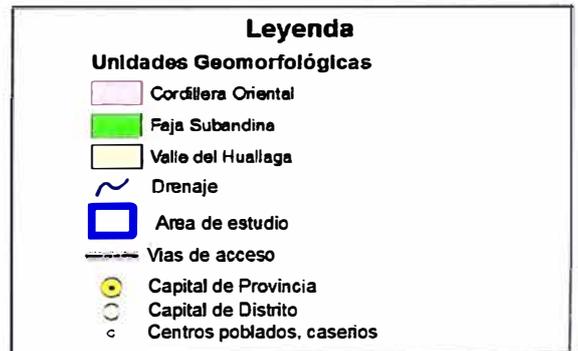
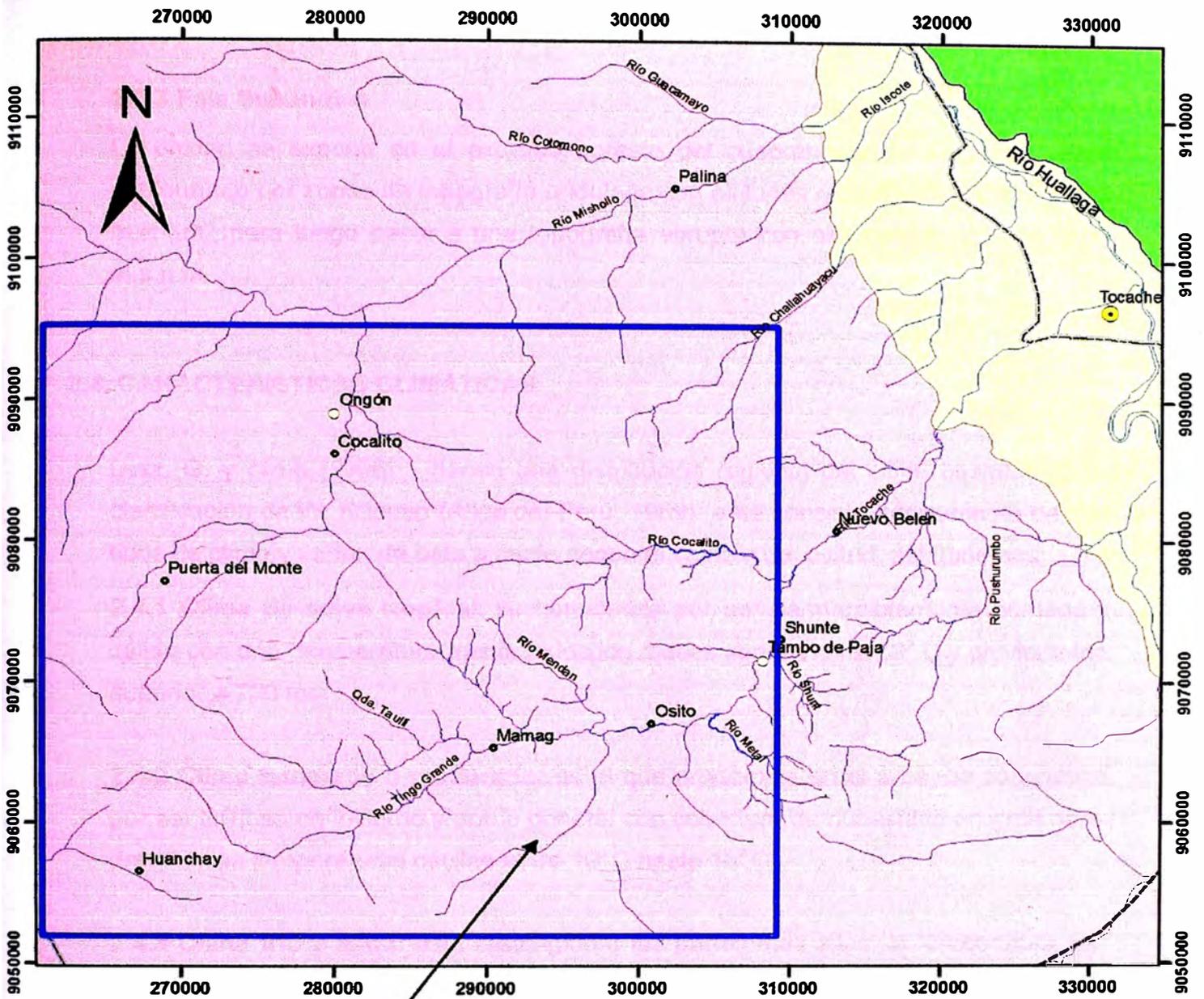
Se pueden distinguir tres unidades morfoestructurales La Cordillera Oriental, el Valle del Huallaga y la Faja Subandina, la topografía básicamente está modelada por la acción erosiva de los ríos que descienden del flanco este de la Cordillera Oriental hacia el Río Huallaga donde el relieve se hace más suave. Las altitudes están comprendidas entre los 450 y 4200 msnm. (Díaz, G. y otros, 1998).

### **2.3.1 Cordillera Oriental**

Esta unidad puede ser ubicada en el extremo oeste del cuadrángulo de Tocache y en el extremo este del cuadrángulo de Tayabamba. Está caracterizado por presentar superficies agrestes donde las altitudes varían entre los 800 a 4200 msnm. apreciándose en ella valles de sección tipo V como los desarrollados por los ríos Tocache, Chalahuayacu y Mishollo que siguen una dirección NE. Topográficamente representa la unidad mas alta del área de estudio.

### **2.3.2 Valle del Huallaga**

Se ubica en extremo noreste del cuadrángulo de Tocache. Constituye el elemento hidrográfico mas importante del área y separa la Cordillera Oriental de la faja Subandina, constituye una depresión llana con extensos terrenos de cultivos inundables en épocas lluviosas, presentan una dirección continua de N30°O.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

**Mapa de Unidades Geomorfológicas**



<i>Fuente</i> INGENMET	<i>Fecha:</i> Febrero 2007	<b>Figura 2</b>
---------------------------	-------------------------------	-----------------

### **2.3.3 Faja Subandina**

La unidad se expone en el extremo noreste del cuadrángulo de Tocache. Está conformado por zonas de topografía ondulada con altitudes que van de los 600 a 800 m.s.n.m., para luego pasar a una topografía abrupta con altitudes de 1000 a 2000 m.s.n.m.

## **2.4 CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS**

Díaz, G. y otros (1998) hacen una distribución regional del clima basados en la clasificación de W. Köppen (Atlas del Perú, 1989) esta consiste básicamente de tres tipos de clima y varían de este a oeste según el cambio de altitud, así tenemos:

**2.4.1 Clima de selva tropical:** se caracteriza por ser permanentemente húmedo y cálido con una temperatura media todos los meses superiores a 18° C y pluviometría superior a 750 mm.

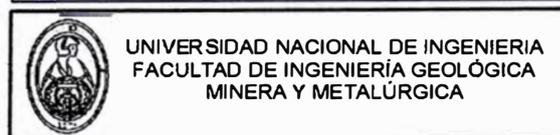
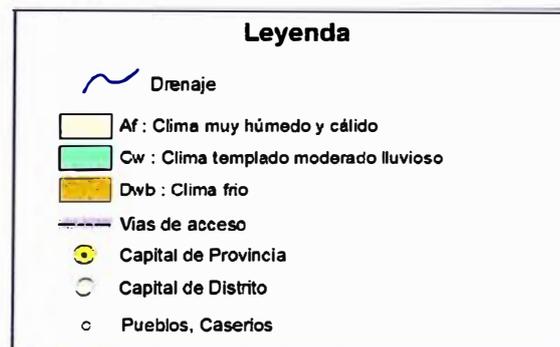
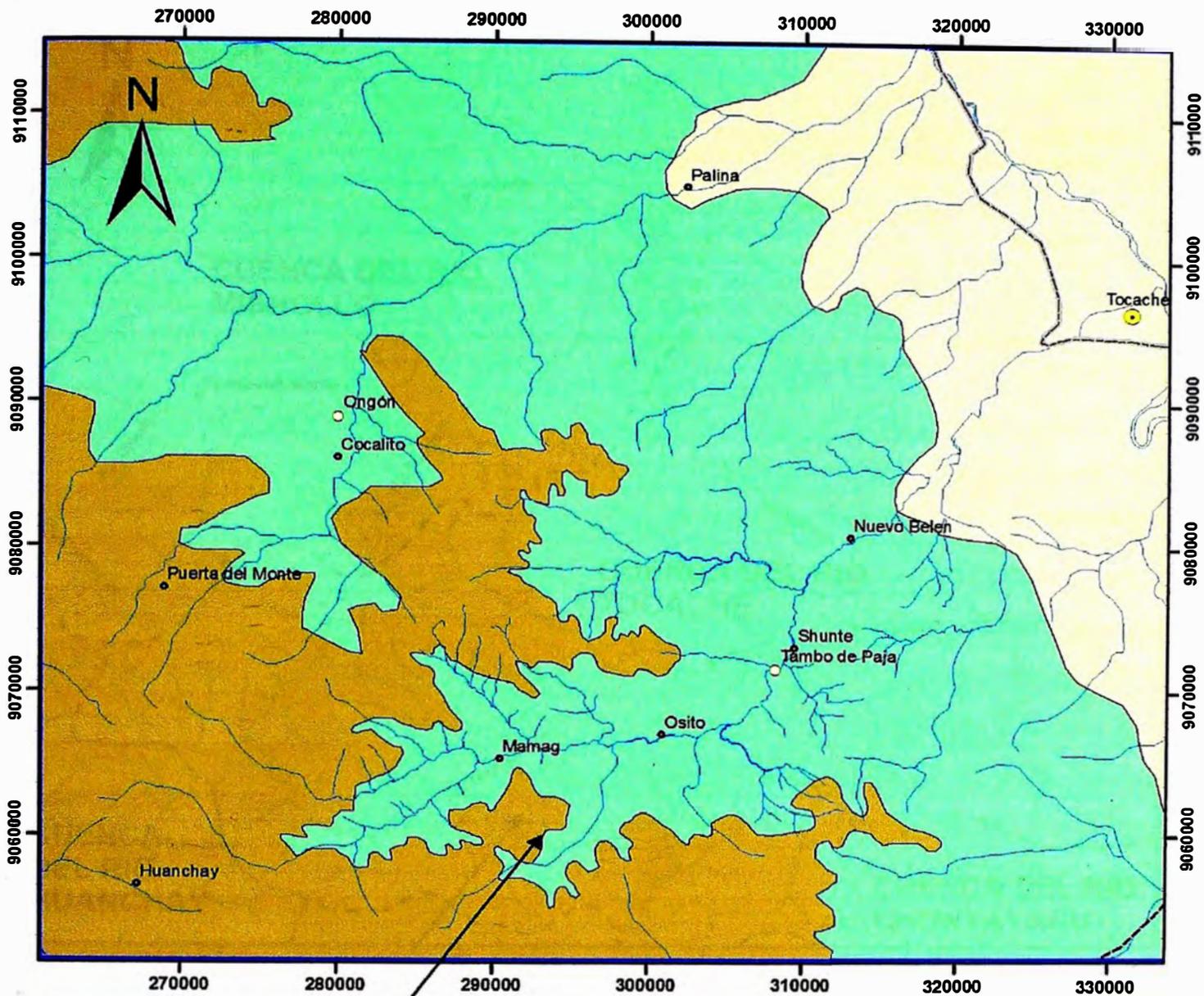
**2.4.2 Clima templado a moderado:** es el que predomina en el área, se caracteriza por ser lluvioso en invierno y por lo general con cobertura de nubosidad en gran parte del año, las temperaturas oscilan entre 10° C hasta 18° C.

**2.4.3 Clima frío y seco:** está restringido a las partes más altas, la temperatura son cercanas a los 0° C

El régimen pluvial del área en general es muy regular debido a que se encuentra a continuación de la Cordillera Oriental la cual actúa como una barrera natural de las nubes de evaporación que se producen en la llanura amazónica

## **2.5 RED HIDROGRÁFICA**

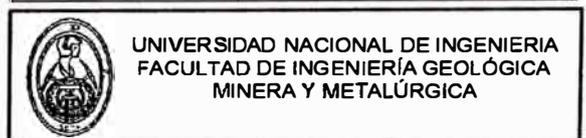
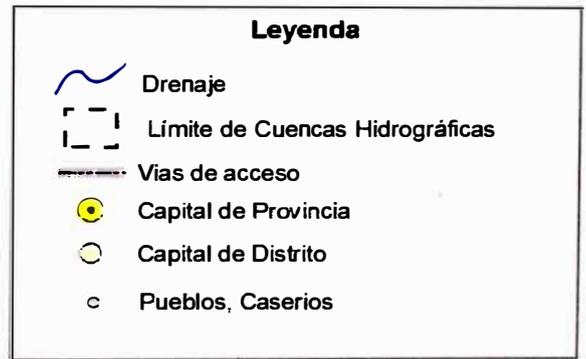
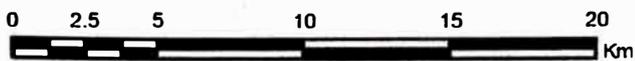
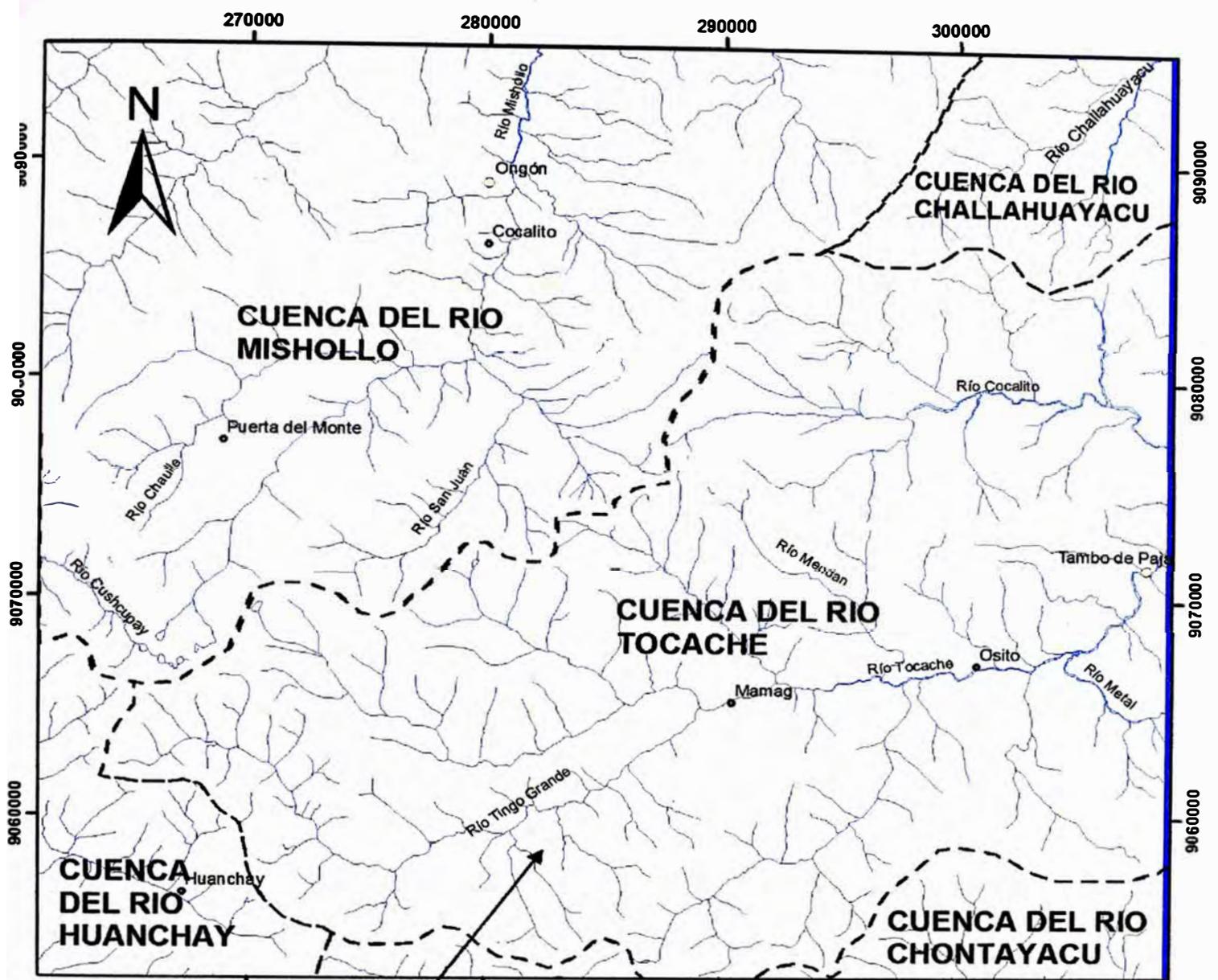
La red hidrográfica está regulada por el río Huallaga y sus afluentes los cuales descienden desde la Cordillera Oriental. El río Huallaga sigue una dirección SE a NO y está caracterizado por una red de drenaje dendrítica y subparalela, los principales afluentes que tienen por la margen izquierda son los ríos Tocache, Chahuayacu y Mishollo los cuales discurren en dirección noreste presentando un caudal regular y constante.



Mapa de distribución climática  
(Según clasificación de W. Köppen)



Fuente: INGEMMET	Fecha: Febrero 2007	Figura 3
---------------------	------------------------	----------



Mapa de Cuencas Hidrográficas

Preparado por:  
A. Bustarrante

Fecha:  
Febrero 2007

Figura 4

## **2.6 FAUNA Y FLORA**

La fauna es variada y está constituida por distintas especies entre las que se tienen:

- Aves :Tucán, perdiz, guacamayo, pericos, gallito de las rocas, paujil
- Mamíferos: Añuje, ronsoco, sachavaca, venado, armadillo, puma, oso hormiguero, monos etc
- Reptiles: Lagarto, iguana, sapo, ofidios como shushupe, jergón, loromachaco, mantona etc
- Peces: Zungaro, doncella, carachama, bagre, huasaco, boquichico, piraña etc.

La flora está caracterizada por la presencia de árboles como el aguaje, topa, caoba, cedro, tomillo, hispingo y otras especies como uña de gato, chanca piedra, oreja de elefante, costilla de Adan, boa, situlli y diversidad de helechos y orquídeas.

## **2.7 DEMOGRAFIA Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

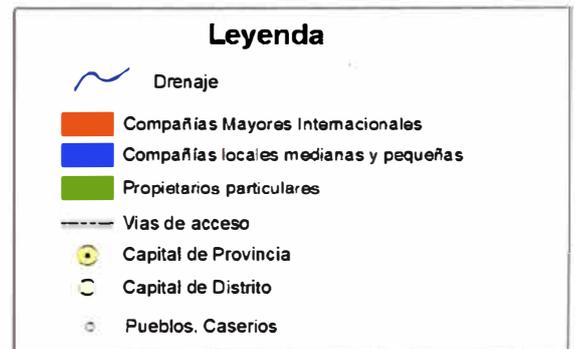
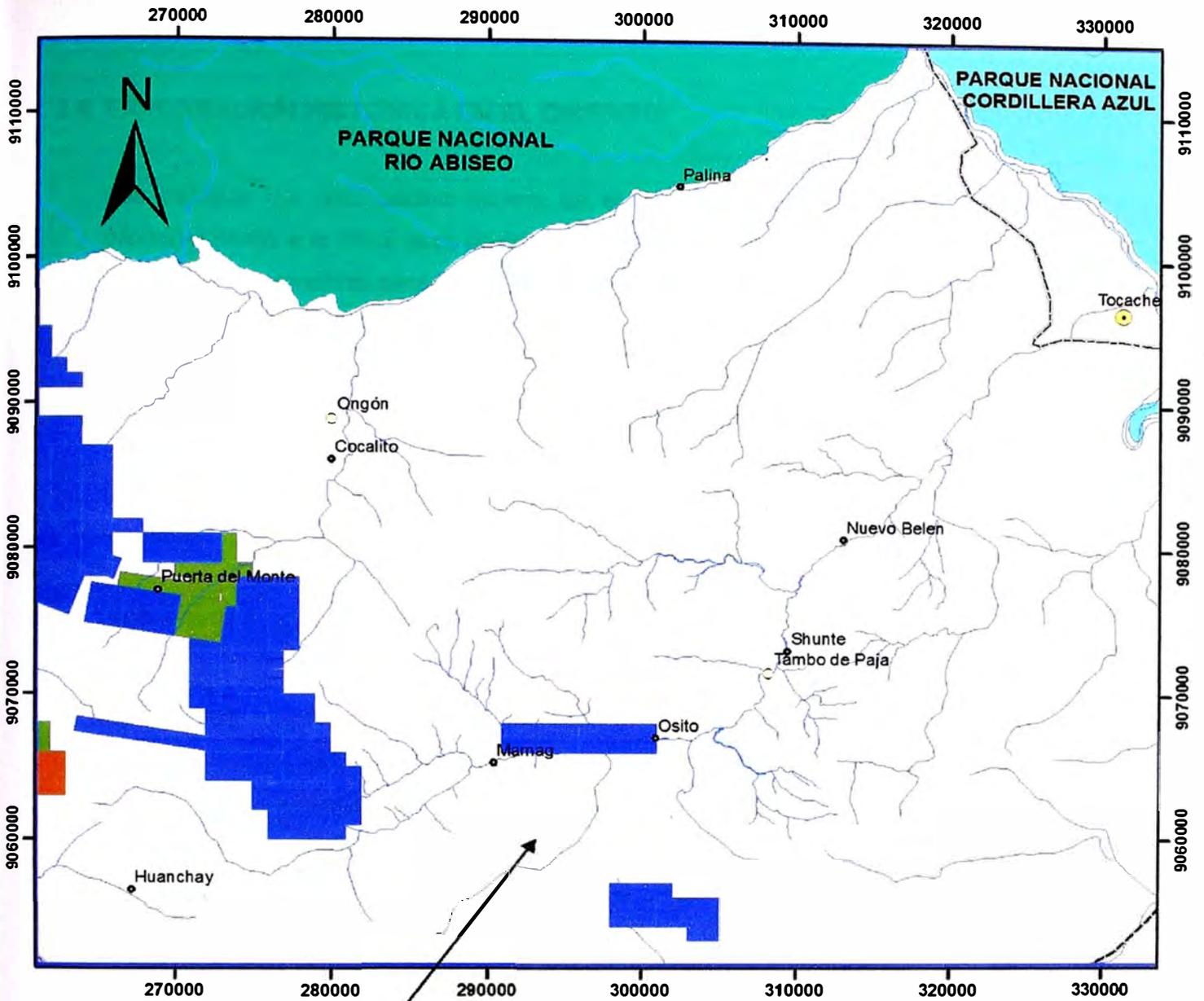
La provincia de Tocache cuenta con una población de mas de 64,700 habitantes (Fuente: INEI censo 2005)

Las principales actividades económicas son la agricultura cultivándose en la región la palma aceitera, plátano, papaya, arroz, maíz y yuca; y la ganadería la cual está constituida principalmente por la crianza de vacunos de la raza cebú apreciados por su carne y leche.

## **2.8 PROPIEDAD MINERA Y PARQUES NACIONALES**

U 20% del área de estudio está cubierto por propiedad minera de este porcentaje un 75% pertenece a compañías peruanas medianas y pequeñas, un 10% pertenece a compañías mayores internacionales y el 15% restante se encuentra en manos de propietarios particulares.

Regionalmente y al norte del área de estudio se ubica el Parque Nacional del Río Abiseo y al noreste el Parque Nacional de la Cordillera Azul, las cuales son áreas destinadas a la conservación del ecosistema, flora y fauna silvestre.



**Mapa de distribución de Propiedad Minera y Parques Nacionales**

Fuente: INACC, INRENA

Preparado por:  
A. Bustamante

Fecha:  
Febrero 2007

**Figura 5**



## **2.9 EXPLORACION HISTORICA EN EL DISTRITO**

Los trabajos de prospección minera en el área de estudio son escasos debido probablemente a la difícil accesibilidad, a la topografía y a las condiciones climáticas, esto hace en muchos casos que solo sea posible acceder a determinadas zonas haciendo uso de un helicóptero, la otra razón son los problemas sociales por los que ha atravesado esta región lo que dificulta mantener un programa de exploración a largo plazo.

La información de trabajos anteriores de prospección minera que se obtuvo es la siguiente:

1995 – 1997	Compañía Minera Aurífera del Sur solicitó propiedad minera en el extremo oeste del área de estudio
1997 – 1999	Newcrest - Minorco realizan un programa regional de exploración por depósitos de oro que consistió en muestreo regional de sedimentos de corriente detectando algunas anomalías.
1998 – 1998	INGEMMET como parte del programa de levantamiento de la Carta Geológica Nacional tomo algunas muestras de roca y de sedimentos al sureste del área de estudio llegando a identificar indicios de mineralización metálica.
2001 –2001	WMC Limited genera un blanco prospectivo en el área como parte del programa de exploración regional "The Central Perú Thrust Belt Project" ubicado en la Cordillera Oriental y Faja Subandina. La región fue identificada como un área poco explorada y con potencial para depósitos del tipo Pórfido de Cu-Au
2002 – 2003	WMC Limited inicia trabajos de exploración en el área con apoyo de un helicóptero, estos trabajos incluyen toma de muestras de sedimentos de corriente, muestras de roca, muestras para dataciones, mapeo geológico etc. definiendo anomalías de oro y cobre, plomo y zinc.

## **CAPITULO III**

### **GEOLOGIA REGIONAL**

#### **3.1 ESTRATIGRAFIA REGIONAL**

##### **3.1.1 NEOPROTEROZOICO**

###### **3.1.1.1 Complejo Marañón**

Es la unidad mas antigua del área, la denominación corresponde a WILSON, J y REYES, L. (1964), aflora en el extremo suroeste cubriendo un 40% de la superficie de estudio y se encuentra formando una franja longitudinal de orientación NW SE, está limitado al este por intrusivos carboníferos denominados Complejo Metal-Palina. Díaz, G. y otros (1998).

Litológicamente está constituido por rocas metamórficas principalmente de origen sedimentario y volcánico con un grado moderado de metamorfismo. Comprende esquistos, esquistos sericíticos, esquistos de cuarzo muscovita, fillitas y cuarcitas.

La secuencia de esquistos caracteriza a los afloramientos que se observan a lo largo de los ríos Tingo Grande y Taulli ubicados en el extremo suroeste del cuadrángulo de Tocache, presentan coloraciones que gradan del gris hasta el verde, textura foliada y agregados lenticulares de cuarzo blanco como evidencia de fenómenos recristalización.

En las nacientes de la quebrada Taulli afloran secuencias de gneis graníticos, la coloración de la roca es gris con tonalidad rosada, presenta textura foliada con cuarzo, ortosa y plagioclasa, la foliación es notoria por la presencia de las capas de mica las cuales muestran cierto flexionamiento.

Estas rocas se encuentran infrayaciendo en discordancia angular a unidades del Paleozoico inferior por lo tanto se les ha asignado una edad correspondiente al Neoproterozoico.

### **3.1.2 PALEOZOICO**

#### **3.1.2.1 Volcánicos Indiferenciados (Volcánicos Lavasen)**

Esta unidad fue reconocida por Wilson, J. y Reyes como Formación Lavasen, fue descrita como una secuencia volcánica que sobreyace al Precámbrico o al Batolito de Pataz.

Su distribución está restringida a la parte suroeste del cuadrángulo de Tocache, y al norte del cuadrángulo de Tayabamba. Se encuentran sobreyaciendo al intrusivo Metal – Palina y en otros casos al Complejo Marañón.

Sus afloramientos están constituidos por andesitas dacitas y riolitas, teniendo a la riolita como la más común, Las riolitas contienen pequeños fragmentos líticos a menudo con texturas vítricas soldadas lo que sugiere que se tratan de ignimbritas. Las andesitas se caracterizan por presentar coloración gris a gris verdoso, con texturas afaníticas a porfiríticas.

Esta secuencia volcánica se correlaciona con las secuencias volcánicas aflorantes en el cuadrángulo de Pataz WILSON, J y REYES, L. (1964) e infrayace a las areniscas rojas y conglomerados del Grupo Mitu lo que sugiere una edad carbonífera a permiana.

#### **3.1.2.2 Grupo Ambo**

Esta unidad fue definida por Newell, N.D., Chronic, J. y Roberts, T.G. (1949) en las localidades de Tarma y Huánuco. Wilson, J y Reyes, L. (1964) e indican que el Grupo Ambo consiste de areniscas y lutitas con intercalaciones de conglomerados, los que predominan hacia los niveles inferiores.

En el área de estudio estas secuencias afloran al noreste del cuadrángulo de Pomabamba. Sobreyace en discordancia angular a las rocas metamórficas del Complejo Marañón y está cubierto por secuencias del Grupo Mitu. Este Grupo llega a alcanzar hasta 1,000m de grosor (Pomabamba) Wilson, J y Reyes, L. (1967).

Está caracterizado por areniscas de color beige claro a marrón intercaladas con limoarcillitas de color gris verdosas seguidas de una secuencia de conglomerados de coloración marrón los cuales poseen clastos de areniscas, esquistos y gneis de

formas subredondeadas a subangulosas en una matriz de arenisca de grano fino a grueso de color marrón claro formando estratos con espesores hasta de 1 metro.

### **3.1.2.3 Grupo Mitu**

Este Grupo fue definido en un inicio como Formación Mitu por Mc Laughlin D. (1924), posteriormente Newell, Chronic y Roberts (1949) lo elevan a la categoría de Grupo.

Esta unidad aflora al este y suroeste del Cuadrángulo de Tocache a manera de una franja longitudinal de dirección noroeste. Se encuentra sobreyaciendo en relación discordante con el Complejo Marañón.

Esta secuencia consiste de areniscas de color rojo con capas lodolíticas, conglomerados de matriz arcósica de color marrón rojizo a verdoso.

Los conglomerados consisten de litoclastos de diferentes facies: metamórficas, sedimentarias e intrusivas (esquistos, cuarcitas, granitoides) con una matriz constituida por cuarzo, ortosa y plagioclasa. Las areniscas presentan coloraciones rojizas a marrones son de grano medio a grueso, generalmente en estratos medianos a gruesos.

En general su estratificación es mediana a gruesa con límites planos y ondulados no paralelos, donde se observa frecuentemente estratificación cruzada, ondulada, laminación paralela y grietas de desecación.

No existen evidencias paleontológicas que permitan asignarle una edad, sin embargo su posición estratigráfica indica que esta unidad se acumuló durante el Pérmico superior al Triásico inferior. Sánchez, A. (1995).

## **3.1.3 MESOZOICO**

### **3.1.3.1 Grupo Pucara (Triásico superior - Jurásico inferior)**

Fue definido por Mc. Laughlin (1924) y luego subdividida por Megard (1968) en tres formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga. Sobreyace en discordancia angular al Grupo Mitu.

Regionalmente aflora al este del cuadrángulo de Tocache, también se tienen afloramientos en la parte central del cuadrángulo de Tayabamba y al norte del cuadrángulo de Pomabamba.

### **Formación Chambara**

Litológicamente esta caracterizado por calizas dolomíticas, dolomías y calizas de coloraciones grises a negras en partes bioclásticas, contiene intercalaciones de brechas intraformacionales de lutitas y areniscas a veces con presencia de yeso.

Megard, F. (1979)

Castro, W. (2006) reconoce a este miembro como una franja alargada desde el sector de Santa Cruz hasta Ramal Aspuzana al sur del cuadrángulo de Uchiza y lo describe como un afloramiento de calizas grises oscuras con presencia de minerales masivos de yeso que se encuentran alteradas por acción meteórica del agua.

Debido a su abundancia de fósiles como *monotis subcircularis* reportados por INGEMMET se le atribuye una edad Noriano del Triásico superior.

### **Formación Aramachay**

Se compone de lutitas areniscas y calizas con un alto contenido de materia orgánica a menudo bituminosa. Las calizas forman a menudo bancos lenticulares. Las rocas de esta formación tienen un color negro a parduzco. Megard, F. (1979)

Castro, W. (2006) reporta un afloramiento de esta unidad en el sector de Ramal de Aspuzana al sur del cuadrángulo de Tocache y este consiste de una caliza de color gris claro con abundante calcita con estratos masivos y intensamente fracturados, en sectores se observa presencia de yeso y calcita en forma masiva.

Debido a su concentración de fósiles especialmente amonites reportados por INGEMMET (1998) se le atribuye una edad perteneciente al Retiano – Hettangiano del Jurásico inferior.

### **Formación Condorsinga**

Esta formación es casi exclusivamente carbonatada, y su potencia es a menudo mayor de 1,000 metros en bancos regulares de 0.20 a 1m. de espesor, son frecuentemente oolíticas o bioclásticas; contienen cherts por general concentrados en fajas de algunos metros de espesor, Megard, F. (1979)

Castro, W. (2006) reporta en la localidad de Nuevo Oriente al sur del cuadrángulo de Uchiza una secuencia de limoarcillitas gris verdosas dispuestas en capas laminares, asimismo calizas gris oscuras con venillas de calcita dispuestos en capas laminares. Asimismo en la localidad de la Convención, distrito de Tocache donde esta consiste de calizas masivas de tonalidad gris oscuro.

Debido a la presencia de fósiles reportados por Prinz, P. (1985) que corrobora con las determinaciones hechas para esta formación en el Perú central por Megard, F. (1968), se le asigna una edad Sinemuriana superior a Toarciana superior.

### **3.1.3.2 Formación Sarayaquillo**

Esta Formación fue definida por Kummel, B. (1946) teniendo como lugar típico de afloramiento al lecho del Río Sarayaquillo de la región de Contamina; siendo característico su naturaleza clástica rojiza de ambiente continental.

Posteriormente UHF, K. F. (1949) consideró a la formación Sarayaquillo como del Neocomiano debido a que se encuentra debajo de las areniscas del Grupo Oriente.

Megard, F. (1974) redefine la Formación en dos fases de depositación, una parte inferior de edad Bajociana y una superior de ambiente netamente continental, existiendo entre ellas un evidente cambio de facies.

Regionalmente aflora al noreste del cuadrángulo de Tocache siguiendo una orientación noroeste. Litológicamente esta compuesta por areniscas cuarzosas y feldespáticas de tonalidad rojiza de grano fino a medio con estratificación cruzada, intercalada con niveles conglomeraditos. Algunos sectores muestran intercalaciones esporádicas de lutitas rojas.

En las cercanías de la ciudad de Tocache, Castro, W. (2006) describe un afloramiento que en su parte inferior presenta secuencias de lodolitas gris rojizas con abundantes niveles de yeso y sal. En la parte intermedia se alterna con limolitas verdes, mientras que hacia el tope se exponen lutitas con coloraciones gris oscuras y con contenido de pirita.

Por su posición estratigráfica y la ausencia de fósiles que permitan datarla a esta Formación se le atribuye una edad correspondiente al Jurásico superior.

### **3.1.3.3 Grupo Oriente**

Kummel, B. (1946), define esta secuencia como Formación Oriente, dividiéndola en seis miembros iniciales. Posteriormente Zegarra, J. Y Olaechea, J. (1970), la elevaron a la categoría de Grupo dividiéndola en tres Formaciones: Cushabatay, Esperanza y Agua caliente.

Esta distribuida a lo largo de la Cordillera Subandina a manera de franjas alargadas. Estos afloramientos están afectados por fallas, plegamientos llegando a formar sinclinales y anticlinales. Castro, W. (2006).

### **Formación Cushabatay**

Litológicamente está caracterizada por areniscas cuarzosas de coloraciones blanquecinas a amarillentas, masivas de grano fino a medio con estratificación sesgada y algo friable.

En la quebrada Cashiyacu de Lupouna, distrito de Tocache, Castro, W. (2006) define una columna de esta Formación que presenta a la base una arenisca limosa de coloración verde y de grano fino, en la parte media una arenisca cuarzosa de grano medio y con estratificación cruzada y en la parte superior se tienen limonitas areniscosas de tonalidad gris oscura en bancos de 40 a 50cm. de grosor.

### **Formación Esperanza**

Kummel, B. (1946) define esta Formación como facies marinas de lutitas negras con algunas intercalaciones de calizas y areniscas de grano fino.

Regionalmente aflora a manera de franjas al noreste de la hoja de Tocache.

Constituye una secuencia netamente marina de plataforma. Litológicamente esta caracterizada por sedimentos pelíticos, predominando las lutitas y lodolitas rojizas, así como calizas grises a negras y limo arcillitas grises en horizontes delgados.

En la localidad de Alto Tigre, distrito de Tocache Castro, W. (2006) reporta un afloramiento perteneciente a esta unidad compuesta por limonita ligeramente calcárea de tonalidad azul grisáceo en capas laminares y con abundantes micas negras y algo de materia orgánica.

Según Díaz, G. y otros (1998) los fósiles analizados de esta Formación reportan una edad Albiana.

### **Formación Agua Caliente**

Constituye la secuencia superior del Grupo Oriente, toma el nombre del Anticlinal de Agua Caliente en el río Pachitea que es la localidad típica donde aflora.

Regionalmente aflora a manera de franjas al noreste de la hoja de Tocache. Presenta una morfología abrupta conformando farallones elevados, sus afloramientos tienen una distribución similar a las Formaciones Cushabatay y Esperanza.

Litológicamente está compuesta por una secuencia de areniscas cuarzosas blancas a cremas con estratos de mediano espesor en algunos casos intercalados con niveles delgados de limoarcillitas grises.

En la cuenca del río Pacota, distrito de Tocache Castro, W. (2006) describe una columna estratigráfica de esta Formación la cual en la base consiste de areniscas cuarzosas de tonalidad crema a blanquecina masiva de grano grueso, seguida de

areniscas de grano medio intercalados con láminas de limoarcillitas de tonalidad crema a blanquecina; en la parte media consiste de areniscas laminares de color gris verdoso con presencia de materia orgánica y en la parte superior areniscas gris verdosas con alto contenido de materia orgánica.

Por su posición estratigráfica y sus características litológicas se le asigna una edad correspondiente al Cenomaniano-Santoniano.

#### **3.1.3.4 Formación Chonta**

Esta Formación fue definida por Morán, R. y Fyfe, D. (1933, cit. INGEMMET) en la isla Chonta del río Pachitea, departamento de Huanuco como calizas y margas. Posteriormente Kummel, B. (1948) describe esta secuencia como lutitas grises, limonitas y algunos niveles de calizas.

Regionalmente esta distribuida al noreste del cuadrángulo de Tocache a manera de franjas de orientación noroeste.

Litológicamente está constituida por secuencias calcáreas de calizas micríticas y bituminosas, margas y niveles pelíticos como lutitas y limoarcillitas gris verdosas intercaladas con niveles delgados de areniscas cuarzosas blanquecinas a cremas, Castro, W. (2006).

La presencia de una gran diversidad de fauna como bivalvos, ostrácodos, foraminíferos etc. ha permitido definir a la unidad como Cretácico medio a superior (Albiano – Coniaciano) Castro, W. (2006).

#### **3.1.3.5 Formación Vivian**

Fue definida por Morán y Fyfe, D. (1933) en el bajo Pachitea como "Arenisca Azucar" describiéndola como areniscas blancas de granos homogéneos y altamente friables. Posteriormente Kummel, B. (1946) definió un estrato tipo en la quebrada Vivian, provincia de Ucayali, como areniscas de grano grueso a medio de tonalidad blanca a crema.

Regionalmente esta distribuida al noreste del cuadrángulo de Tocache a manera de una franja estrecha y alargada de orientación noroeste.

Litológicamente esta caracterizada por areniscas cuarzosas de tonalidad blanquecina de grano fino a medio, friables en estratos gruesos a medianos con estructuras de estratificación sesgada. Se encuentra intercalada con niveles laminares de arcillas y lutitas carbonosas de color gris oscuro, Castro, W. (2006).

Debido a su escasa fauna fosilífera esta unidad ha sido datada en base a su posición estratigráfica. Se le encuentra en forma transicional con la Formación Chonta del Cretácico superior y en discontinuidad litológica con las Formación

Yahuarango del Paleógeno. Por esta razón se le asigna una edad Campaniano inferior Castro, W. (2006).

### **3.1.4 CENOZOICO**

#### **3.1.4.1 Formación Yahuarango**

Fue definida por Kummel, B. (1946) que la describió como una secuencia de lutitas rojas con intercalaciones de limo compacto. Su nombre deriva de la quebrada Yahuarango afluente del río Cushabatay donde esta ubicada la localidad típica.

Su distribución regional es en el extremo noreste del cuadrángulo de Tocache, se encuentra configurando colinas y montañas afectadas por anticlinales y sinclinales.

Litológicamente está caracterizado por lodolitas y arcillitas compactas a friables de tonalidad rojiza a marrón. También se encuentran intercalados con limolitas blanco verdosas glauconíticas, material tufáceo niveles calcáreos y areniscas rojizas con estratificación sesgada, Castro, W. (2006).

Por sus características litológicas y estratigráficas la Formación Yahuarango se habría depositado desde el Paleoceno hasta el Eoceno.

#### **3.1.4.2 Formación Pozo**

Fue definida por Williams, M. (1949) como una secuencia de lutitas carbonaceas en estratos delgados con intercalaciones de calizas .

Su distribución regional es en el extremo noreste del cuadrángulo de Tocache, se encuentra configurando colinas y montañas afectadas por anticlinales y sinclinales.

Litológicamente esta compuesta por areniscas con niveles limoarcillíticos de color gris claro de aproximadamente 100 metros de grosor.

A la Formación Pozo se le asigna una edad comprendida entre el Eoceno al Oligoceno en base a la presencia de fósiles.

#### **3.1.4.3 Formación Chambira**

Definida por Kummel, B. (1946) como una secuencia de capas rojas continentales en los cerros Cushabatay, provincia de Ucayali, su nombre deriva de la quebrada Chambira afluente del río Cushabatay.

Regionalmente se encuentra distribuida en el extremo noreste del cuadrángulo de Tocache a manera de franjas de orientación noroeste.

Litológicamente esta compuesta por arcillitas abigarradas de tonalidades rojizas, marrones y gris verdosas que ocasionalmente están intercaladas con niveles de anhidritas, presentan también niveles de areniscas arcillosas de grano medio algo

calcáreas con estratificación sesgada los cuales se intercalan con niveles carbonosos, Castro, W. (2006).

Se le asigna una edad Oligoceno a Mioceno, en base a estudios de Seminario, F. y Guizado, J. (1976) y Gutierrez, M. (1982) quienes reportaron fósiles que permitieron correlacionar y diagnosticar esta edad.

#### **3.1.4.4 Formación Tocache**

Consiste de depósitos aluviales depositados en la cuenca Huallaga como resultado de la erosión de los relieves que conforman la Cordillera Oriental aflorante en el cuadrángulo de Tocache. Presentan grosores en el orden de los 20 metros.

Litológicamente está caracterizado por depósitos aluvionales constituidos por clastos subredondeados y subangulosos de rocas intrusivas con una matriz areno limosa semiconsolidada Díaz, G. y otros (1998).

No se ha reportado presencia de fósiles pero por su posición estratigráfica y por sus características litológicas se le considera de una edad correspondiente al Pleistoceno Díaz, G. y otros (1998).

#### **3.1.4.5 Depósitos Cuaternarios**

##### **Depósitos Aluvial – terraza**

Consisten de depósitos formados por la erosión de secuencias cretácicas acumuladas en los cauces y llanuras de inundación de los ríos, están constituidos por clastos heterogéneos de composición intrusiva y sedimentaria, se encuentran poco consolidados con una matriz arcillosa Díaz, G. y otros (1998).

Pueden ser observados en las márgenes de los ríos como por ejemplo en el río Tocache y confluencia de los ríos Chontayacu y Huallaga.

##### **Depósitos Aluviales**

Estos depósitos se acumulan en los flancos de los valles, quebradas y tributarios, están conformados por clastos subangulosos de esquistos provenientes del Complejo Marañón y de rocas intrusivas provenientes del Complejo intrusivo Metal – Palina, se encuentran ocupando las partes bajas de las laderas y cerros en forma de conos, son de transporte corto y pueden ser ubicados en las márgenes de los ríos Tocache y Cotomono. Díaz, G. y otros (1998).

## **Depósitos Fluviales**

Estos depósitos se forman como resultado de la acumulación de material transportado por cursos fluviales en el fondo y ribera de los ríos, están compuestos de gravas, arenas y alternancia de niveles limo arcillosos. Se encuentran ubicados preferentemente en la confluencia del río Tocache con el Huallaga.

### **3.1.5 ROCAS INTRUSIVAS**

Las rocas ígneas intrusivas en la región se encuentran cubriendo una gran extensión en forma de una franja de 30 km. de ancho con una dirección andina y están limitadas al oeste por las rocas del Complejo Marañón y al este por el Grupo Mitu.

#### **3.1.5.1 Complejo Intrusivo Metal – Palina**

Esta denominación fue dada por Díaz, G. y otros (1998) debido a la extensión del cuerpo intrusivo (mayor de 50 km.) y por la variación en su composición que va desde granitos, granodioritas, tonalitas, monzonitas y cuerpos subvolcánicos y diques.

Este complejo se encuentra distribuido en el sector occidental del área (Cordillera Oriental) en forma amplia y continua.

En la zona del río Tocache este complejo corta las unidades del Grupo Mitu y del Complejo Marañón, las rocas aflorantes en esta área han sido definidas como cuarzo latita por Díaz, G. y otros (1998). También afloran granitos de coloraciones blanquecinas cortados por diques de rumbo N-S de composición diorítica.

En el lecho del Río Chalhuyacu el Complejo Metal\_Palina está caracterizado por la presencia de tonalitas, dioritas y cuarzo latitas.

En el río Metal ubicado al sureste del área de estudio se han reconocido rocas de composición granítica de tonalidad blanquecina con un alto porcentaje de cuarzo bien desarrollado, con ligera presencia de feldespatos alcalinos, ortosa, plagioclasas y micas; cortando a este intrusivo se encuentran diques de texturas afanítica y tonalidad mesócrata, Castro, W. (2006).

El Complejo Metal-Palina se encuentra en contacto fallado con las unidades precámbricas y en forma discordante con unidades volcánicas del Carbonífero (Formación Lavasen) y Pérmicas del Grupo Mitu. Debido a esta posición estratigráfica y a las características litológicas y estructurales que posee se le ha conferido una edad de emplazamiento correspondiente al Carbonífero inferior.

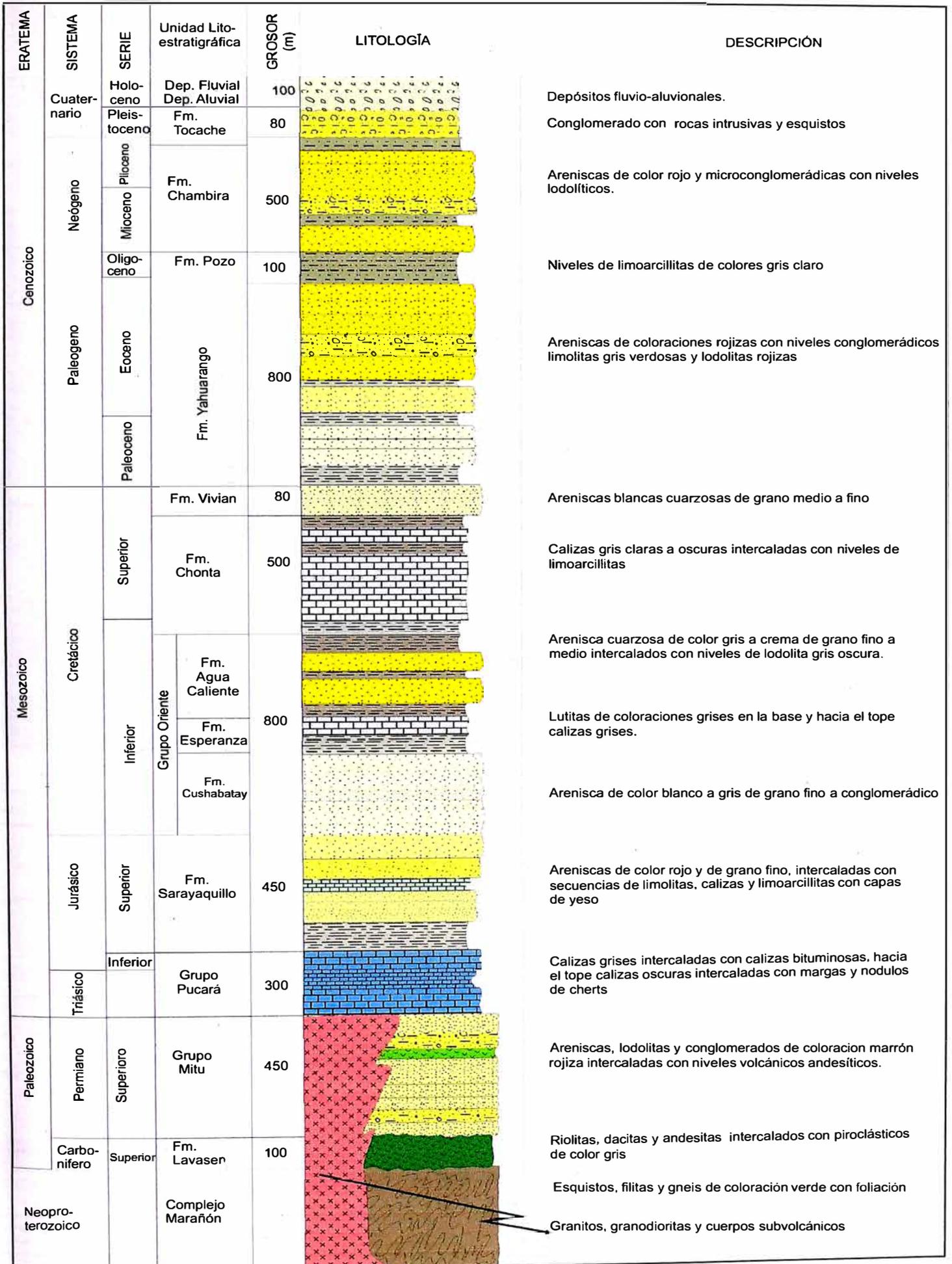
### **3.1.5.2 Subvolcánico Uchiza**

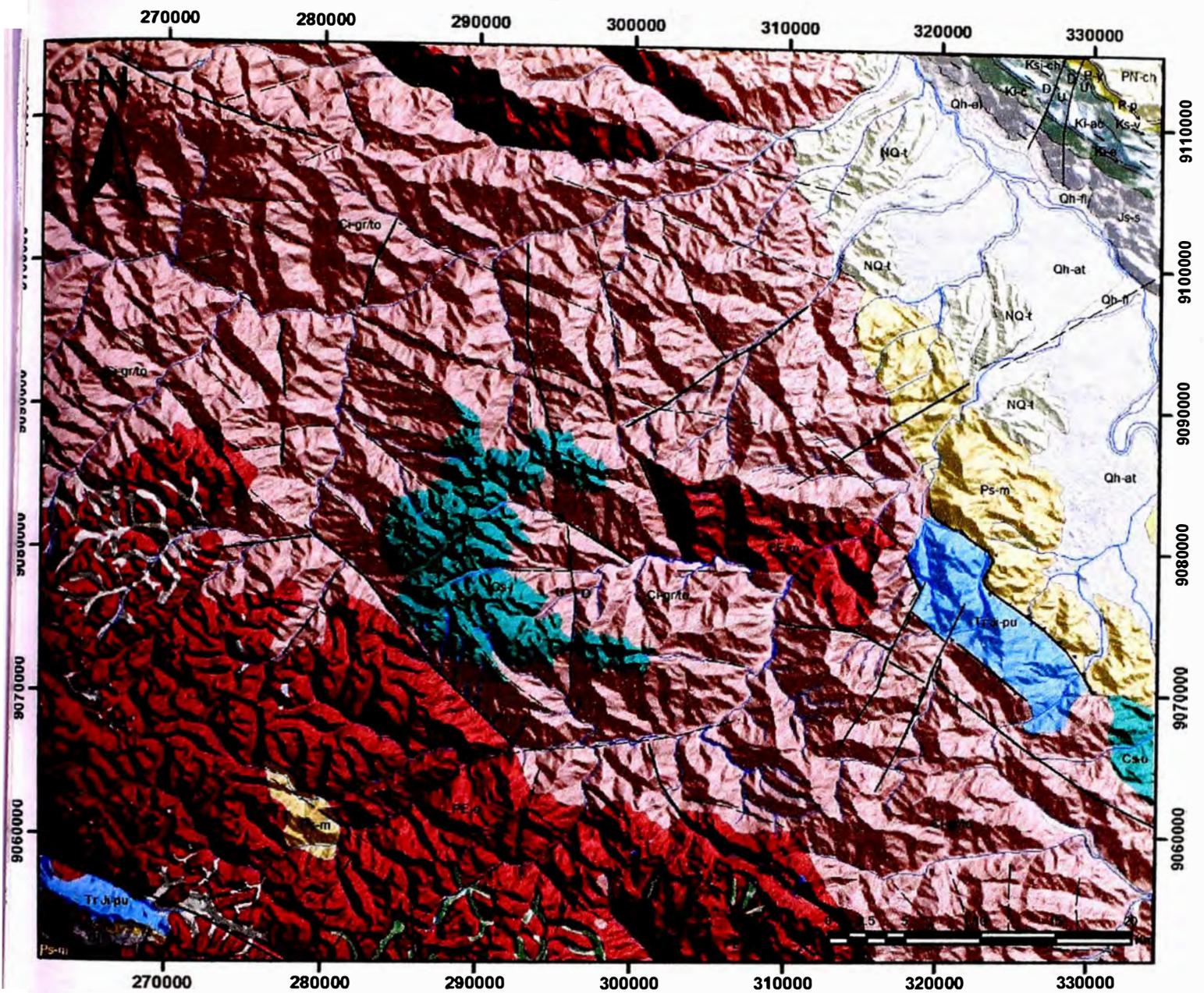
Fue definido por Díaz Díaz, G. y otros (1998) en las proximidades de la localidad de Uchiza en los ríos Chotayacu y Tocache. Se presenta en forma de diques alargados en contacto con el intrusivo Metal–Palina y describen su litología como cuarzo latita porfirítica de tonalidad aparentemente rojiza.

Castro, W. (2006) reporta la presencia de esta Formación en el caserío de San Andrés, distrito de Uchiza y la describe como una roca subvolcánica con abundantes minerales máficos (60%) y cuarzo (35%), plagioclasa, epidota, biotita y otros. Se encuentra en contacto con secuencias sedimentarias paleozoicas del Grupo Mitu.

Por su relación con las secuencias sedimentarias del Grupo Mitu se le considera de edad Carbonífero superior.

**Figura 6: Columna Litoestratigráfica del área de Tocache**





ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Qh-fl DEPOSITOS FLUVIALES Qh-at DEPOSITOS ALUVIALES Qh-at DEPOSITO ALUVIAL TERRAZAS			
		PLEISTOCENO	NQ-t FORMACION TOCACHE			
		NEOGENO	MIOCENO	PII-ch FORMACION CHAMBIRA		
	PALEOGENO	OLIGOCENO	EOCENO	P-p FORMACION POZO		
			PALEOCENO	P-y FORMACION YAHUARAYGO		
			CRETACICO	SUPERIOR	KS-v FORMACION VMAIA KS-ch FORMACION CHOIITA	
				INFERIOR	KI-ac FORMACION AGUA CALIENTE KI-e FORMACION ESPERANZA KI-c FORMACION CUSHABATAY	
JURASICO	SUPERIOR	JS-s FORMACION SARAYAOUILLO				
TRIASICO	SUPERIOR	Tr-Ji-pu GRUPO PUCARA				
PALEOZOICO	PERMICO	SUPERIOR	Ps-m GRUPO MITU	SUBVOLCANICO UCHIZA		
	CARBONIFERO	SUPERIOR	Ca-a FORMACION LAVASATI	COMPLEJO INTRUSIVO METAL-PALINA		
		INFERIOR	Ca-a GRUPO AMBO			
NEO PROTEROZOICA				COMPLEJO MARAÑON		

### Legenda

- Drenaje
- Rumbo y buzamiento de estratos
- Rumbo y buzamiento de foliación
- Falla Normal
- Falla de rumbo
- Sobreescurrimiento
- Falla
- Lineamiento
- Sinclinal
- Anticlinal
- Línea de sección geológica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA  
MINERA Y METALÚRGICA

### Mapa Geológico Regional

Modificado de INGENMET  
por A. Bustamante

Fecha:  
Febrero 2007

Figura 7

## **3.2 AMBIENTE TECTONICO Y CONTROL ESTRUCTURAL REGIONAL**

Regionalmente el área de Tocache se encuentra ubicada entre dos grandes bloques estructurales los cuales se encuentran separados por la cuenca del río Huallaga.

El primer bloque ubicado en la parte occidental del área corresponde a la Cordillera Oriental , representa un macizo levantado conformado por secuencias litológicas del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico inferior, este bloque ha sido afectado por fallamientos verticales y longitudinales producto de la tectónica Hercínica ocurridas durante el Paleozoico, las cuales permitieron su levantamiento y su presencia activa dentro de la cuenca sedimentaria.

El segundo bloque está representado por la Cordillera Subandina la cual representa la estructura mas afectada por la tectónica Andina, se caracteriza por presentar una serie de fases de compresión. Las estructuras que forman este bloque son bastante complejas encontrándose anticlinales y sinclinales bien desarrollados asociados generalmente a fallas inversas y normales de carácter regional

Díaz, G. y otros (1998) dividen el área en tres zonas estructurales principales:

### **3.2.1 Zona de Bloques**

Se encuentra ubicado en la parte occidental (Cordillera Oriental) de la hoja de Tocache, consiste de una franja cuya dirección está alineada con el rumbo andino (NO-SE). Conforman las partes mas elevadas del área de estudio y representa las nacientes de los principales ríos afluentes de la Cuenca Huallaga como el Tocache, Mishollo, Chahuayacu, Chontayacu y Espino.

Litológicamente esta caracterizada por la presencia de rocas metamórficas (gneises y micaesquistos) del Neoproterozoico, rocas intrusivas, sedimentarias y volcánicas del Paleozoico y sedimentarias calcáreas del Triásico – Jurásico.

Esta zona se caracteriza por estar afectado por movimientos verticales de bloques hundidos y levantados que tienen dirección NO-SE cuyo origen se debe a los desplazamientos del basamento cristalino.

En algunos sectores este bloque se encuentra afectado por plegamientos que afectan a las rocas pérmicas y triásicas del Grupo Mitu y Pucará respectivamente, Castro, W. (2006)

La dirección de las estructuras presentes son de rumbo NNO-SSE y en menor proporción E-O.

### **3.2.2 Depresión Intramontañosa**

Consiste de una franja ubicada entre la zona de Bloques y la Zona de Pliegues y Fallas de Flanco Subandino. Se presenta a manera de una franja de orientación NO-SE.

Está compuesta generalmente de sedimentos cuaternarios. Fue desarrollada a consecuencia de los ciclos orogénicos (Fase Peruana y Fase Inca) que produjeron el levantamiento de la Cordillera de los Andes. Se trata de una zona de depresión la cual se encuentra controlada por fallas longitudinales de dirección NNO-SSE.

### **3.2.3 Zona de Pliegues y Fallas de la Cordillera Subandina.**

Su origen está asociado a los eventos tectónicos producidos por la orogenia andina, se caracteriza por presentar una importante deformación tectónica la misma que afecta a las unidades sedimentarias Mesozoicas y Cenozoicas emplazadas en el flanco este de la cuenca Huallaga y que forma parte de la Faja Subandina. Se diferencian las siguientes estructuras:

#### **Pliegues**

Está constituido por anticlinales y sinclinales longitudinales que tienen una dirección NO-SE, existen también pliegues transversales N-S producidos por esfuerzos compresivos posteriores al desarrollo de los pliegues longitudinales.

#### **Fallas Longitudinales**

Estas estructuras se originaron como consecuencia del levantamiento de bloques sedimentarios mas antiguos que ponen en contacto con secuencias litológicas mas recientes, son de tipo inverso y poseen un rumbo NO-SE. Están asociadas a las principales deformaciones anticlinales y sinclinales.

#### **Fallas Transversales**

Muchas de estas fallas presentan movimientos de rumbo, producen flexiones y desplazamientos, presentan un rumbo predominante NE-SO. En algunos sectores alcanzan extensión regional. Afectan principalmente a secuencias Mesozoicas y Cenozoicas.

### 3.3 METALOGENIA REGIONAL

La zona de estudio se encuentra ubicada al sureste de la franja mesotermal de oro del Batolito de Pataz en la Cordillera Oriental y al noreste del cinturón de skarn miocénicos del Perú Central.

Los yacimientos minerales importantes que ocurren regionalmente son en su mayoría del tipo filoneanos, también ocurren depósitos del tipo skarn y de reemplazamiento en menor proporción.

Las principales ocurrencias mineras cercanas al área de estudio (información recopilada de INGEMMET y base de datos de WMC) son las siguientes:

#### **Mina José Emilio y José Emilio Tres (Cu, Ag)**

Se encuentra a 17 Km. al oeste del área de estudio y a 13 km de la localidad de Huaylillas, sus coordenadas UTM son 245,572 Este y 9'100,840 al Norte.

Consiste de una veta principal de cuarzo teniendo como roca encajante a rocas metamórficas del Complejo Marañón. La mena está constituida de calcopirita que se presenta en bolsonadas. En la zona de oxidación el mineral principal está constituido de cuprita y malaquita.

Leyes : 6.06% Cu, 0.0015 Oz/Tc Au.

#### **Mina La Estrella de Pataz (Au)**

Se encuentra a 11 Km. al oeste del área de estudio y a 6km. de la localidad de Huaylillas, sus coordenadas UTM son 247,800 Este y 9'097,080 Norte.

El yacimiento mineral está constituido por dos cuerpos de forma irregular de sulfuros de hierro auríferos y que se localizan dentro de una franja de skarn formada por la alteración de calizas debido a la acción de un intrusivo granodiorítico. Los minerales de mena son oro nativo y calcopirita, los minerales de ganga son cuarzo, calcita, wollastonita, granate. El oro se encuentra dentro de la calcopirita y pirrotita.

Leyes : 7.36 gr/Ton Au.

#### **Prospecto Pomacochas (Au, Ag, Pb)**

Se encuentra a 12 Km. al oeste del área de estudio y a 13 Km. al sureste de Tayabamba, sus coordenadas UTM son: 249,830 Este y 9'084,330 al Norte.

Consiste de una veta que intruye a los esquistos del Complejo Marañón y a las calizas del Grupo Pucará. La mineralogía consiste de cuarzo galena y argentita.

Leyes : 10.4 gr/Ton Au, 0.54 gr/Ton Ag, 12.2 % Pb.

### **Prospecto Sibéria (Ag, Au, Pb, Cu)**

Se ubica a 30 Km. Al noroeste del área de estudio, en el cerro Santa Mónica, sus coordenadas UTM son 238,258 Este, 9'105,107 Norte.

Consiste de una estructura mineralizada emplazada en volcánicos de composición andesítica los cuales sobreyacen a un intrusivo diorítico. Los minerales de mena están constituidos por galena y calcopirita y como ganga se tiene pirita.

Leyes: 3.6 Oz/Tc Ag, 0.12 Oz/Tc Au, 0.44% Pb, 0.35% Cu.

### **Mina Cobre 1 (Au, Cu)**

Se ubica a 10 km. al noeste del pueblo de Tayabamba, sus coordenadas UTM son 260,566 Este, 9'086,394 Norte.

Consiste de una estructura filoneana irregular, la mineralización está constituida por diseminaciones de calcopirita, se puede notar también la presencia de pequeñas segregaciones de óxidos de cobre. Existen también inyecciones de cuarzo que indicarían la presencia de canales mineralizados, pero no existen estructuras formadas.

Las rocas que afloran en el área son pizarras pertenecientes al Complejo Marañón y derrames volcánicos de la Formación Lavasen.

Leyes: 0.002 Oz/Tc Au, 5.38% Cu.

### **Cobre Buldibuyo (Pb, Zn, Au, Ag, Cu)**

Se ubica a 31 Km. al noroeste del área de estudio y a 15 Km. al noroeste del la ciudad de Buldibuyo, sus coordenadas UTM son las siguientes 233,314 Este, 9'112,485 Norte.

El depósito es de tipo filoneano y consiste de dos vetas mineralizadas con pirita, calcopirita y escalerita. Las rocas consisten de intrusivos graníticos, dioríticos y granodioríticos con facies de anfibolita que a veces muestran foliación.

Leyes: 0.82% Pb, 0.35% Zn, 0.08 Oz/Tc Au

### **Mina Alaska (Au)**

Se encuentra ubicada a 24 Km. al noroeste del área de estudio y a 9 Km. de la localidad de Buldibuyo, sus coordenadas UTM son : 336,240 Este, 9'102,260 Norte.

El yacimiento es de tipo filoneano, consiste de una veta de cuarzo con diseminaciones y venillas de pirita, calcopirita, arsenopirita y minerales secundarios de hierro y cobre.

Ley: 3.21 gr/TM Au

### **Mina La Estrella (Au, Ag, Cu)**

El Yacimiento es del tipo metasomático de contacto (skarn) con una geometría irregular, los minerales de mena están constituidos por pirita aurífera y calcopirita, la pirita contiene al oro y los afloramientos están caracterizados por la presencia de Óxidos de Hierro y cobre.

Leyes: 6.25gr/TM Au, 4gr/TM Ag, 0.3% Cu.

### **Mina Tomac (Au, Cu, Ag)**

El yacimiento se encuentra a 15 Km., al suroeste del área de estudio y a 6 km de la ciudad de Tayabamba, sus coordenadas UTM son 244,596 Este, 9'084,306 Norte.

El yacimiento es de tipo filoniano, consiste de una veta de geometría lenticular, la cual se encuentra emplazada en filitas pertenecientes al Complejo Marañón. Los minerales de mena son calcopirita y bomita.

Leyes: 1.56gr/TM Au, 0.89 % Cu, 0.63gr/TM Ag.

### **Mantococha (Pb, Ag)**

Se encuentra ubicado al sur del área de estudio y a 21 Km. al noreste de la localidad de Huacrachuco, sus coordenadas UTM son 284,134 este, 9'056,250 Norte.

Se trata de un yacimiento tipo Manto, la mineralización se presenta como relleno y reemplazamiento. Los minerales de mena son galena, calcosina impregnada de azurita y malaquita.

En el área afloran esquistos y pizarras pertenecientes al Complejo Marañón.

Leyes: 0.2 Oz/TC Ag, 0.02% Cu

### **Ocococha (Cu)**

Se encuentra ubicado en la parte suroeste del área de estudio y a 21 Km. al noreste de la localidad de Huacrachuco, sus coordenadas UTM son : 283,520 Este, 9'056,250 Norte.

Consiste de mantos interestratificados no muy definidos, la mineralización se presenta como reemplazamiento en calizas, los minerales de mena son calcopirita, azurita y malaquita.

### **Fray Martin de Chonta (Cu)**

Se encuentra ubicada a 10 Km. al este de la localidad de Huacrachuco, sus coordenadas UTM son 242,140 Este, 9'046,230 Norte.

El yacimiento consiste de vetas emplazadas en el Complejo Marañón,

Los minerales de mena son calcopirita y malaquita y los de ganga son pirita y cuarzo.

Las rocas que caracterizan el área son andesitas de textura afanítica las cuales presentan en unos casos brechamiento.

### **Santa Rosa Delta (Cu)**

Se encuentra a 11 Km. al sureste de la localidad de Huacrachuco y al sur del área de estudio, sus coordenadas UTM son: 272,270 Este, 9'043,280 al Norte.

Consiste de un yacimiento del tipo manto, las estructuras mineralizadas se encuentran emplazadas en cuarcitas, pizarras y esquistos pizarrosos, los minerales de mena son calcopirita y galena argentífera y tiene como ganga al cuarzo.

### **Torrecocha (Cu)**

Se encuentra ubicada al sur del área de estudio y a 19 Km. al este de la localidad de san Pedro de Chonta, sus coordenadas UTM son: 286,800 Este, 9'040,900 al Norte.

Consiste de un yacimiento del tipo filoniano, las vetas son angostas (20 – 50 cm.) emplazadas en las rocas metamórficas del complejo Marañón. La mineralogía consiste de calcopirita, calcosina, malaquita, azurita y cuarzo.

Leyes: 1.26% Cu, 0.70Oz/Tc Ag.

### **Acotambo (Cu)**

Se encuentra a 15 Km. al sureste del la localidad de Huacrachuco, sus coordenadas UTM son: 272,620 Este y 9'035,900 al Norte.

El yacimiento es del tipo manto, se encuentran lentes mineralizados con calcopirita, calcocina, pirita, calcita y cuarzo.

Las rocas que caracterizan el área son pizarras, cuarcitas, andesitas, riolitas y tobas.

Leyes: 4.05% Cu, 4.395 Pb, 0.9 Oz/Tc Ag.

### **Turuna (Cu)**

Se encuentra ubicado a 15 Km. al sureste del la localidad de Huacrachuco, sus coordenadas UTM son: 272,619 Este y 9'035,910 al Norte.

El yacimiento es del tipo filoniano, la mineralización esta constituida por calcopirita, calcosina, novelita, galena argentífera, escalerita y cuarzo. La estructura mineralizada está emplazada en granodiorita.

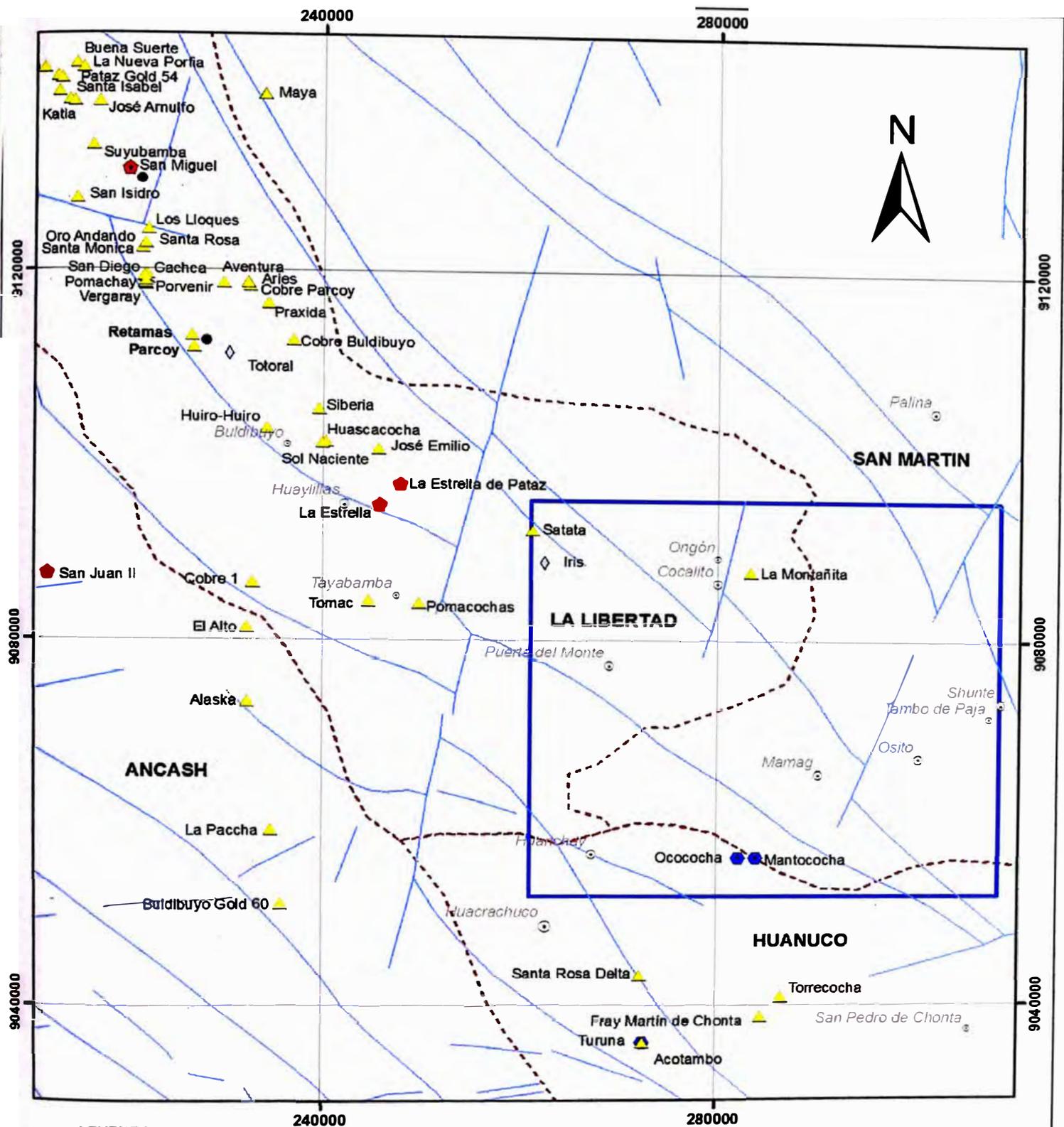
### **Sol Naciente (Cu)**

Se encuentra ubicado a 7 Km. al norte de la localidad de Huaylillas y a 17 Km. al noroeste del área de trabajo, sus coordenadas UTM son: 239,900 Este y 9101490 al Norte.

El yacimiento es del tipo filoniano, la mineralización está constituida básicamente por calcopirita y calcita.

En el área afloran rocas de la Formación Calipuy.

Leyes: 2.19% Cu.



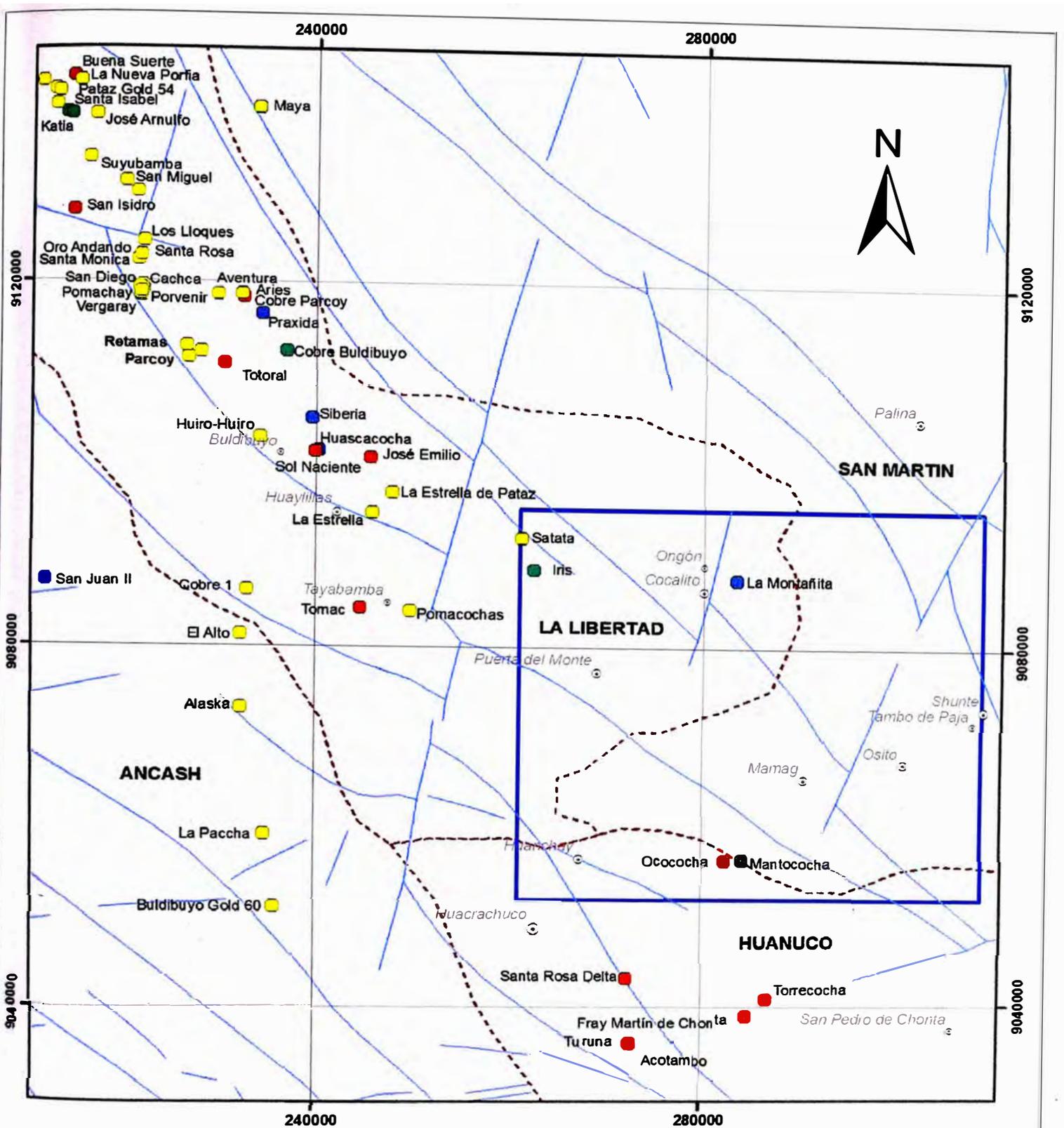
**LEYENDA**

**TIPO DE YACIMIENTO**

- Placer (3)
- ▲ Filoniano (51)
- ◇ Cuerpo (2)
- Reemplazamiento/Manto (3)
- ◆ Skarn (4)

- Falias
- ▭ Área de estudio
- - - Límite Departamental
- ⊙ Capital de Provincia
- ⊙ Capital del Distrito
- ⊙ Capital del Distrito

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA	
	<b>Mapa Metalogénico</b> (clasificación por tipo de Yacimiento)	
Preparado por: A. Bustamante	Fecha: Febrero 2007	<b>Figura 8</b>



**LEYENDA**  
**ELEMENTO**

- Ag
- Au
- Cu
- Pb,Zn

- Fallas
- Área de estudio
- Límite Departamental
- Capital de Provincia
- Capital del Distrito
- Capital del Distrito



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA  
MINERA Y METALÚRGICA

**Mapa Metalogénico**  
(clasificación por tipo de elemento)

Preparado por: A Bustamante	Fecha: Febrero 2007	Figura 9
--------------------------------	------------------------	----------

## **CAPITULO IV**

### **GEOLOGIA DEL AREA DE TRABAJO**

#### **4.1 LITOLOGIA**

Los tipos de rocas identificadas en el área de Alto Tocache han sido reconocidas en su mayoría a partir del estudio de rodados recolectados en los distintos drenajes y en menor proporción de afloramientos, esto debido a las características geográficas de la zona que hacen que la mayoría de afloramientos se encuentren cubiertos por vegetación.

Se han identificado los siguientes tipos de rocas.

##### **4.1.1 Rocas Metamórficas**

###### **Esquisto de cuarzo-muscovita/sericita**

Su distribución ocurre en la mayoría de las cuencas estudiadas, se caracteriza por presentar coloraciones gris verdosas, presenta foliación moderada donde se pueden apreciar bandas curvadas conformadas por cuarzo y plagioclasas, estas bandas no son regulares encontrándose entrecortadas; en muchos casos las rocas además de estar flexionadas se encuentran microplegadas. Estas rocas han sido identificadas en rodados y en afloramientos en este caso se presenta en áreas meteorizadas con coloraciones pardas amarillentas por la presencia de óxidos de hierro.

###### **Esquisto de cuarzo-feldespato-sericita**

Su distribución ocurre en la mayoría de cuencas estudiadas, se caracteriza por presentar coloraciones gris parduscas a veces con tonalidades púrpuras, presenta textura microcristalina con estructura laminar fina y masiva, flexionada y microplegadas, esta compuesta por capas integradas por plagioclasas, ortosas, cuarzos y micas, en muchos casos estas capas se encuentran microfalladas apreciándose discontinuidad y desplazamiento de las capas laminares. El estudio petromineralógico realizado por Morche, W. (2003) para una muestra indica que la roca es un esquisto de cuarzo muscovita, el cuarzo se presenta bandeado y también

intercrecido con muscovita en agregados finos y gruesos los cuales están marcando la orientación laminar que presenta la roca. Estas rocas han sido identificadas en rodados de drenaje y en afloramientos ubicados en las márgenes de los ríos.

#### **Gneis de grano fino**

Se caracteriza por presentar coloraciones gris rosácea, textura lenticular estructura masiva foliada dentro de la cual puede ser apreciada ortosa, plagioclasa y cuarzo. La foliación es notoria por la presencia de micas las cuales se encuentra a manera de capas entre las cuales se encuentran bandas de cuarzo. Han sido identificados en rodados de drenaje y en afloramiento donde se le puede distinguir por presentar coloraciones parduscas por la presencias de limonitas y óxidos de manganeso

#### **Cuarcitas**

Se distribuyen en el sector noroeste del área, se caracteriza por presentar coloraciones gris parduscas, la textura es granular, estructura masiva donde pueden ser apreciados granoblastos de cuarzo teñidos por presencia de limonitas que le dan el color característico. Ha sido identificada solo en rodados.

### **4.1.2 Rocas Sedimentarias**

#### **Areniscas**

Se distribuyen en las cuencas del sector suroeste del área de estudio. Se caracteriza por presentar coloraciones gris rojizas, presenta una textura granular clásica, se pueden distinguir granos de cuarzo, ortosa, plagioclasas algo alteradas a arcillas. Las coloraciones rojizas las da la presencia de limonitas. Ha sido reconocida en rodados

### **4.1.3 Rocas Intrusivas**

#### **Granodiorita**

Se distribuyen en el sector noroeste y este del área, la roca presenta color gris blanquecina, posee textura granular porfirítica, estructura masiva, se aprecia cristales de cuarzo, plagioclasa y en menor proporción feldespatos potásico, los cristales llegan a tener hasta 5mm. de longitud, también se pueden distinguir minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita) con tamaños menores a 5mm. Con hábito tabular alargado y caras hexagonales respectivamente. Han sido identificadas en rodados.

#### **Tonalitas**

Ha sido reconocida en el sector central del área de estudio, se caracteriza por presentar coloraciones blancas con tonalidades grisáceas moteadas, la textura es

granular gruesa fanerítica a porfirítica, se reconocen cristales de plagioclasas con tamaños menores de 5mm. el cuarzo se encuentra en menor proporción y la hornblenda hasta con 3mm. de longitud. Ha sido identificada en rodados y afloramiento.

#### **Monzonitas**

Han sido reconocidas en el sector central y noreste del área. Se caracteriza por presentar coloraciones gris claras con aspectos moteados, la textura es granular porfirítica, estructura masiva, se aprecian cristales de plagioclasas y feldespatos menores de 5mm. la hornblenda se encuentra en menor proporción y muchas veces alterada lo que le da el aspecto moteado a la roca. Ha sido reconocido solo en rodados.

#### **Dioritas**

Se distribuyen en las cuencas del sector noroeste y este del área. se caracterizan por presentar coloraciones grises, la textura es fanerítica, se aprecian cristales de plagioclasa menores de 3 mm. de longitud, y hornblenda . Ha sido reconocida solo en rodados.

### **4.1.4 Rocas Volcánicas**

#### **Andesitas**

Se distribuyen en las cuencas del sector central y noreste del área. Se caracterizan por presentar coloraciones gris oscuras con tonalidad verdosa, la textura es afanítica, se distinguen cristales de plagioclasas y máficos alterándose a cloritas. Se las ha reconocido solo en rodados.

#### **Dacitas**

Se distribuyen en las cuencas del sector central y noreste del área. Presentan coloraciones gris claras, con texturas que van desde afaníticas a porfiríticas, la matriz es microcristalina y masiva, se pueden distinguir cristales de plagioclasas, y cuarzo, feldespato potásico, biotita de manera subordinada. Han sido identificadas en rodados y en afloramiento.

#### **Riolitas**

Se distribuyen en las cuencas del sector central y noreste del área. Presentan coloraciones gris rosácea, con textura porfirítica y matriz microcristalina, se distinguen cristales de ortosa, plagioclasa y cuarzo. Se le ha identificado en rodados y afloramiento en algunos casos formando diques.

### **Tobas riolíticas**

Se las ha identificado en el sector norte del área, se caracterizan por presentar coloraciones grises con tonalidad rosácea, presentan fragmentos líticos (volcánicos y metamórficos) hasta de 1cm. La matriz presenta cristales de cuarzo, ortosa, con esquirlas de vidrio devitrificado. Se les ha reconocido solo en rodados

## **4.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

La interpretación estructural del área se realizó a partir de imágenes satelitales 1: 100,000, imágenes de Radar, e imágenes DEM (modelo de elevación digital)

Sobre la base de este análisis se ha podido identificar los siguientes sistemas de estructuras

### **Sistema NO – SE**

Es el sistema que mas importante en el área, tienen el rumbo andino, son regionales, las fallas han delimitado bloques generando desplazamientos normales e inversos, controla el emplazamiento de los cuerpos intrusivos del Complejo Metal-Palina y limita la zona de pliegues de los sedimentos mesozoicos y cenozoicos ubicados al noreste del área de estudio.

### **Sistema NE - SO**

Es el segundo sistema importante en el área y se caracteriza por presentar fallas de menor longitud y desplazamiento, son perpendiculares al rumbo andino, se han podido identificar fallas de rumbo y de sobreescurrecimiento inverso con esta orientación.

### **Fallas N - S**

Su presencia es menor y se concentra en la parte central del área de estudio donde se han definido fallas con desplazamiento normal que siguen esta orientación..

### **Estructuras circulares**

Las estructuras circulares han sido identificadas en el sector suroeste y central del área de estudio, se manifiestan a manera de formas circulares pudiendo tratarse de centros volcánicos antiguos.

### **4.3 ALTERACIONES HIDROTERMALES**

Las alteraciones hidrotermales identificadas en el área han sido definidas a partir del estudio de las muestras de rocas recolectadas y distribuidas en todas las cuencas. Una herramienta para complementar este análisis ha sido el estudio de las muestras por medio del PIMA (Analizador Mineral Infrarrojo Portátil). Sobre la base de este análisis se generó un mapa de alteraciones por cuencas de acuerdo al predominio de las mismas en cada cuenca, este mapa a pesar de no ser un mapa típico de alteraciones sin embargo es una herramienta más que nos ayuda a determinar si existe algún tipo de zonamiento de alteraciones en el área.

Las alteraciones que han sido identificadas son las siguientes:

#### **4.3.1 ALTERACION SILICEA**

Es el tipo de alteración cuya presencia es mas frecuente en el área , afecta a distintos tipos de roca siendo las rocas volcánicas las mas afectadas, su intensidad es variable y grada desde débil hasta intensa en este caso la textura de la roca original queda obliterada.

#### **4.3.2 ALTERACION POTÁSICA**

Ha sido identificada en rodados, afectando a rocas intrusivas y volcánicas de composición félsica. La alteración potásica es utilizada aquí como ensambles de feldespato potásico y/o biotita; se ha podido identificar rodados de monzonita y granito con este tipo de ensamble y cortados por vetillas de cuarzo tipo stockwork. En otros casos se identificó rocas intrusivas y volcánicas con escasa presencia de feldespato potásico pero con desarrollo significativo de biotita secundaria de color marrón y de grano fino.

#### **4.3.3 ALTERACION FILICA**

Afecta a rocas intrusivas, su presencia es restringida y ha sido identificada solo en rodados, en este caso se presenta como halos de sericita de 2 a 3 cm. alrededor de vetillas de cuarzo en rocas intrusivas.

#### **4.3.4 ALTERACION ARGILICA**

Esta alteración ha sido identificada en afloramientos relacionados a zonas de deslizamientos y en rodados de rocas volcánicas andesíticas e intrusivos graníticos; en las cuales se puede apreciar que tanto las plagioclasas como la matriz de la roca han pasado a arcillas (caolín), en algunos casos se la encuentra asociada a un vetilleo de cuarzo tipo stockwork.

#### **4.3.5 ALTERACION PROPILITICA**

Afecta mayormente a rocas volcánicas, en el caso de las andesitas estas presentan una coloración verde oscura y están cortadas por venillas de epidota las cuales generan un halo blanqueado a su alrededor, en otros casos esta alteración afecta a las riolitas en este caso la biotita y la hornblenda se alteran a clorita y pirita y están asociadas a un venilleo de cuarzo tipo stockwork.

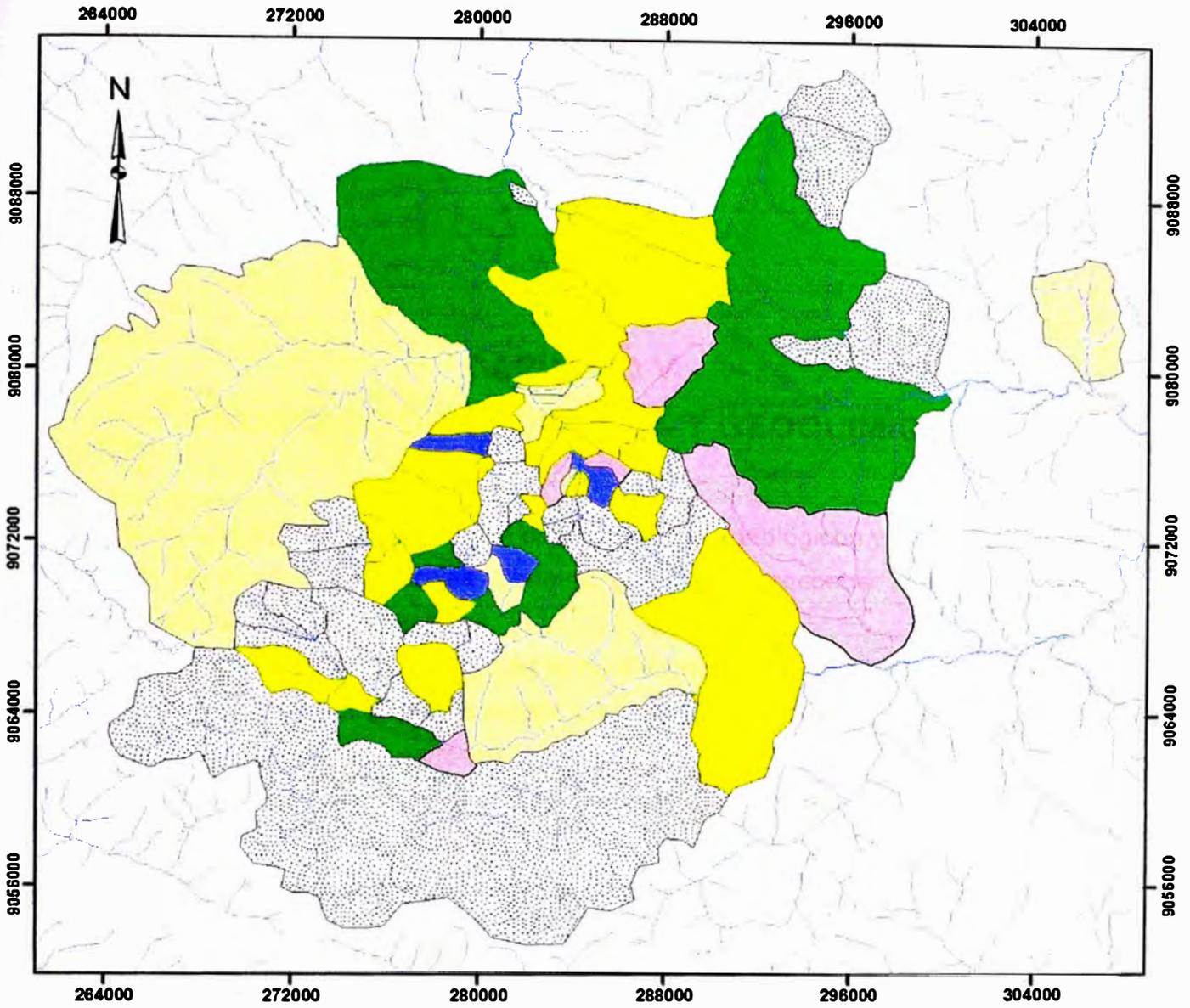
#### **4.4 MINERALIZACIÓN**

La mineralización existente en el área de estudio ha sido reconocida en muestras de rodados y en menor proporción de afloramientos.

Los estilos de mineralización observados son los siguientes:

- Asociación de pirita – calcopirita – bornita - covelita, esta ha sido identificada en algunos rodados de rocas de composición mayormente granítica, se encuentra de forma diseminada y generalmente asociadas a biotita secundaria.
- Mineralización tipo skarn fue identificada en una muestra ubicada en la parte central del área de estudio, según el estudio petromineralógico existe presencia de minerales típicos de skarn dominados por cordierita y estos están asociados a marcasita y calcopirita.
- Pirita y especularita ocurren juntas en vetillas a menudo con aspecto de stockwork en rocas intrusivas y volcánicas mayormente con alteración propilítica.
- Calcopirita en cantidades significativas asociada pirita y calcita tardía ocurren en vetas de cuarzo en rocas metamórficas, a menudo parecen estar asociadas a desarrollo de biotita y turmalina adyacente a las vetas.

- Pirita, asociada a calcopirita, cobre nativo y bornita ocurren en venillas dentro de una brecha.
- Stockwork de cuarzo en monzonitas y granitos con alteración potásica estable , algunas veces con presencia de malaquita (posible oxidación de malaquita)



**Alteraciones**

- Argilica
- Fílica
- Potasica
- Propilitica
- Silicificación
- No reconocida
- Drenaje



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA</p>	
<p><b>Mapa de Alteraciones por Cuencas</b></p>		
<p><i>Autor</i> A. Bustamante</p>	<p><i>Fecha</i> Febrero 2007</p>	<p><b>Figura 10</b></p>

## **CAPITULO V**

### **PROSPECCION GEOLOGICA Y GEOQUIMICA**

La prospección es la aplicación práctica de los principios geológicos y geoquímicos en la exploración de depósitos minerales, tiene como objetivo encontrar nuevos depósitos utilizando distintos métodos o técnicas.

El objetivo de toda prospección minera es el de disminuir progresivamente el tamaño del área investigada en el cual puede existir un cuerpo mineral y que este pueda ser definido en el futuro mediante perforación.

#### **5.1 METODOLOGÍA**

La metodología seguida para el programa de prospección en el área de Alto Tocache fue la siguiente:

1. Generación de blancos (targets) prospectivos, esto implica un conocimiento de la geología regional y local utilizando distintas herramientas, como interpretación de imágenes satelitales, Radar, Aster, DEM, Geofísica Regional, bibliografía existente del área, etc.
2. Estudio piloto en un área representativa de la zona de interés para determinar la dispersión geoquímica de los elementos y determinar el mejor método de muestreo a utilizar de acuerdo al tipo de ambiente en que se encuentre.
3. Recolección en el campo de muestras geoquímicas de sedimentos, rocas, suelos de acuerdo al programa definido inicialmente
4. Obtención en el campo de la mayor cantidad información geológica existente, esto está en función a las características geográficas y de ambiente que tenga el área.

5. Análisis cuantitativo en el laboratorio de las muestras recolectadas en el campo, además otros análisis según sea necesario como petrográficos, PIMA etc.
6. Determinación estadística de los valores de background y threshold para determinar anomalías.
7. Generación de mapas de anomalías geoquímicas
8. Interpretación de los datos
9. Evaluación del Proyecto.

## **5.2 GENERACION DE BLANCOS PROSPECTIVOS**

La generación de blancos prospectivos es la etapa inicial de una prospección, en esta etapa se hace uso de todas las herramientas disponibles ya mencionadas.

El área de Alto Tocache formó parte de una Programa Regional de Exploración en la Cordillera Oriental del Perú efectuada por la Compañía Minera Western Mining Limited (WMC) entre los años 2002 y 2005. En la metodología empleada para generar blancos prospectivos se ha considerado los siguientes factores:

- Intersecciones simples o múltiples de lineamientos mineralizados de carácter regional.
- Rocas favorables para albergar mineralización, se ha considerado el tipo de roca, su distribución y edades favorables.
- Complejidad estructural
- Cercanía a bordes cratónicos (fallas corticales)
- Historial de exploración minera en el área, en el caso del área de Alto Tocache el historial exploratorio fue considerado muy bajo, es decir que los trabajos exploratorios efectuados con anterioridad por otras compañías mineras son escasos, esto implica que existen mayores probabilidades de éxito.

### **5.2.1 DISTRIBUCION DE ROCAS INTRUSIVAS**

La presencia de rocas intrusivas en el área es importante porque esto nos indica la existencia de actividad magmática la cual puede estar ligada a distintos eventos de mineralización.

Para generar un mapa regional con la distribución de las rocas intrusivas en el área se trabajó recopilando la información geológica existente, principalmente de INGEMMET. Esta base de datos reveló que la mayoría de rocas intrusivas mesozoicas a cenozoicas ocurren al oeste de la cordillera Oriental y rocas intrusivas de edad paleozoica superior y algunas pequeñas ocurrencias de intrusiones terciarias ocurren al Este.

Debemos mencionar que los intrusivos existentes en la zona de estudio han sido cartografiados como paleozoicos sin embargo no hay dataciones suficientes para descartar la presencia de intrusiones más jóvenes de edad terciaria.

### **5.2.2 BORDES CRATONICOS**

Los cratones vienen a ser sectores extensos de masa continental que han alcanzado la estabilidad y que han sido poco deformados durante un largo periodo de la historia terrestre.

Los bordes cratónicos vienen a ser fallas de carácter cortical es decir muy profundas y que canalizan la presencia de actividad magmática.

Para el análisis de la infraestructura cratónica en el área de estudio se utilizó la interpretación hecha el año 2001 por Nick Hayward y Lisa Vella para la compañía Western Mining como parte de un estudio continental de los Andes Centrales, esta interpretación de márgenes cratónicos fue generada a partir de gravimetría continental de Sudamérica. Figura 11

### **5.2.3 DEFINICION DE LINEAMENTOS REGIONALES Y CONTINENTALES**

El análisis de lineamientos de carácter regional y continental ha sido realizado a partir de la interpretación de imágenes satelitales, de radar, imágenes de modelo de elevación digital (DEM) y de gravimetría regional.

#### **5.2.3.1 LINEAMIENTOS DEFINIDOS A PARTIR DE IMAGENES SATELITALES**

Una imagen satelital esta definida como la representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen información reflejada por la superficie de la tierra que luego es enviada a la Tierra y que procesada convenientemente entrega información sobre las características de la zona representada.

Los lineamientos estructurales de carácter regional son perfectamente definibles en las imágenes de satélites y nos permiten determinar la tendencia de orientación, concentración y desplazamientos de bloques.

Para el análisis estructural en el área de estudio se utilizó las imágenes satelitales en formato MrSid (Multi-resolution Seamless Image Database) proveídas por la NASA, este formato es un estándar abierto de compresión de imágenes raster y tienen como característica principal la capacidad de construir mosaicos con una pérdida mínima de detalle. La combinación de bandas que utiliza es 7, 4, 2 (RGB).

### **5.2.3.2 LINEAMIENTOS DEFINIDOS A PARTIR DE IMAGENES RADAR**

El Radar es un sistema electrónico que permite detectar objetos y determinar la distancia a que se encuentran proyectando sobre ellos ondas de radio que son reflejadas por el objeto y que al ser recibidas de nuevo por la antena del radar permiten calcular la distancia a la que se encuentra el objeto, en función del tiempo que tardó en ir y volver la señal de radio.

Las imágenes de radar son representaciones de la Tierra en una sola frecuencia (contiene solo una banda espectral), son en blanco y negro debido a que no poseen un componente multiespectral el cual es necesario para la formación de un falso color. Las imágenes de radar destacan cambios en la rugosidad del terreno, relieves y niveles de humedad, la imagen de radar se deriva de una porción del espectro de luz que la visión humana es incapaz de detectar. Esta longitud de onda especial es capaz de penetrar lluvia, nubes y neblina proporcionando siempre una vista despejada de la Tierra.

Una imagen de radar es la relación existente entre la energía de microondas transmitida a la Tierra y la energía reflejada directamente de regreso al sensor. La energía que regresa al sensor se llama retrodispersión y esta depende de la topografía local, rugosidad y propiedades dieléctricas que están directamente afectadas por los niveles de humedad.

Al igual que las imágenes satelitales las imágenes radar nos permitieron definir lineamientos regionales sobretodo en áreas donde las imágenes satelitales mostraban cobertura por nubosidad.

### **5.2.3.3 LINEAMIENTOS DEFINIDOS A PARTIR DE GRAVIMETRIA REGIONAL**

El objetivo principal de la gravimetría es medir anomalías en el campo gravitatorio de la Tierra causadas por cambios de densidad entre distintos materiales. Los datos de campo deben ser corregidos respecto a puntos de referencia de gravedad conocida. Las correcciones serán respecto a la latitud, altura topográfica, posición geográfica, mareas, cercanía a grandes masas de roca, basamento. En alta sensibilidad, presión atmosférica, hidratación del terreno, etc. En el área de estudio se ha aplicado la gravimetría regional para definir estructuras corticales

### **5.2.4 ANALISIS E INTERPRETACION DE LINEAMIENTOS**

El análisis de lineamientos es un factor importante considerado en la generación de blancos exploratorios; basados en la teoría de que las intersecciones de lineamientos representan los lugares estructurales favorables para concentrar actividad intrusiva y mineralización.

#### **5.2.4.1 INTERSECCIÓN DE LINEAMIENTOS MINERALIZADOS**

Durante el proceso de generación de blancos fueron identificados una serie de lineamientos de carácter regional y continental estos fueron definidos a partir de la interpretación de imágenes satelitales, de radar y de gravimetría, al asignarles un halo de 15 Km. algunos de estos lineamientos capturan a la mayoría de depósitos significativos existentes en esta parte de los Andes Centrales, a este tipo de lineamientos se les cataloga como lineamientos asociados a mineralización y son importantes porque controlan regionalmente a muchos yacimientos y a su vez nos sirven para definir nuevas áreas prospectivas.

Uno de los factores para definir el área de Alto Tocache como un blanco prospectivo fue la ocurrencia e intersección de estos lineamientos, al realizar este análisis se pudo identificar una serie de lineamientos regionales dentro de los cuales se seleccionó los que controlan depósitos conocidos (Tabla 1 )

**TABLA 1 Lineamientos Regionales Mineralizados**

<b>Lineamiento</b>	<b>Rumbo</b>	<b>Depósitos asociados regionalmente</b>
L1	N55W	La Granja, Minas Conga
L2	N75W	Quiruvilca, Tres Cruces
L3	N85E	Retamas
L4	N25E	Pierina
L5	N15E	Antamina
L6	NS	Antamina

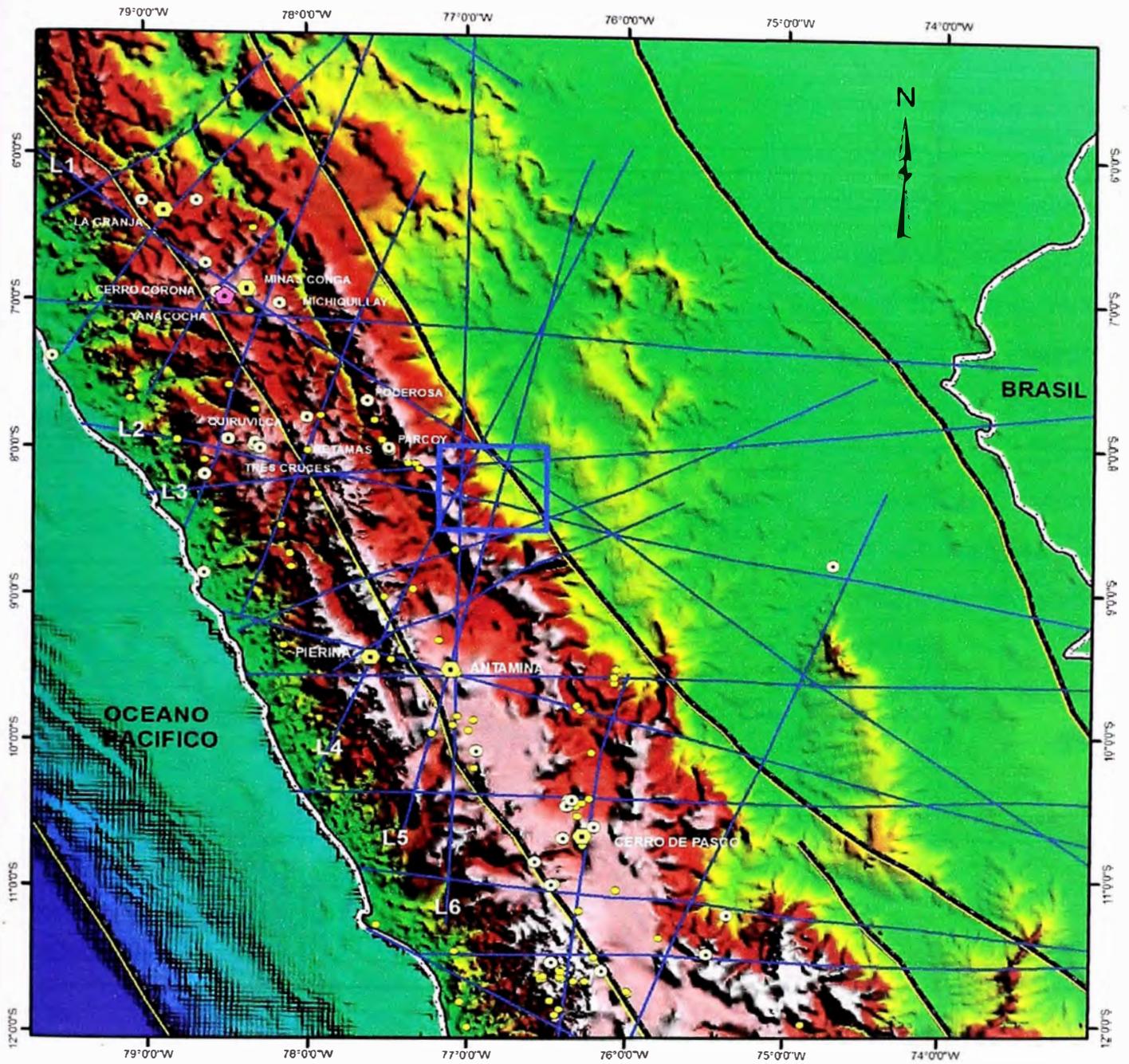
#### **5.2.4.2 COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL**

La complejidad estructural está dada por la cantidad y tipo de lineamientos estructurales que ocurren en un área, estos pueden ser lineamientos mineralizados, estructuras arco-normales, arco-paralelas, fallas oblicuas, además la manera como estos están relacionados ya sea la cantidad de intersecciones existentes, la cercanías a bordes cratónicos etc.

En el caso del área de estudio la complejidad estructural es significativa existiendo hasta 4 zonas con intersección de lineamientos mineralizados, asimismo existe una cantidad considerable de estructuras arco-normal y arco-paralelas y además esta área incluye un lineamiento continental de borde cratónico lo que le dá un potencial prospectivo alto Figura .

**TABLA 2 Complejidad Estructural**

<b>Lineamiento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Intersección</b>
L1	Mineralizado	<ul style="list-style-type: none"><li>- L3, L4, L5 y L6</li><li>- Borde de Cratón</li><li>- Estructuras arco-normal y arco-paralelas</li></ul>
L2	Mineralizado	<ul style="list-style-type: none"><li>- L4, L5 y L6</li><li>- Borde de Cratón</li><li>- Estructuras arco-normal y arco-paralelas</li></ul>
L3	Mineralizado	<ul style="list-style-type: none"><li>- L1, L4, L5 y L6</li><li>- Borde de Cratón</li><li>- Estructuras arco-normal y arco-paralelas</li></ul>
L4	Mineralizado	<ul style="list-style-type: none"><li>- L1, L2, L3, y L6</li><li>- Borde de Cratón</li><li>- Estructuras arco-paralelas</li></ul>
L5	Mineralizado	<ul style="list-style-type: none"><li>- L1, L2 y L3</li><li>- Borde de Cratón</li><li>- Estructuras arco-normal y arco-paralelas</li></ul>
L6	Mineralizado	<ul style="list-style-type: none"><li>- L2, L3 y L4</li><li>- Borde de Cratón</li><li>- Estructuras arco-paralelas</li></ul>
L7	No mineralizado	<ul style="list-style-type: none"><li>- L2</li><li>- Borde de Cratón</li><li>- Estructuras arco-paralelas</li></ul>

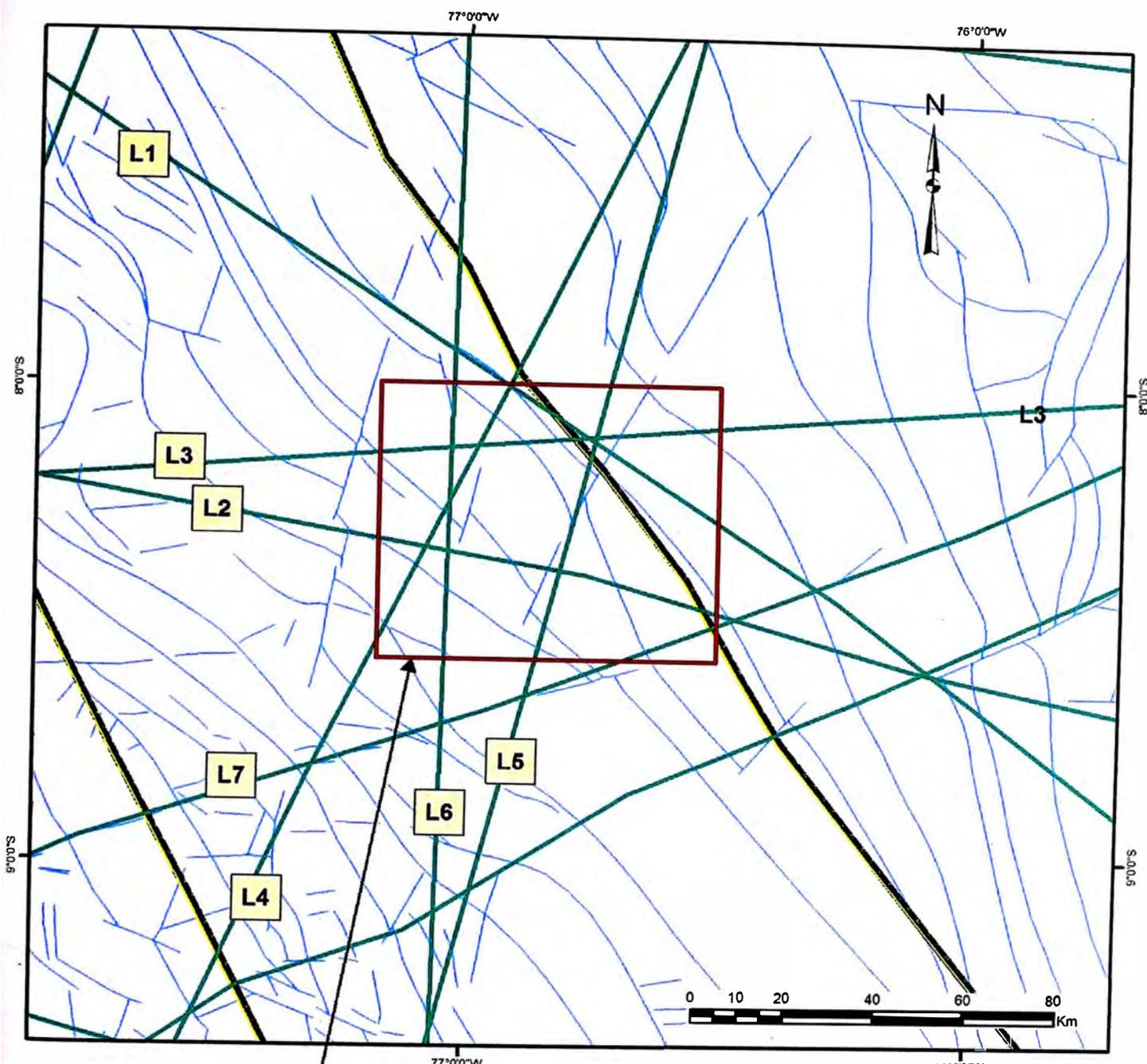


**Yacimientos**

- Super Gigante
- Gigante
- Mayor
- Menor
- Lineamientos Regionales
- Borde de Cratón
- Área de Estudio
- Limite internacional



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA
<b>Mapa de Lineamientos Mineralizados Regionales</b> <i>(Imagen hipsográfica DEM GTOPO30)</i>	
Autor: A. Bustamante	Fecha: Febrero 2007
<b>Figura 11</b>	



**LEYENDA**

- Estructuras
- Lineamientos Regionales
- Borde de Cratón
- Área de Estudio

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA</p>	
<p><b>Mapa de Complejidad Estructural</b></p>		
<p><i>Autor:</i> A. Bustamante</p>	<p><i>Fecha:</i> Febrero 2007</p>	<p><b>Figura 12</b></p>

## **5.3 GEOQUIMICA**

La geoquímica en prospección minera tiene por objetivo determinar zonas anómalas que puedan llevar al descubrimiento de nuevos depósitos minerales, para determinar estas zonas es necesario calcular ciertos parámetros como el valor de fondo (background), el umbral (threshold) y el valor por encima del cual una concentración geoquímica puede considerarse anormal (anomalía). Para determinar estos parámetros se trabajó en base logarítmica natural ( $e = 2.7183$ ) debido a que el análisis de histogramas definió un comportamiento Log-normal para la mayoría de muestras de sedimentos y rocas.

### **5.3.1 MUESTREO DE ROCAS**

El muestreo de rocas en el área de Alto Tocache se ha restringido a la recolección de muestras de rodados de las quebradas y en menor proporción a muestras de afloramientos debido a la escasez de los mismos por encontrarse cubiertos por vegetación.

#### **5.3.1.1 METODOLOGÍA**

La metodología seguida para el muestreo de rocas fue siguiente:

- Ubicar el punto de muestreo mas adecuado.
- Si la muestra es de afloramiento esta debe ser tomada haciendo un compósito de las esquirlas obtenidas en un radio aproximado de cinco metros sobre el afloramiento, si se trata de estructuras la muestra se toma a lo largo de un canal perpendicular al rumbo de la estructura, el ancho estará en función a la potencia de la estructura. Si se trata de rodados se muestrearán independientemente aquellos que presenten alteración y/o mineralización.
- El peso mínimo de la muestra es de 500 gramos, el peso recomendado es de 1 a 2 kilogramos.
- Obtener una muestra de mano de cada muestra que se tome para realizar otros análisis como petrográficos o de PIMA.
- Anotar las coordenadas en el GPS y llenar la tarjeta de muestreo considerando el tipo de roca, mineralogía, alteración y mineralización etc.
- Tomar muestras duplicadas en los lugares donde se considere conveniente para el control de calidad del muestreo. Las muestras duplicadas deben representar al menos el 3% del total de muestras enviadas al laboratorio.

### 5.3.1.2 ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE ROCAS

#### Oro

Estadísticamente la población presenta una distribución Log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores más precisos.

Se tiene como valor mínimo 2.5 ppb y un valor máximo de 2360 ppb

Los valores del background y threshold para este elemento son de 13.03 ppb y 21.28 ppb respectivamente.

Se separó 06 muestras con valores extremos con el fin de obtener resultados mas representativos, se tomó como criterio para esta separación el diagrama de caja de bigotes.

**TABLA 3 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – ORO**

MEDIA ppb	DESV. ppb	THRESHOLD ppb	VALOR MÍNIMO ppb	VALOR MÁXIMO ppb	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
13.03	4.13	21.28	2.5	2360	86	6	92

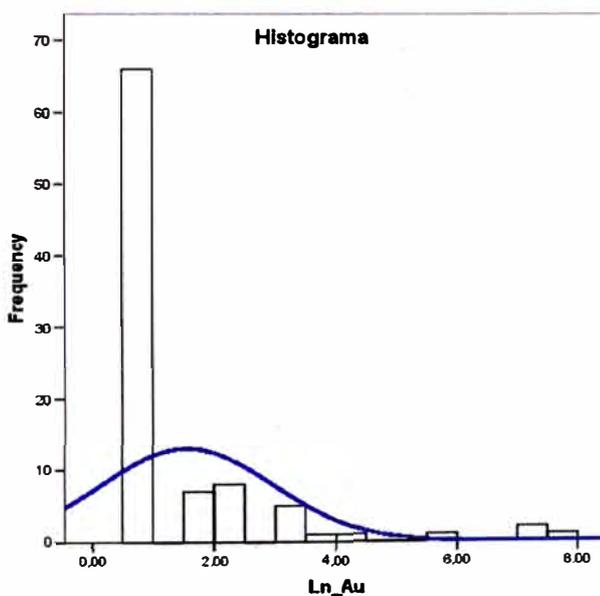


Figura 13a

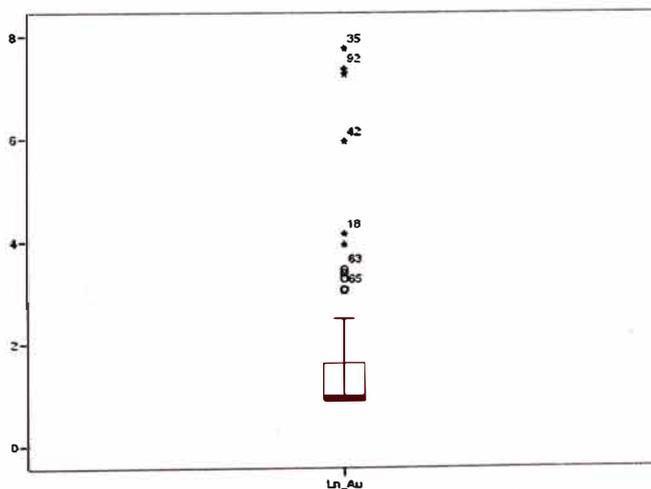


Figura 13b

## Arsénico

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos.

Se tiene como valor mínimo 2.5 ppm y un valor máximo de 143 ppm.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 8.87ppm y 14.44 ppm respectivamente

**TABLA 4 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – ARSENICO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALORMÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
8.87	2.79	14.44	2.5	143	92	0	92

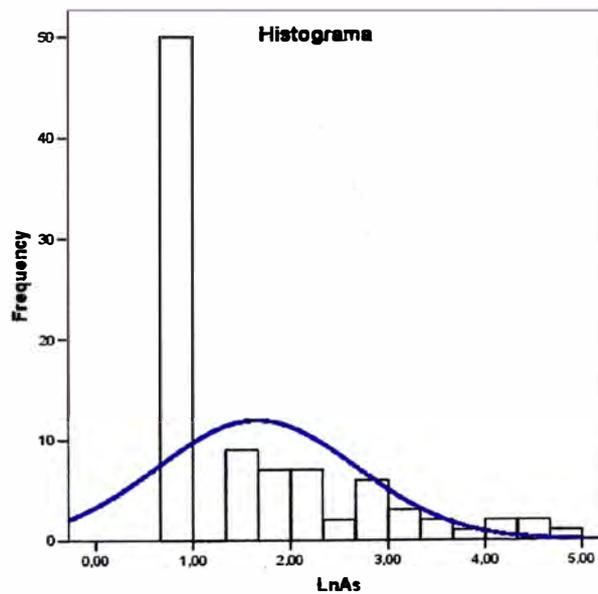


Figura 14a

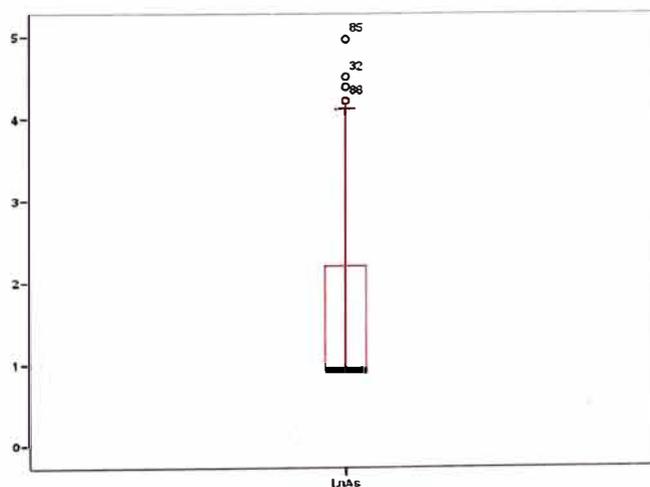


Figura 14b

## Bario

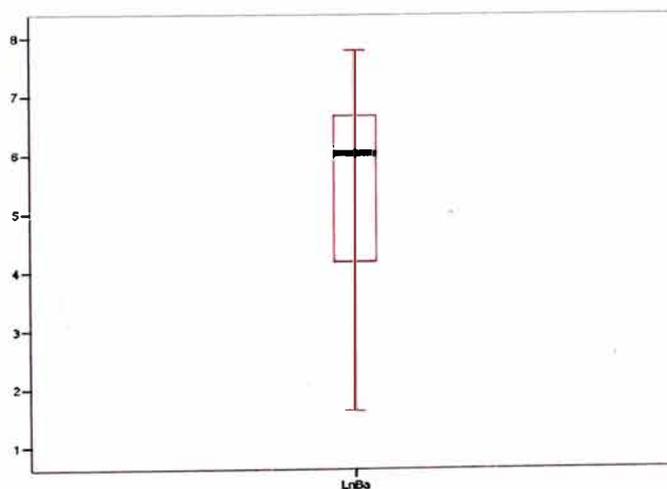
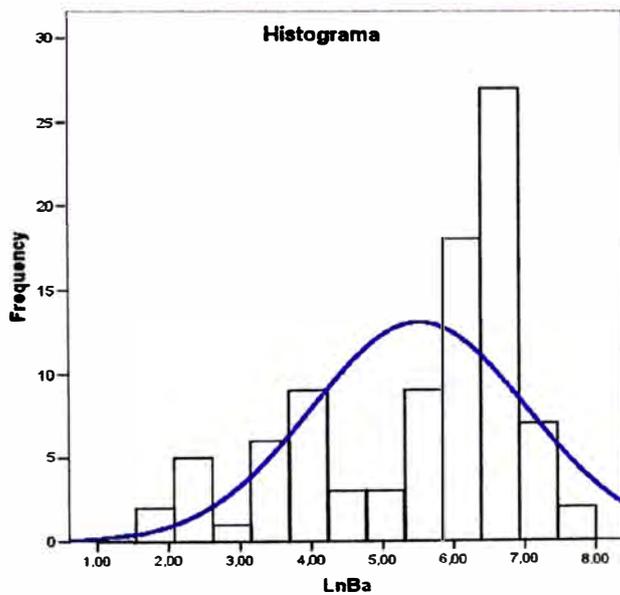
Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos.

Se tiene como valor mínimo 5.0 ppm y un valor máximo de 2400 ppm.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 788.98ppm y 798.09 ppm respectivamente

**TABLA 5 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – BARIO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTA DE MUESTRAS
788.98	4.55	798.09	5.0	2400	92	0	92



## Cobre

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. Se tiene como valor mínimo 1.0 ppm y un valor máximo de 6280 ppm.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 118.49 ppm y 132.60 ppm respectivamente

**TABLA 6 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – COBRE**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
118.49	7.05	132.60	1.0	6280	92	0	92

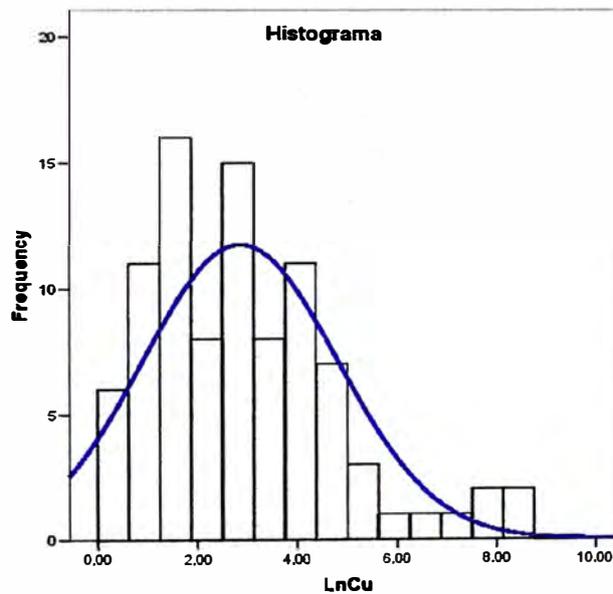


Figura 16a

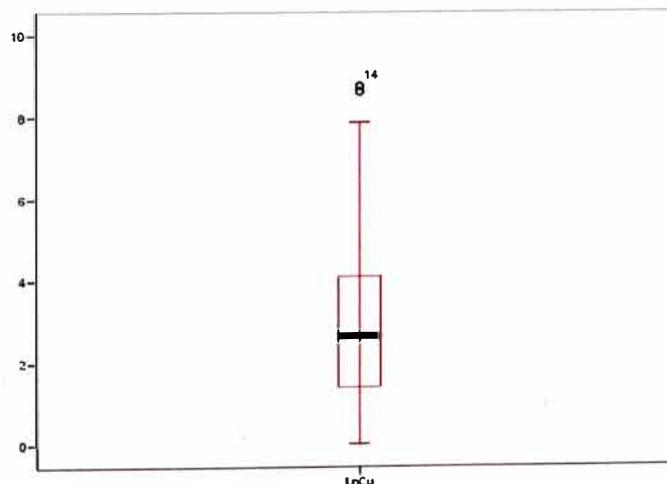


Figura 16b

## Hierro

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, polimodal, los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos.

Se tiene como valor mínimo 0.4 % y un valor máximo de 11.1 %.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 2.68 % y 6.92% respectivamente.

**TABLA 7 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – FIERRO**

MEDIA pct	DESV. pct	THRESHOLD pct	VALOR MÍNIMO pct	VALOR MÁXIMO pct	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
2.68	2.12	6.92	0.4	11.1	92	0	92

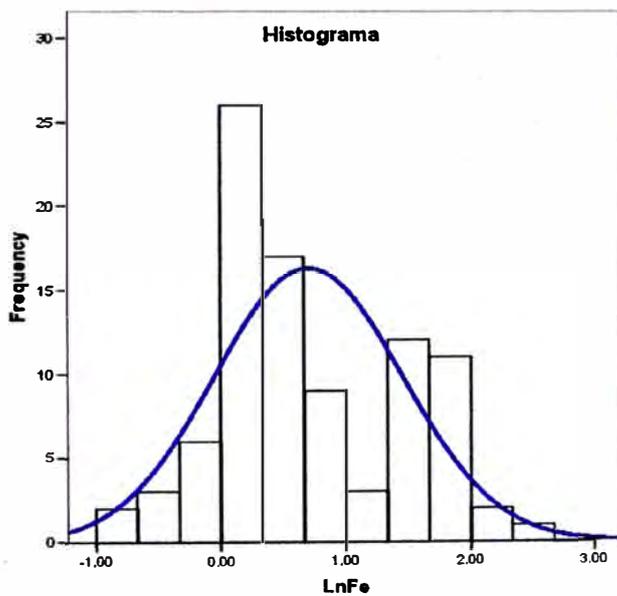


Figura 17a

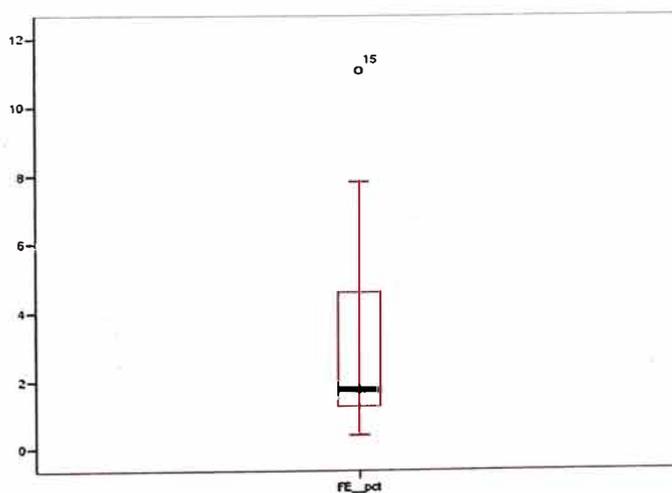


Figura 17b

## Manganeso

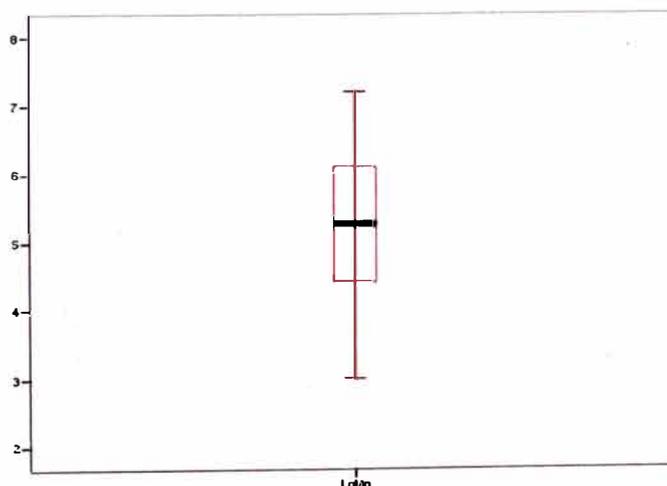
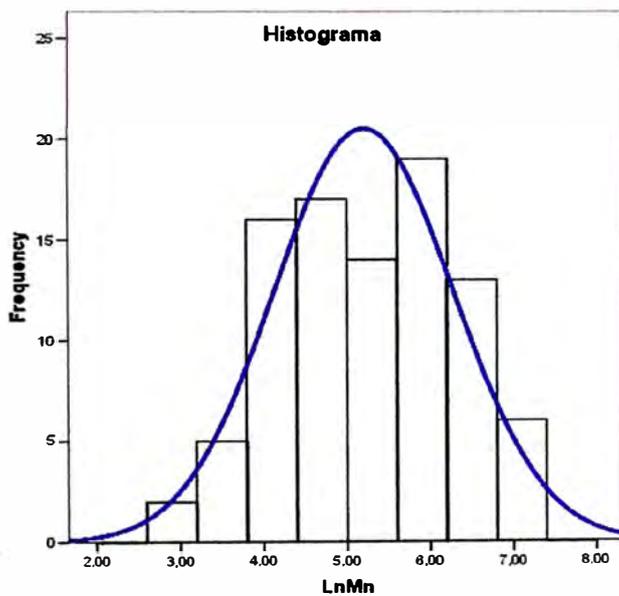
Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos.

Se tiene como valor mínimo 20.0 ppm y un valor máximo de 1345.0 ppm.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 325.51 ppm y 331.36 ppm respectivamente

**TABLA 8 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – MANGANESO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
325.51	2.93	331.36	20.0	1345.0	92	0	92



## Molibdeno

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. Existe una distorsión para los valores bajos debido al porcentaje de datos con valores menores al límite de detección, el histograma es asimétrico y se presenta sesgado a la derecha.

Se tiene como valor mínimo 1.0 ppm y un valor máximo de 10.0 ppm.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 2.52 ppm y 7.02 ppm respectivamente

**TABLA 9 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – MOLIBDENO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
2.52	2.25	7.02	20.0	1.0	10.0	0	92

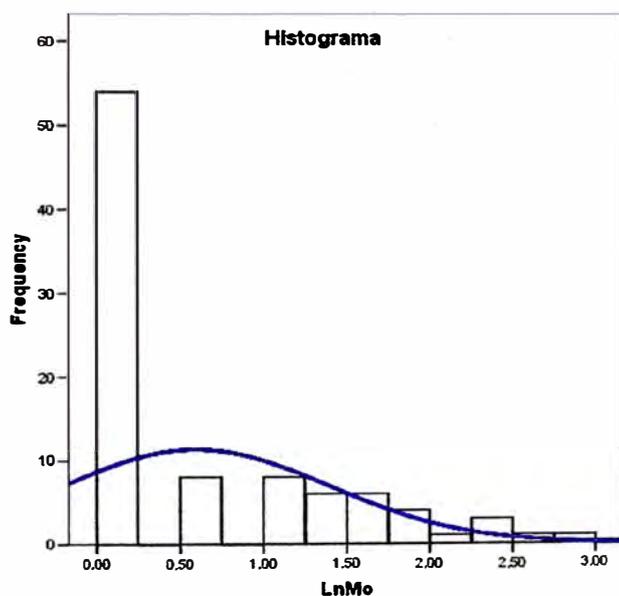


Figura 19a

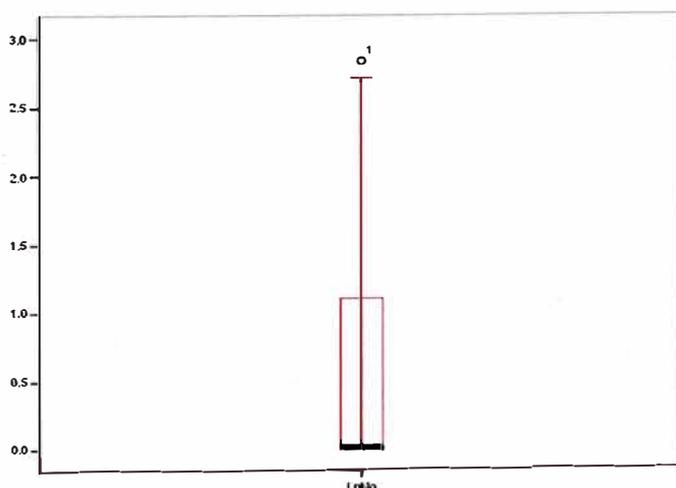


Figura 19b

## Plomo

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos.

Se tiene como valor mínimo 1.0 ppm y un valor máximo de 70.0 ppm.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 17.00 ppm y 23.56 ppm respectivamente.

**TABLA 10 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – PLOMO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALORMÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
17.0	3.28	23.56	1.0	70.0	92	0	92

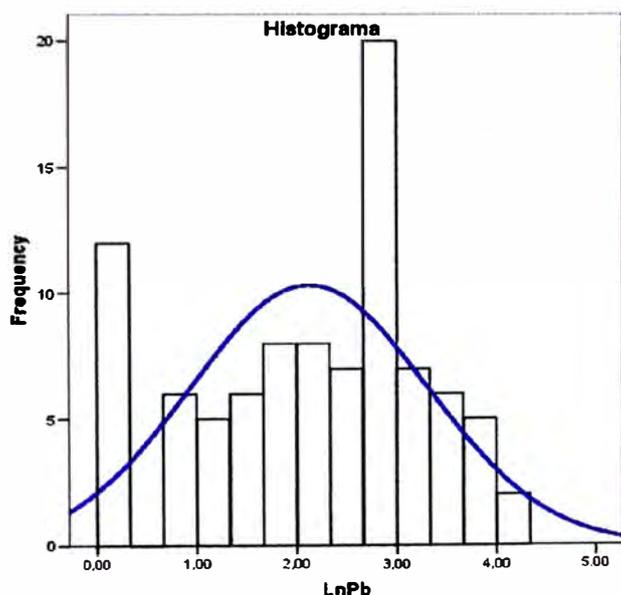


Figura 20a

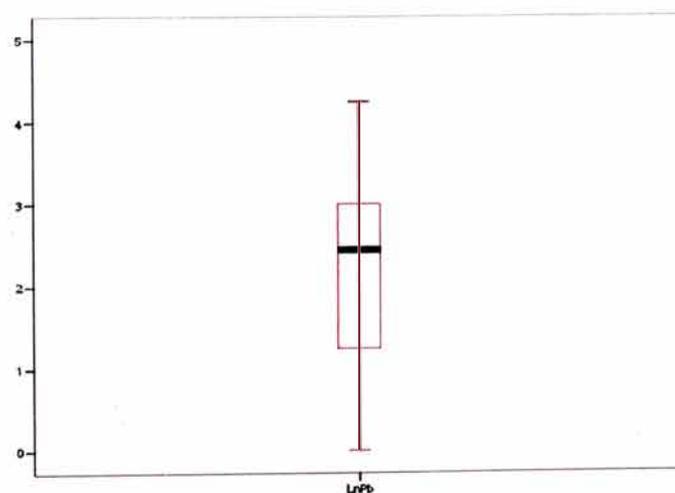


Figura 20b

## Zinc

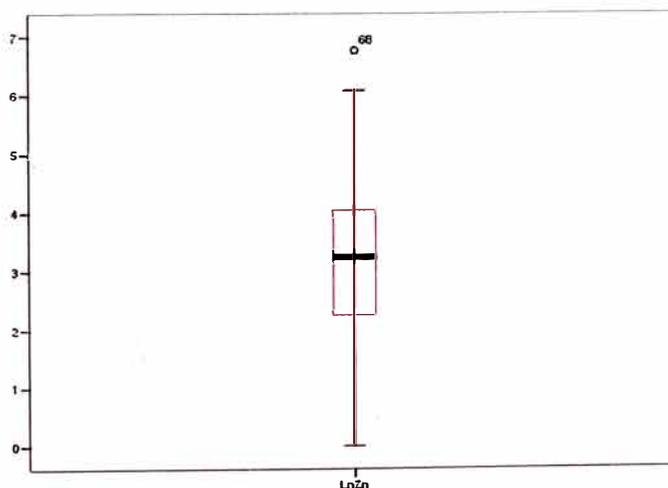
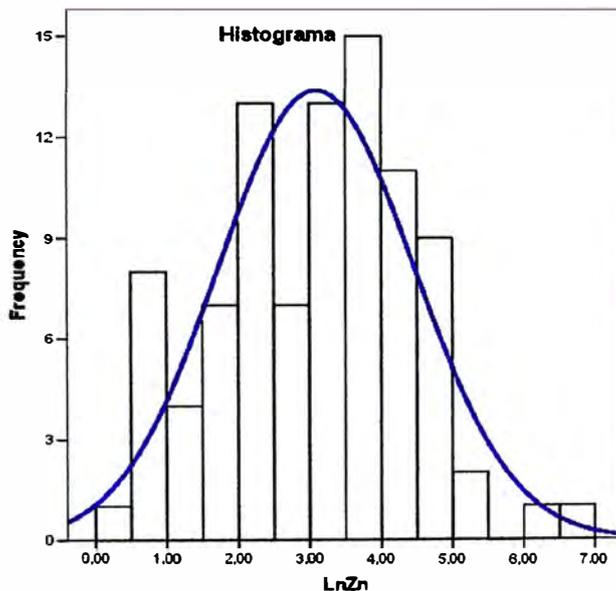
Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos.

Se tiene como valor mínimo 1.0 ppm y un valor máximo de 864.0 ppm.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 57.02 ppm y 64.90 ppm respectivamente

**TABLA 11 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – ZINC**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
57.02	3.94	64.90	1.0	864.0	92	0	92



### 5.3.1.3 ANALISIS DE CORRELACIONES DE MUESTRAS DE ROCA

El coeficiente de correlación de Pearson es un parámetro que se utiliza en prospección geoquímica para establecer la relación existente entre un par de factores (o dos grupos de valores), este puede tener valores entre -1 y +1. Un valor 0 significa una distribución al azar sin ninguna relación entre los factores que están siendo comparados, mientras que +1 indica una relación directa y -1 indica una relación perfectamente inversa entre los factores comparados. (Rivera, M 2001)

En el análisis de correlaciones se trabajó con los datos llevados a base logarítmica debido a que la mayoría de los histogramas de elementos presentan un comportamiento Log normal.

#### **Oro**

La correlación es débil con el cobre (0.270), molibdeno (0.193) y bismuto (0.248). Además presenta una correlación inversa y débil con el bario (-0.318) y el manganeso (-0.317)

#### **Plata**

La correlación es moderada con el cobre (0.479) y presenta una correlación débil con el bismuto (0.270) y el oro (0.174)

#### **Cobre**

La correlación es moderada con la plata (0.479)

La correlación es débil con el oro (0.270), con el zinc (0.285) y el molibdeno (0.237)

#### **Molibdeno**

Presenta una correlación débil con el arsénico (0.336), con el cobre (0.237) con el plomo (0.211) y el oro (0.193)

#### **Plomo**

La correlación es moderada con el bario (0.594), la correlación es débil con el zinc (0.305) el arsénico (0.388) y el molibdeno (0.211)

#### **Zinc**

La correlación es muy fuerte con el manganeso (0.871)

La correlación es fuerte con el bario (0.601) y moderada con el fierro (0.522)

La correlación es débil con el cobre (0.285) y el plomo (0.305)

Además presenta una correlación inversa y débil con el oro (-0.264) y el bismuto (-0.130)

**Tabla 12 Correlaciones de Muestras de Rocas**

		LnAu	LnAg	LnAs	LnBa	LnBi	LnCu	LnFe	LnMn	LnMo	LnPb	LnSb	LnZn
LnAu	Pearson Correlation	1	0.174	0.024	-0.318	0.248	0.270	0.156	-0.317	0.193	-0.091	-0.072	-0.264
	Sig. (2-tailed)		0.097	0.823	0.002	0.017	0.009	0.138	0.002	0.065	0.387	0.498	0.011
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnAg	Pearson Correlation	0.174	1	-0.044	-0.138	0.270	0.479	0.006	0.095	0.045	-0.185	-0.060	0.057
	Sig. (2-tailed)	0.097		0.674	0.189	0.009	0.000	0.954	0.369	0.670	0.078	0.573	0.589
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnAs	Pearson Correlation	0.024	-0.044	1	0.340	-0.061	0.094	0.172	0.014	0.336	0.388	0.154	0.112
	Sig. (2-tailed)	0.823	0.674		0.001	0.561	0.375	0.102	0.894	0.001	0.000	0.142	0.288
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnBa	Pearson Correlation	-0.318	-0.138	0.340	1	-0.145	-0.053	0.253	0.574	0.125	0.594	0.138	0.601
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.189	0.001		0.169	0.618	0.015	0.000	0.235	0.000	0.190	0.000
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnBi	Pearson Correlation	0.248	0.270	-0.061	-0.145	1	0.151	0.027	-0.105	0.107	0.009	0.049	-0.130
	Sig. (2-tailed)	0.017	0.009	0.561	0.169		0.126	0.795	0.320	0.312	0.933	0.645	0.216
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnCu	Pearson Correlation	0.270	0.479	0.094	-0.053	0.151	1	0.235	0.178	0.237	0.008	0.014	0.285
	Sig. (2-tailed)	0.009	0.000	0.375	0.618	0.126		0.024	0.090	0.023	0.940	0.892	0.006
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnFe	Pearson Correlation	0.156	0.006	0.172	0.253	0.027	0.235	1	0.565	0.209	0.012	-0.171	0.522
	Sig. (2-tailed)	0.138	0.954	0.102	0.015	0.795	0.024		0.000	0.045	0.910	0.102	0.000
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnMn	Pearson Correlation	-0.317	0.095	0.014	0.574	-0.105	0.178	0.565	1	0.009	0.192	-0.052	0.871
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.369	0.894	0.000	0.320	0.090	0.000		0.933	0.067	0.620	0.000
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnMo	Pearson Correlation	0.193	0.045	0.336	0.125	0.107	0.237	0.209	0.009	1	0.211	0.029	0.113
	Sig. (2-tailed)	0.065	0.670	0.001	0.235	0.312	0.023	0.045	0.933		0.044	0.780	0.283
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnPb	Pearson Correlation	-0.091	-0.185	0.388	0.594	0.009	0.008	0.012	0.192	0.211	1	0.137	0.305
	Sig. (2-tailed)	0.387	0.078	0.000	0.000	0.933	0.940	0.910	0.067	0.044		0.194	0.003
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnSb	Pearson Correlation	-0.072	-0.060	0.154	0.138	0.049	0.014	-0.171	-0.052	0.029	0.137	1	0.008
	Sig. (2-tailed)	0.498	0.573	0.142	0.190	0.645	0.892	0.102	0.620	0.780	0.194		0.943
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
LnZn	Pearson Correlation	-0.264	0.057	0.112	0.601	-0.130	0.285	0.522	0.871	0.113	0.305	0.008	1
	Sig. (2-tailed)	0.011	0.589	0.288	0.000	0.216	0.006	0.000	0.000	0.283	0.003	0.943	
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

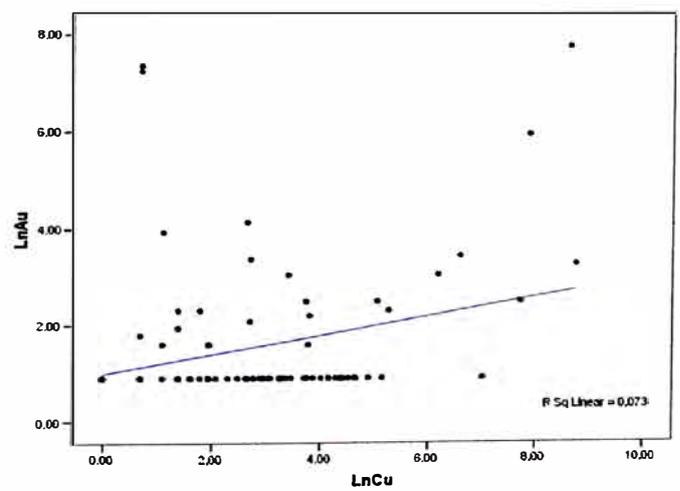
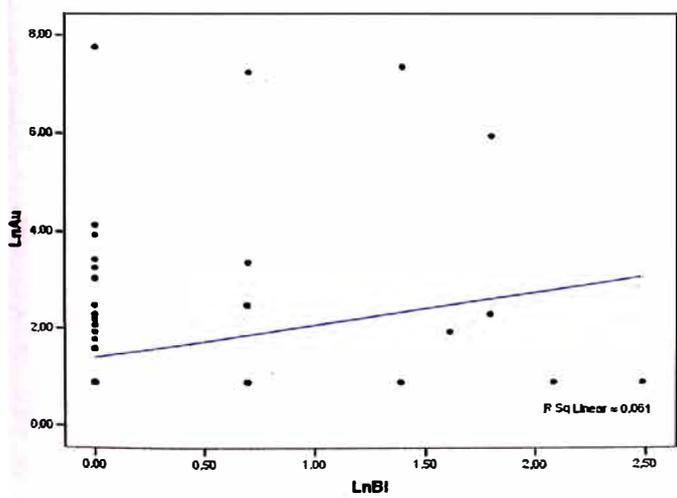
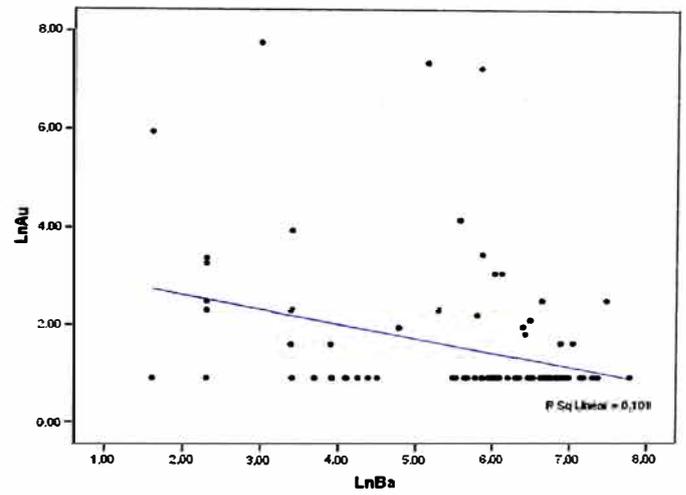
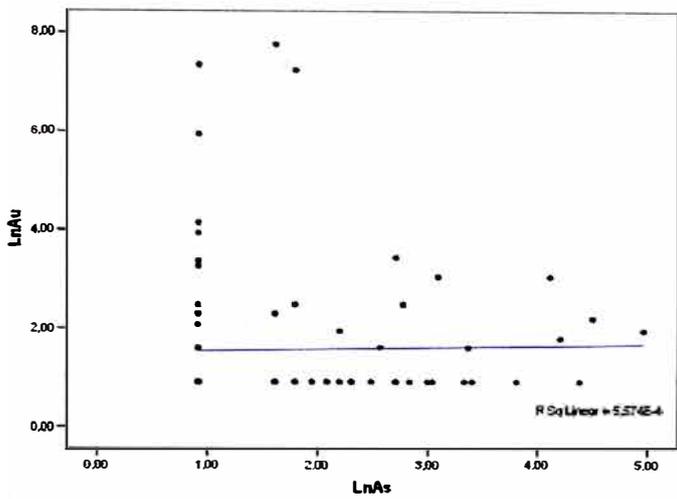
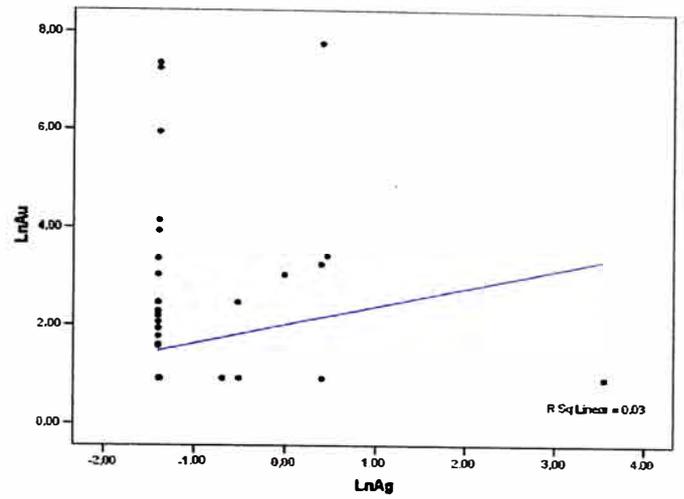
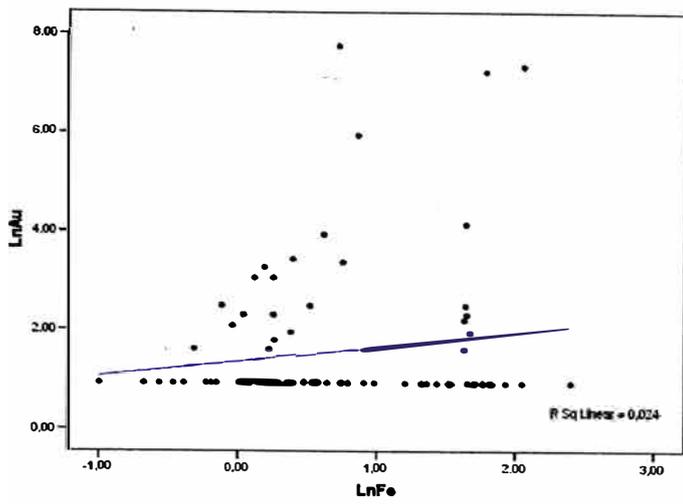


Figura 22 Diagramas de correlación para el Oro (i)

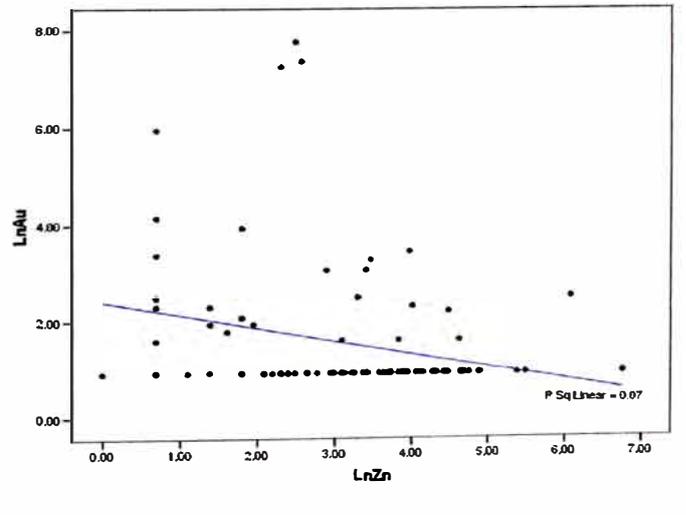
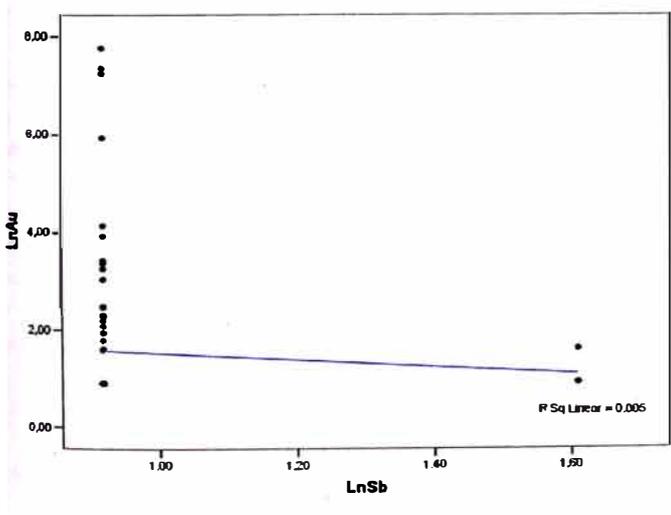
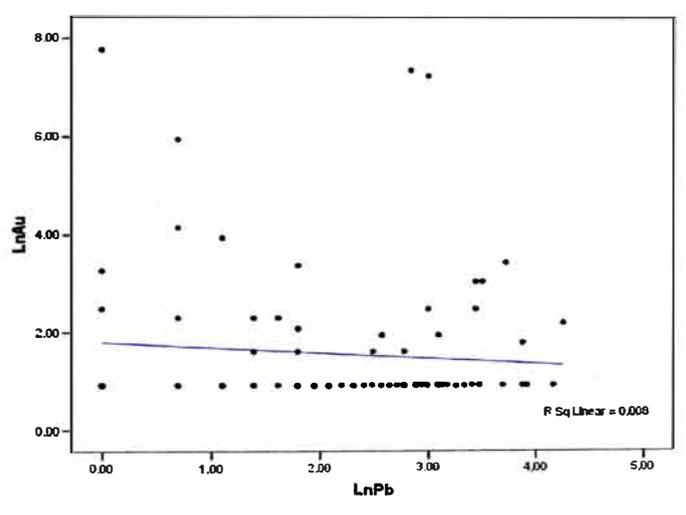
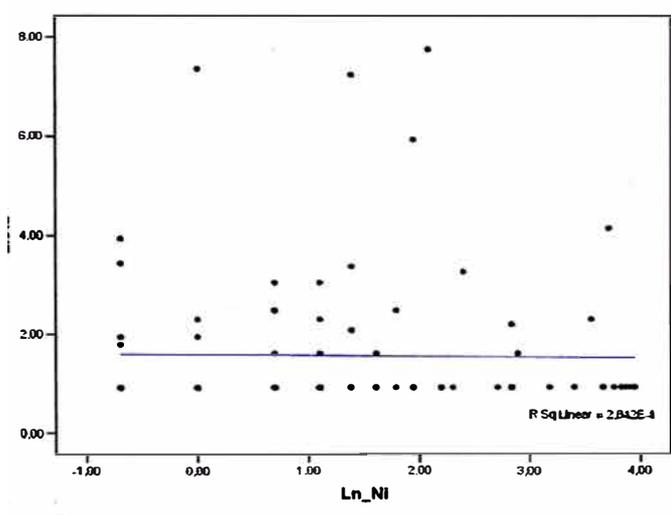
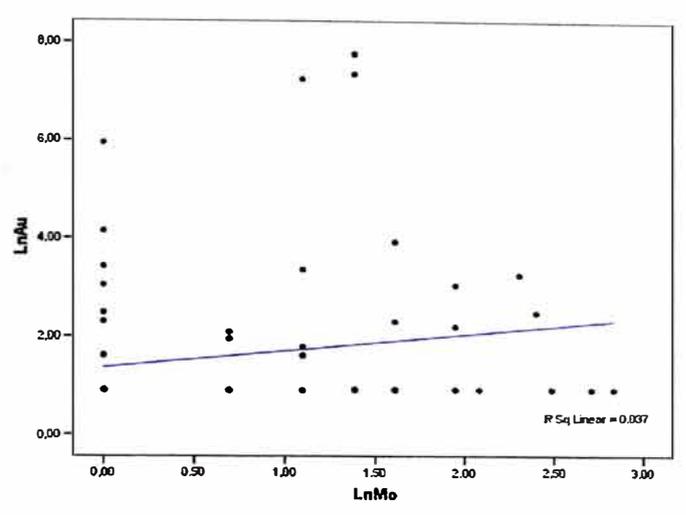
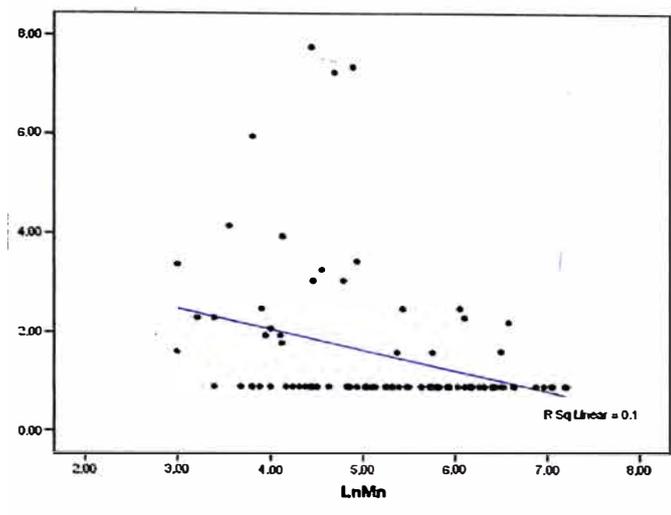


Figura 23 Diagramas de correlación para el Oro (ii)

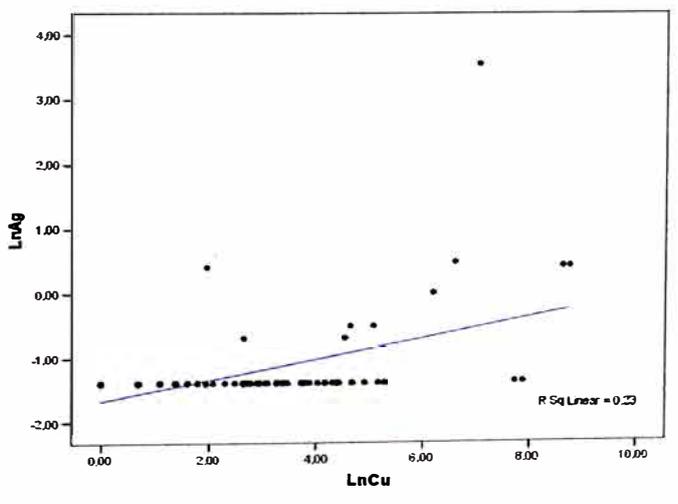
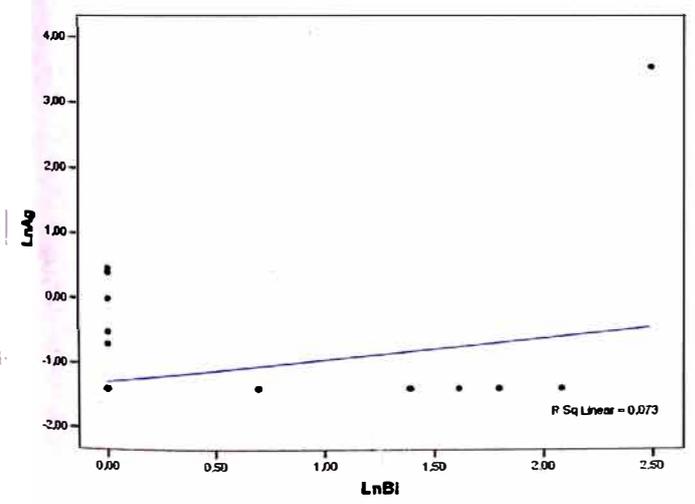
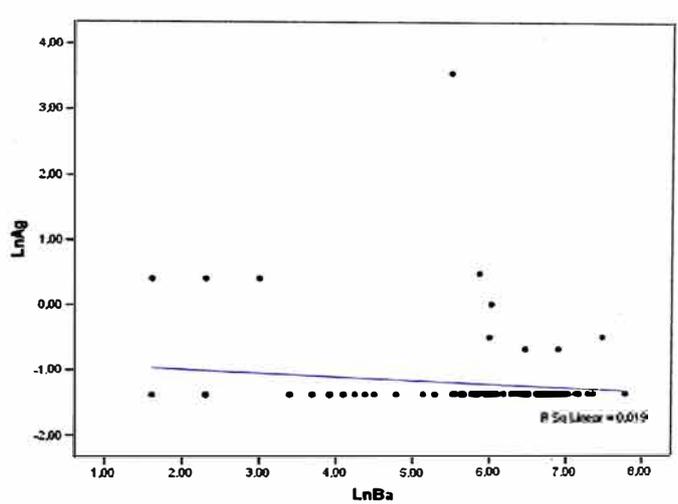
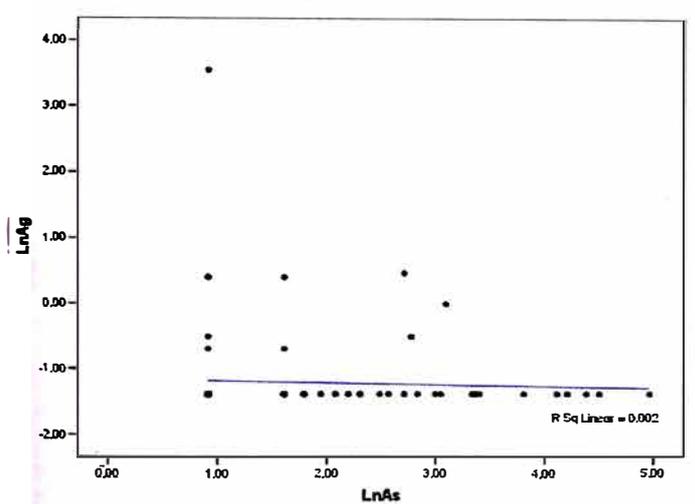
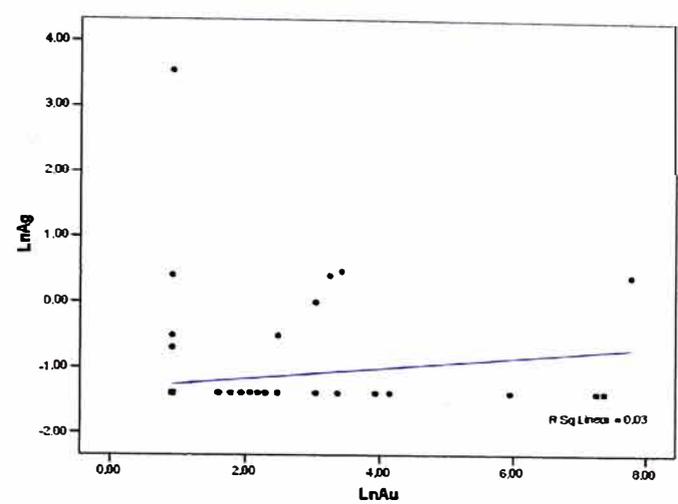
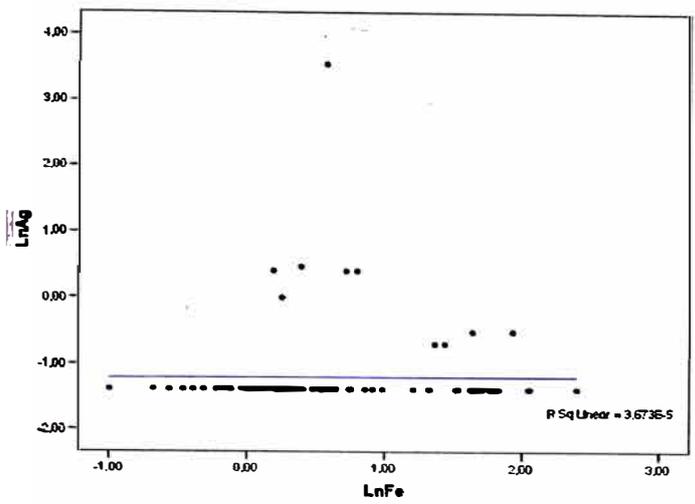


Figura 24 Diagramas de correlación para la Plata (i)

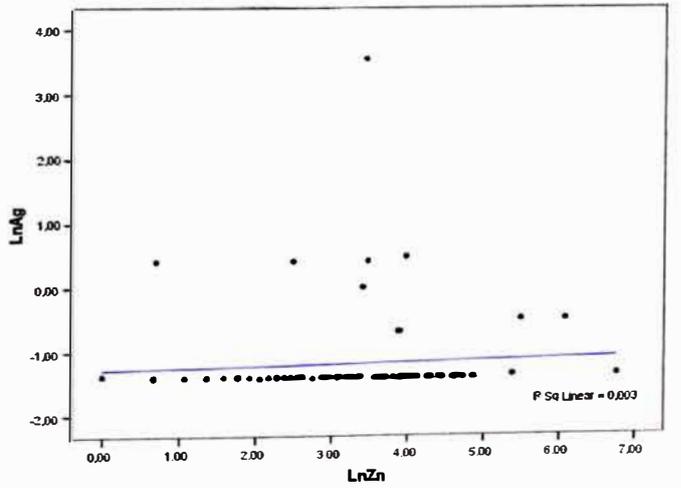
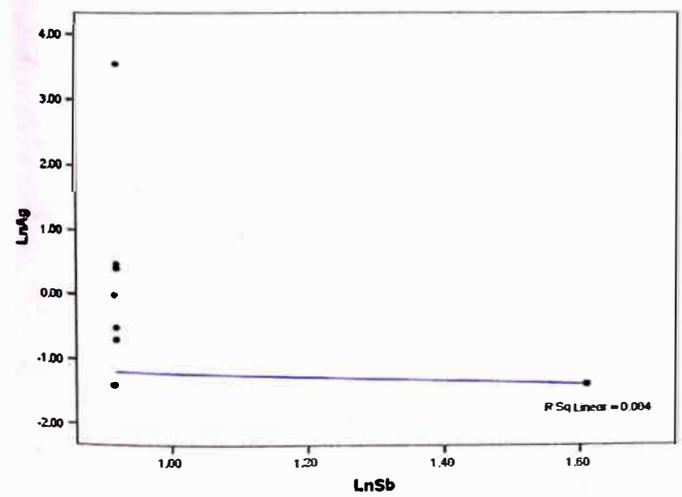
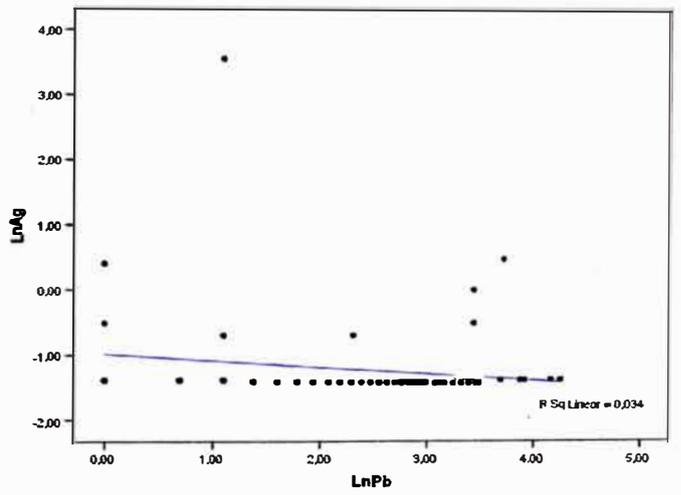
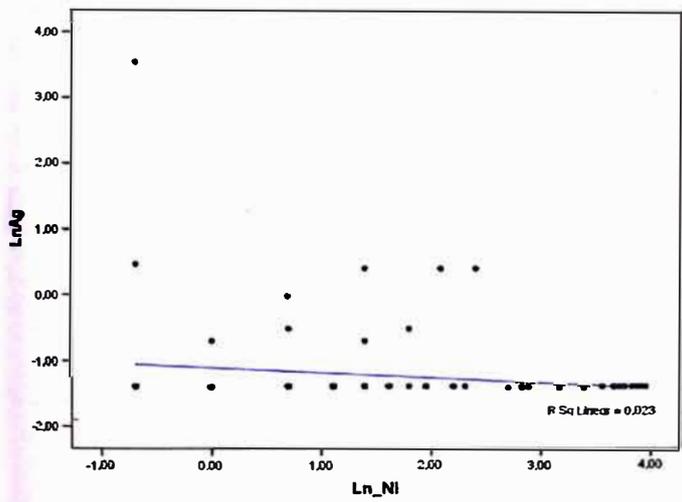
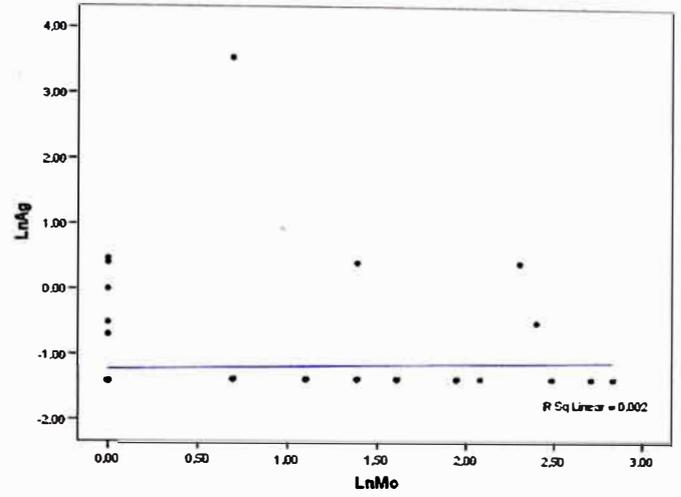
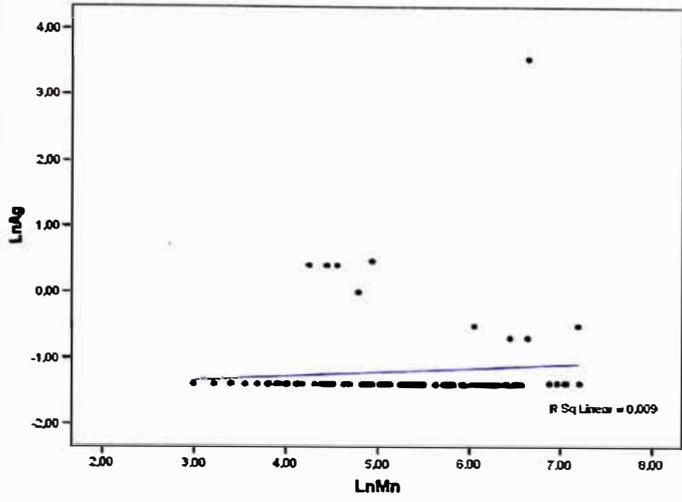


Figura 25 Diagramas de correlación para la Plata (ii)

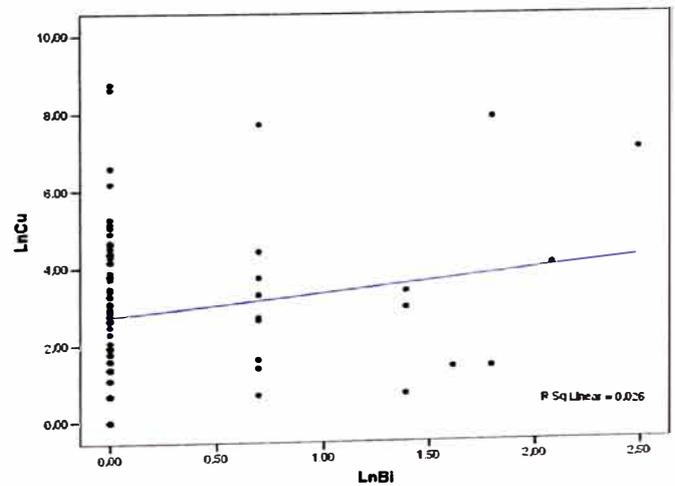
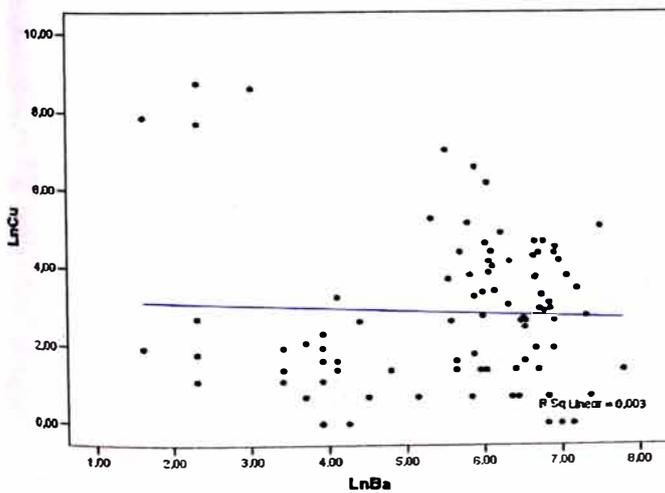
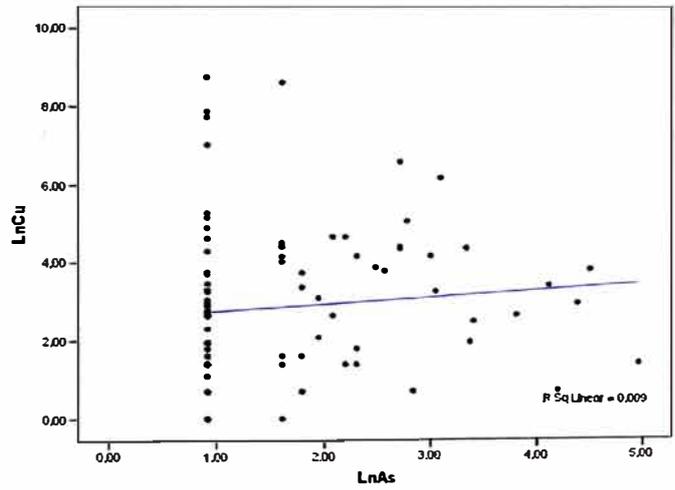
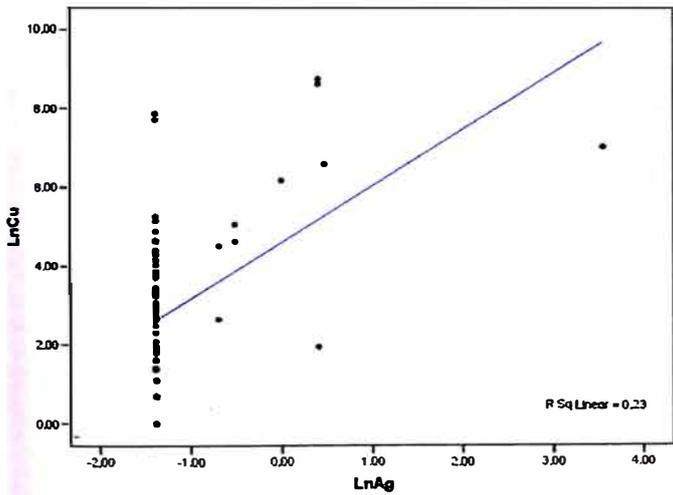
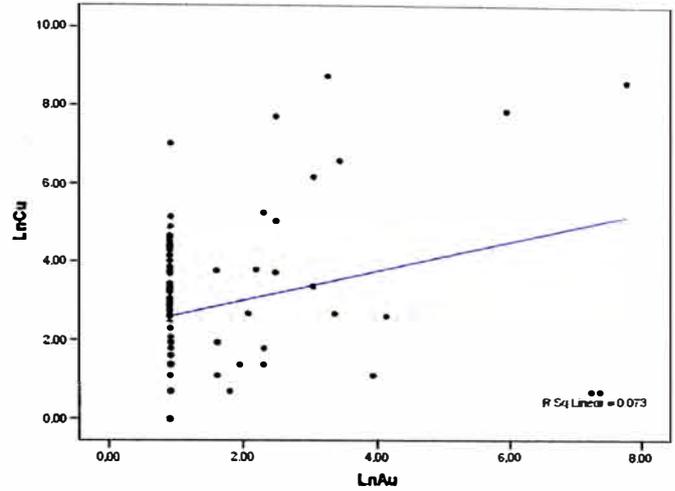
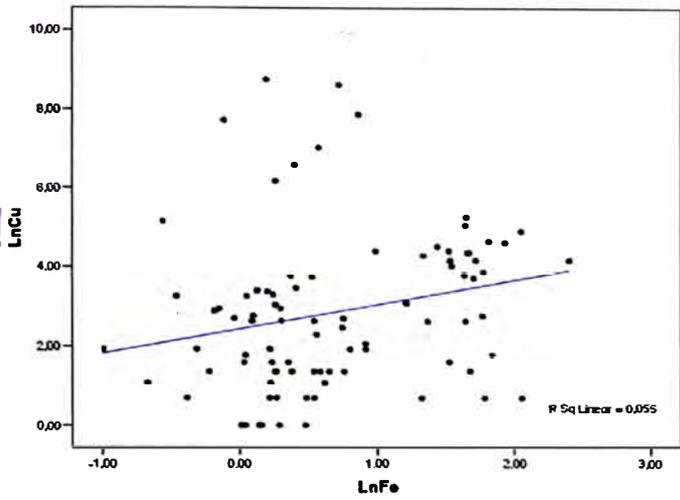


Figura 26 Diagramas de correlación para el Cobre (i)

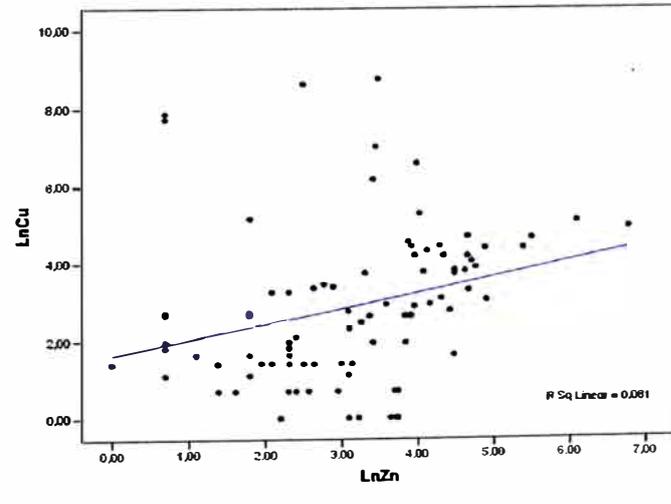
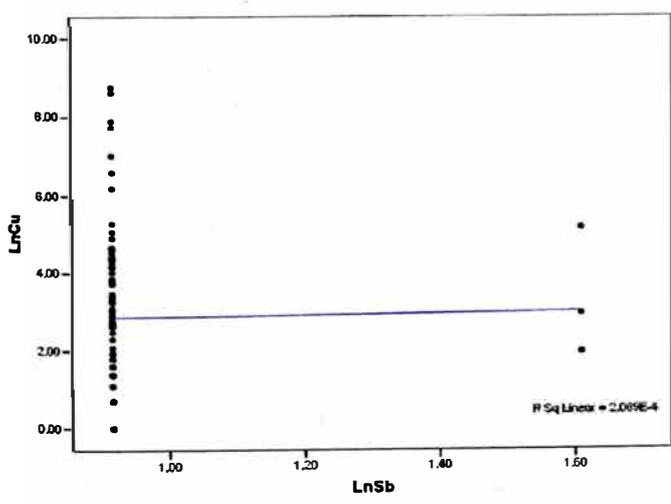
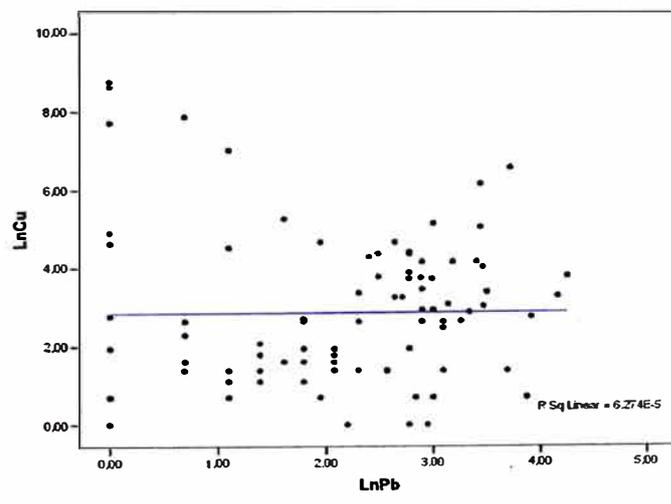
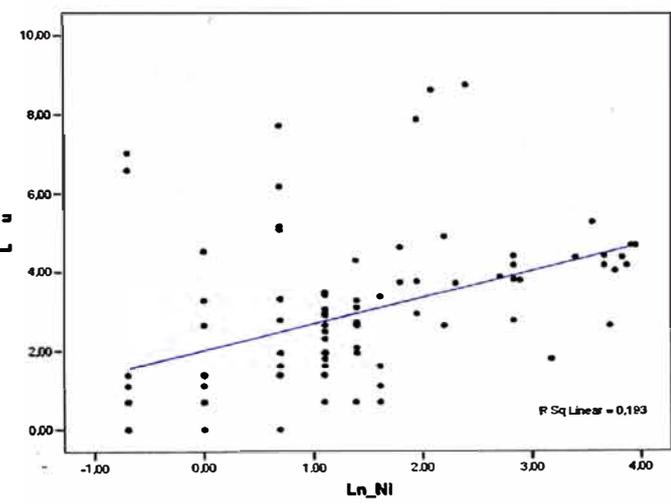
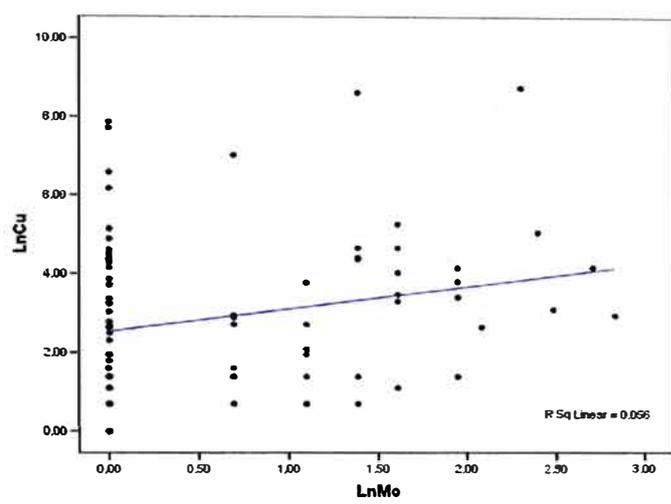
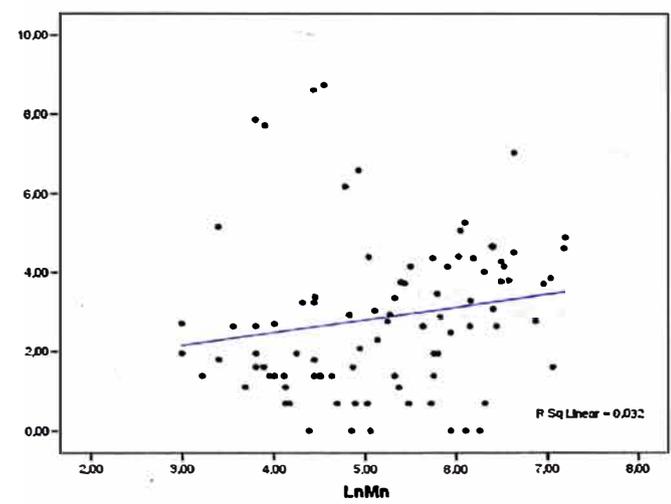


Figura 27 Diagramas de correlación para el Cobre (ii)

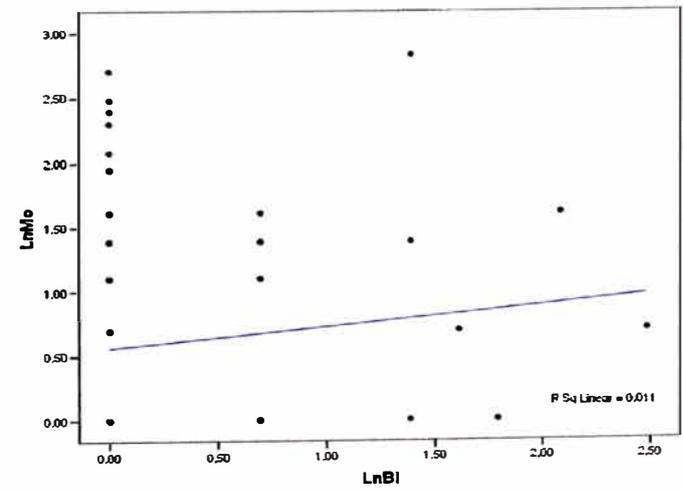
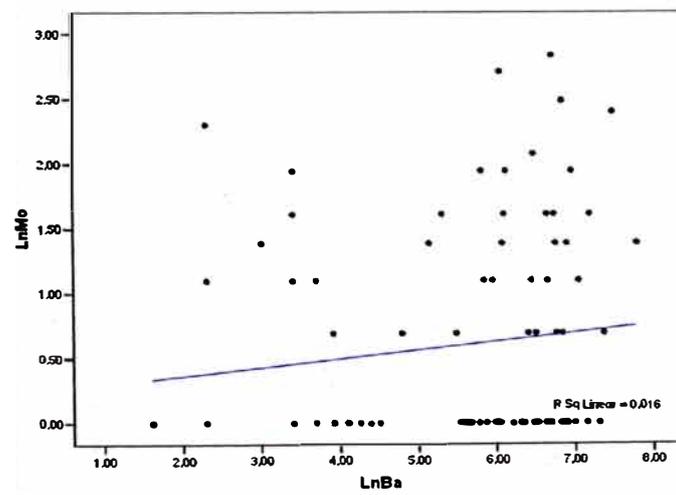
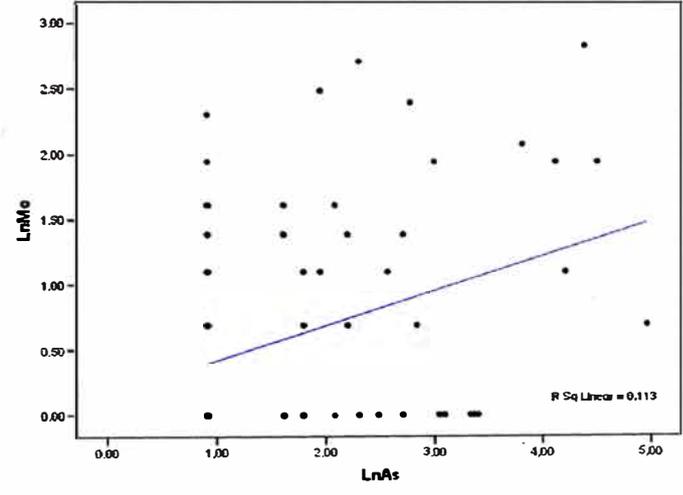
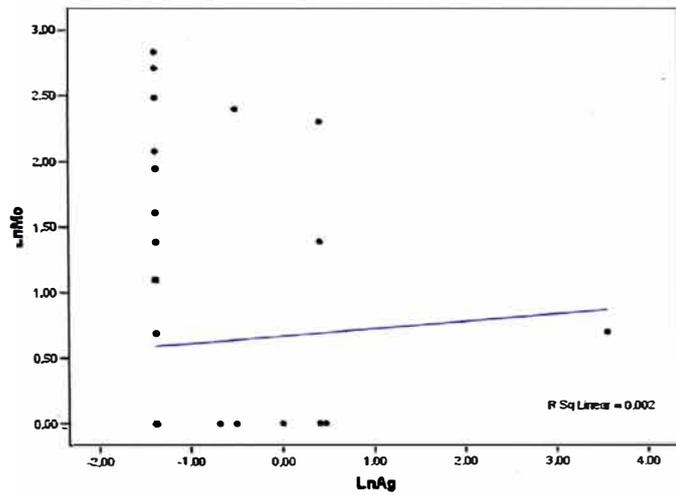
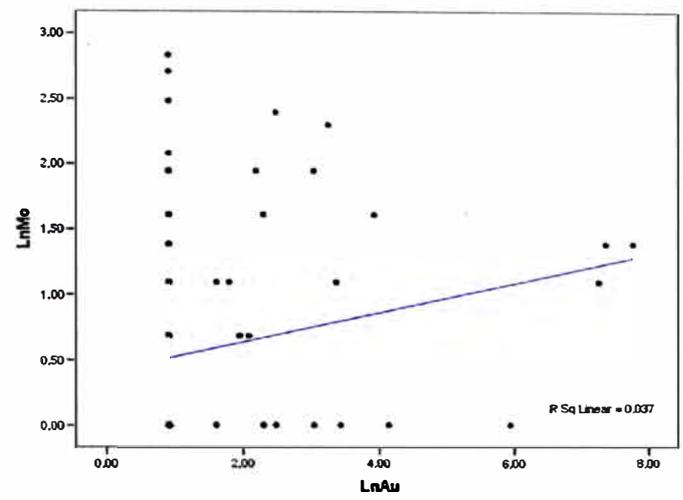
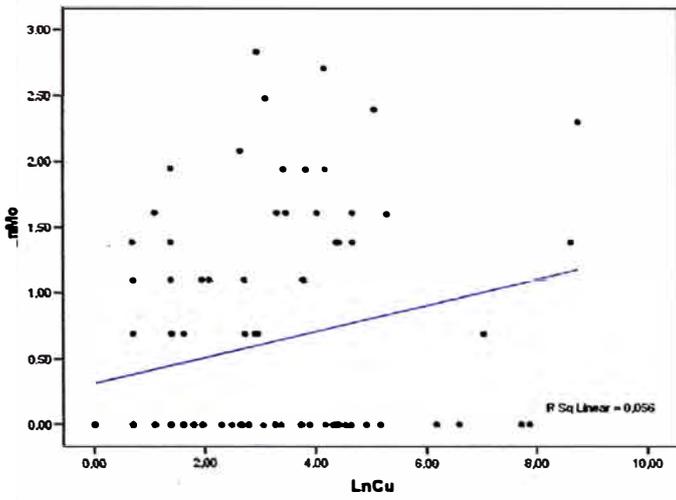


Figura 28 Diagramas de correlación para el Molibdeno (i)

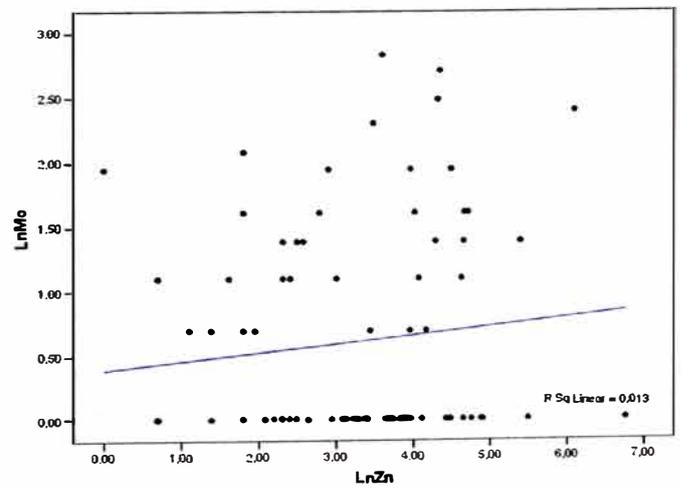
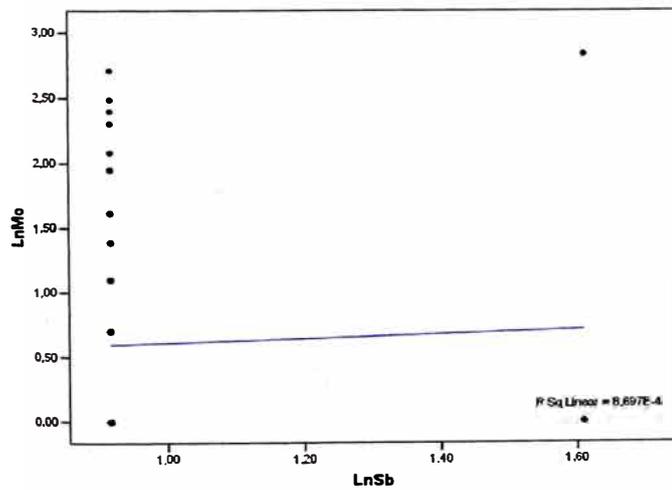
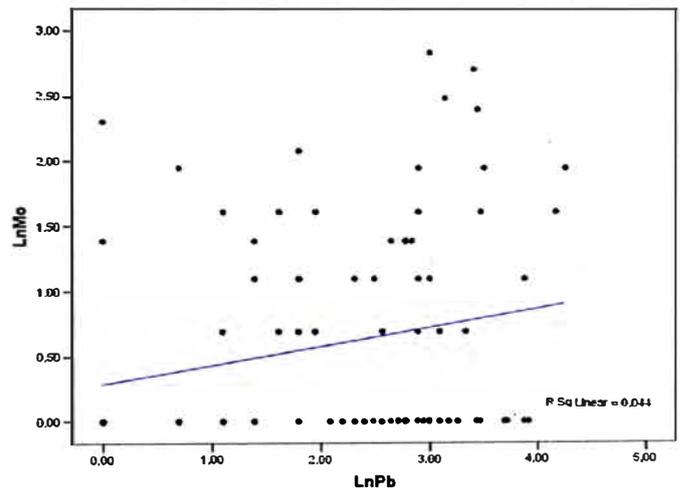
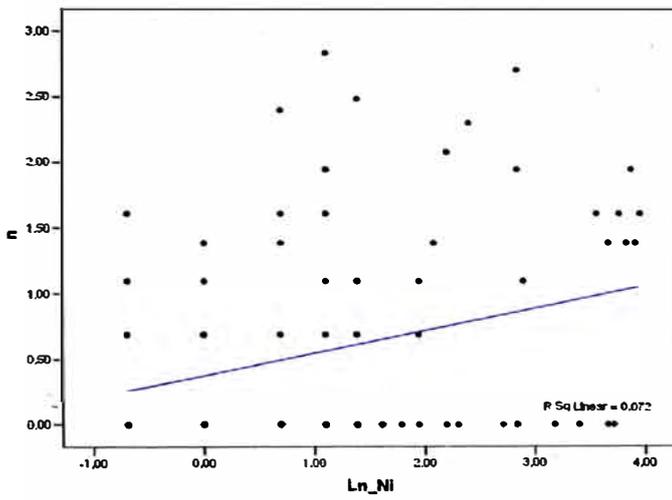
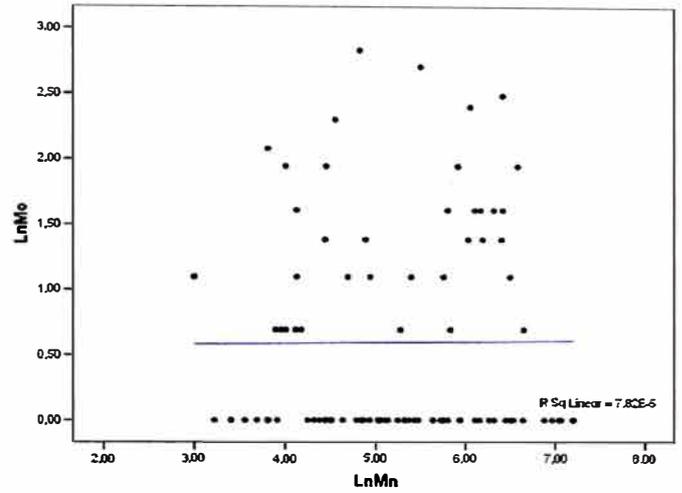
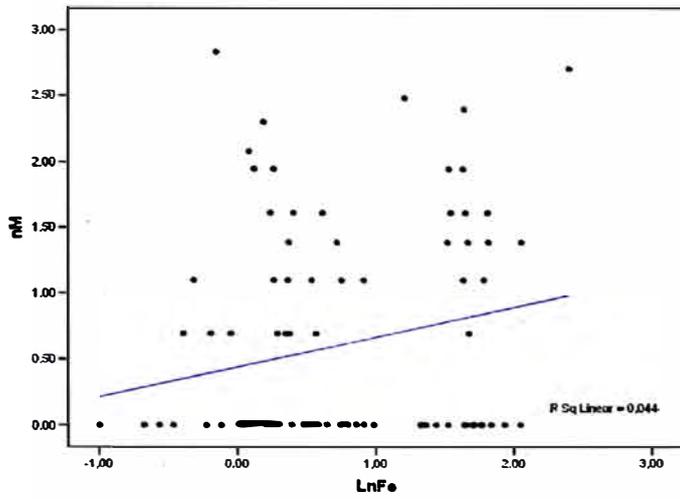


Figura 29 Diagramas de correlación para el Molibdeno (ii)

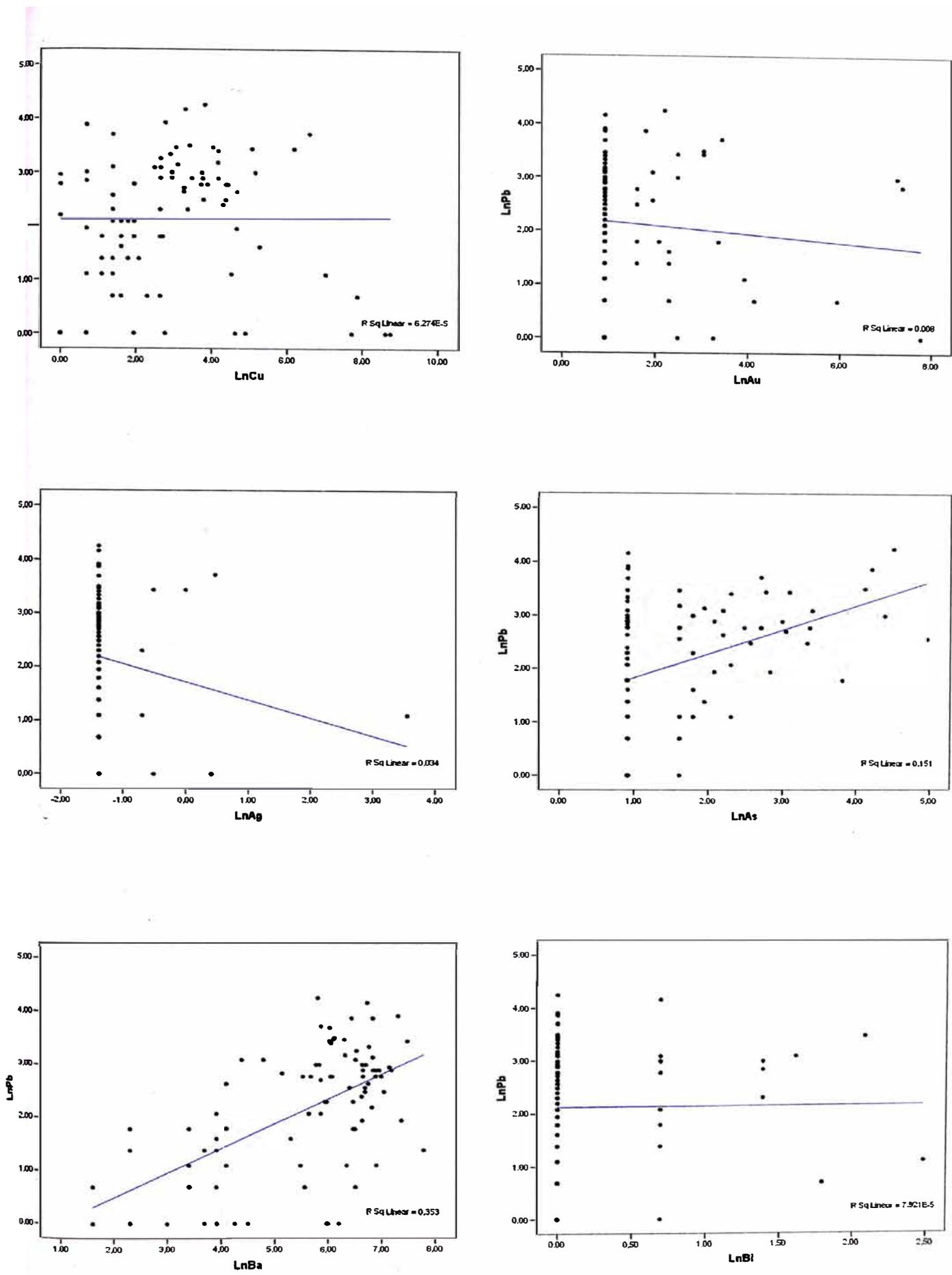


Figura 30 Diagramas de correlación para el Plomo (i)

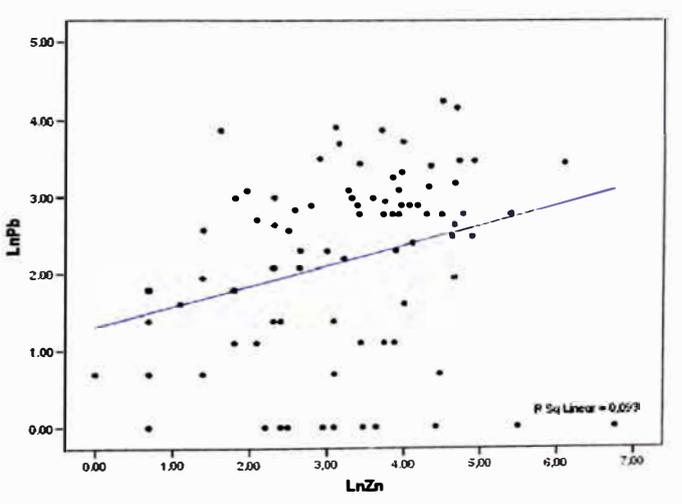
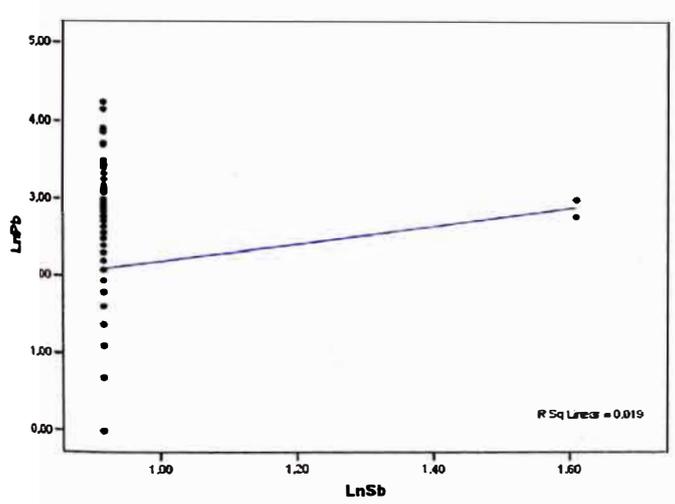
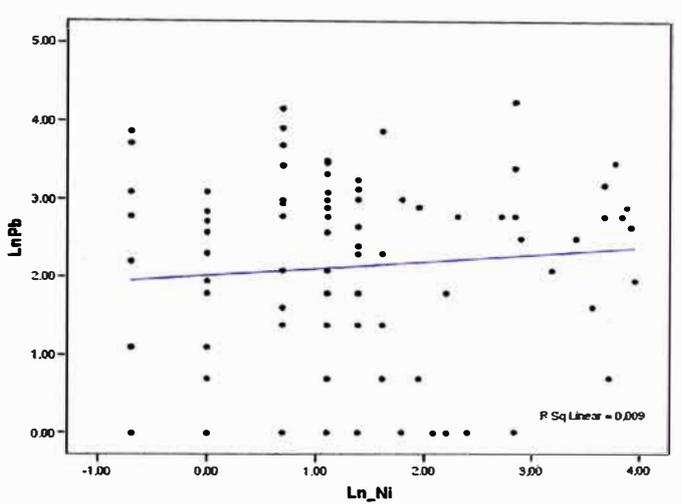
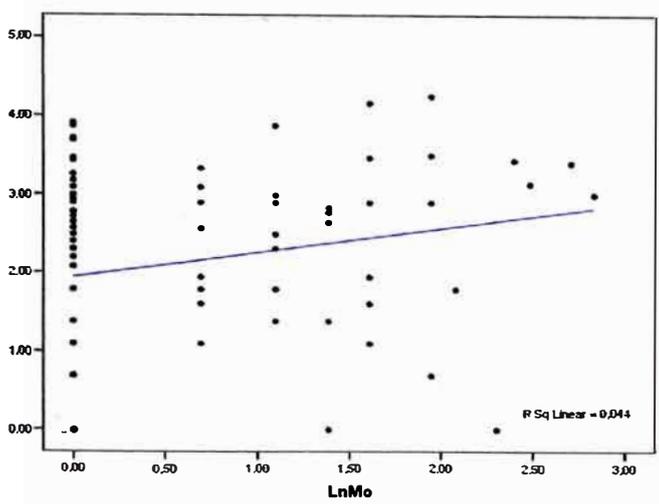
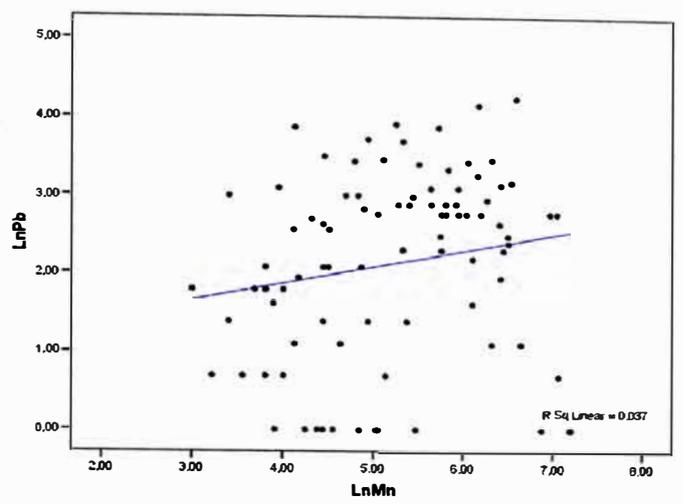
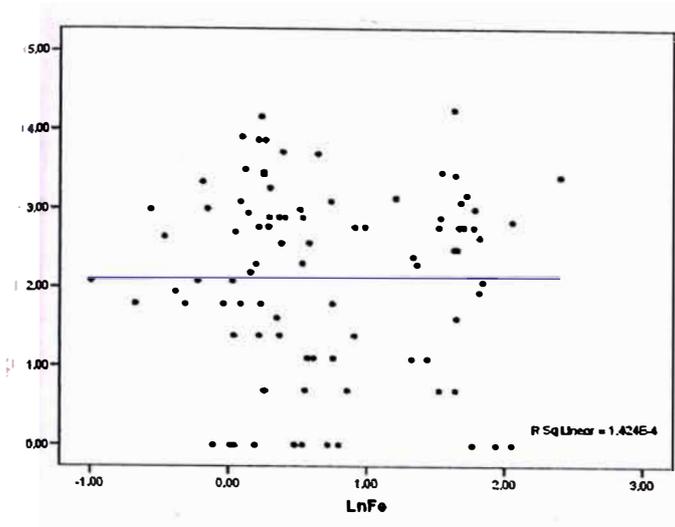


Figura 31 Diagramas de correlación para el Plomo (ii)

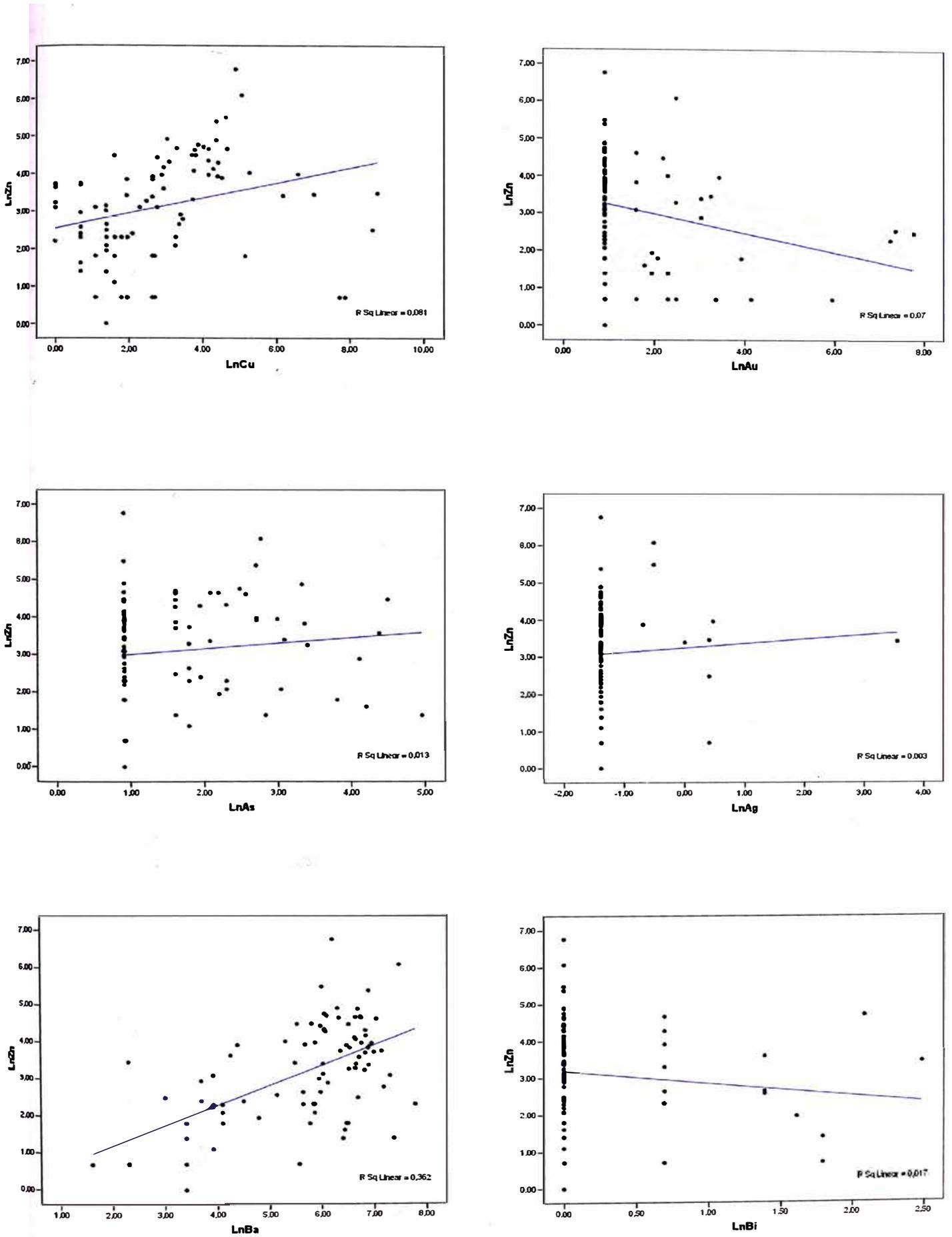


Figura 32 Diagramas de correlación para el Zinc (i)

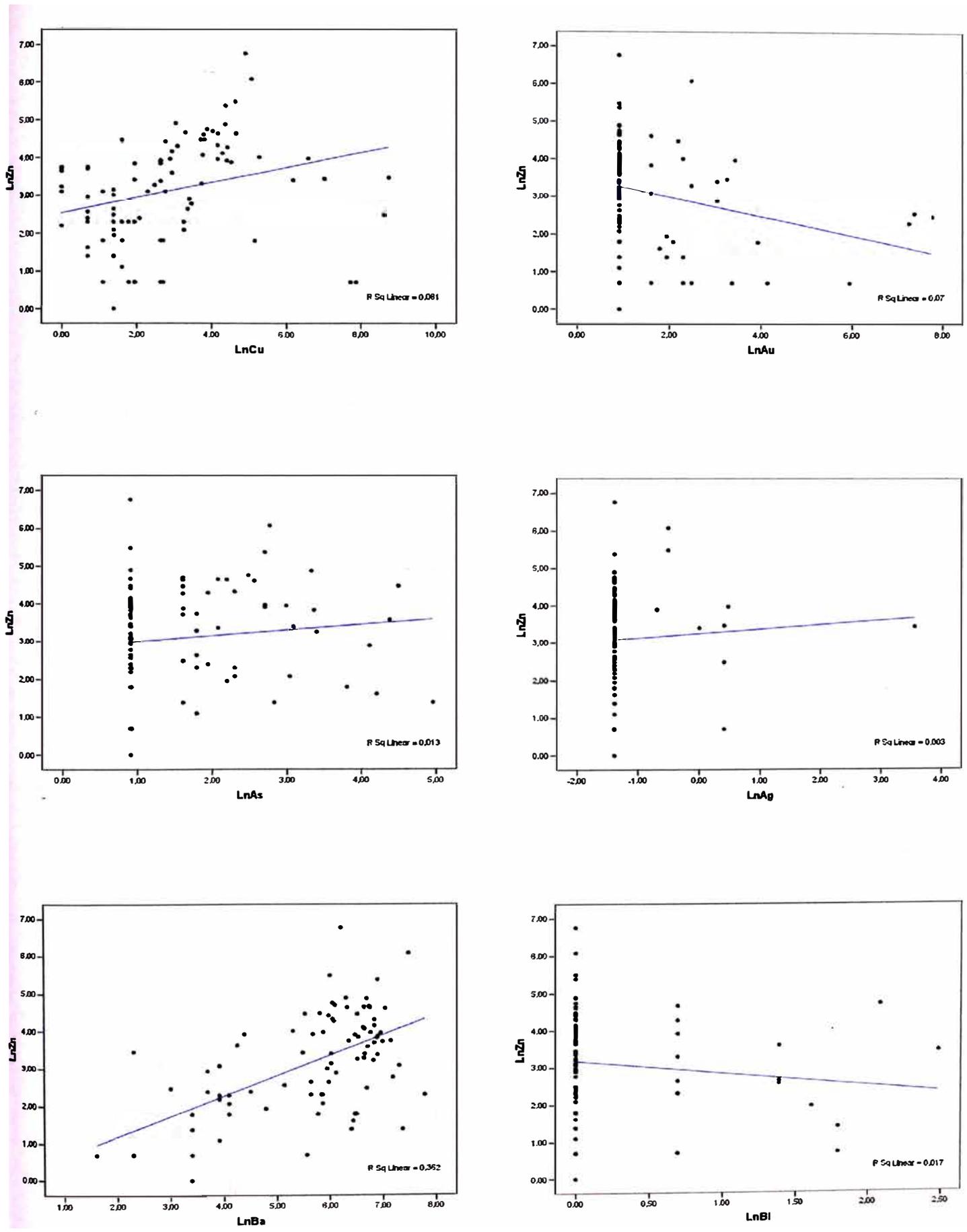


Figura 33 Diagramas de correlación para el Zinc(ii)

### **5.3.2 MUESTREO DE SEDIMENTOS DE CORRIENTE**

El muestreo de sedimentos de corriente es usado para prospectar áreas con drenaje considerable con el fin de identificar los patrones de dispersión secundaria que existe en el área.

La técnica consiste en muestrear la carga móvil de fondo de los ríos o corrientes que viene a ser el producto del intemperismo de afloramientos de rocas y que ha sido movilizado a distancias considerables y está basado en la dispersión de iones metálicos generados por este intemperismo.

En el área de Alto Tocache se recolectó un total de 88 muestras de sedimentos de corriente distribuidas en los drenajes de los ríos Tocache y Mishollo pertenecientes a la cuenca del Río Huallaga.

#### **5.3.2.1 EQUIPO DE MUESTREO GEOQUÍMICO**

El equipo geoquímico utilizado para la recolección de muestras en este tipo de ambientes es el siguiente:

- Batea de polietileno
- Juego de tamices (1/4', 0.8mm y 0.6mm de abertura) con malla de acero inoxidable y borde de plástico
- Dinamómetro
- 02 Palas de mano de polietileno o acero inoxidable
- Recipiente de plástico para recoger agua
- Ph-metro (con sus respectivos estándares para calibración)
- Equipo para prueba de contenido de sulfatos en el agua (reactivos y frasco)
- Bolsas para muestras
- Tarjetas con códigos correlativos y para hacer anotaciones de campo
- Juegos de escobillas para realizar la limpieza del equipo

### **5.3.2.2 METODOLOGÍA**

El muestreo de sedimentos de corriente es un procedimiento muy importante dentro de la etapa de prospección ya que de la calidad de este procedimiento depende que se obtengan resultados mas representativos. Una muestra mal recolectada o contaminada llevará a interpretaciones erróneas del área.

Se han considerado los siguientes criterios en la recolección de muestras de sedimentos:

- Localizar el punto de muestreo y tomar nota de las coordenadas GPS
- Medir la acidez del agua utilizando para esto el PHmetro, se debe calibrar antes el instrumento. Tomar nota de los resultados.
- Realizar la prueba de contenido de sulfatos en el agua para esto se utiliza el contenido de un sobre pequeño de cloruro de bario el cual se vierte en un frasco pequeño de 10 ml. que contiene agua del rio, se agita y observa el color que presenta, si este es blanquecino entonces se puede asegurar que existe presencia de sulfatos en solución en el río.
- Seleccionar una zona adecuada que se encuentre fuera de la influencia de otros drenajes. La muestra debe consistir de un compósito de muestras de 4 a 5 sitios diferentes y transversales al drenaje en una distancia de 15 m. aproximadamente. Este compósito también debe representar una variedad de sedimentos con características distintas los cuales deben ser recolectados de trampas naturales ubicadas debajo de los bloques, transversales a las barras, meandros. Debe evitarse tomar muestras adyacentes a las márgenes del río donde los sedimentos se mezclan con material local y suelo.
- Obtener una cantidad de 3.5 Kg. aproximadamente en malla 30 (0.6mm) tamizando la muestra con movimientos combinados de rotación y percusión utilizar siempre el agua para ayudar al proceso de tamizado.

- Recolectar los rodados que tengan algún tipo de alteración y/o mineralización para distintos análisis.
- Tomar nota de las características que presenta el drenaje como tipo de rodados, presencia de óxidos de fierro y manganeso, presencia de material orgánico,
- Etiquetar las muestras, realizar la limpieza de todo el equipo de muestreo eliminando los residuos de los tamices que pudieran contaminar la siguiente muestra.

### **5.3.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS DE CORRIENTE**

El análisis estadístico de los resultados de laboratorio de las muestras de sedimentos nos permiten generar los parámetros estadísticos para la evaluación del área de estudio, es decir nos permite conocer el valor de fondo (background) y el umbral (threshold) por encima del cual una concentración geoquímica puede considerarse anómala.

Antes de proceder con el análisis estadístico se revisó la base de datos con los resultados del laboratorio y se modificaron los datos de los elementos cuyos valores estaban por debajo del límite de detección, estos fueron cambiados por la mitad de su valor absoluto a fin de obtener una base de datos consistente; esta modificación produjo en algunos casos un cambio en los histograma de frecuencias generando una población de valores bajos .

El análisis de histogramas definió un comportamiento Log-normal para la mayoría de elementos en estos casos los datos fueron transformados a base logarítmica natural (en base e) de tal manera que los parámetros obtenidos sean mas precisos.

El análisis estadístico realizado fue para los siguientes elementos Oro, Plata, Arsénico, Bario, Bismuto, Cobre, Fierro, Manganeso, Molibdeno, Plomo, Antimonio, Estaño y Zinc.

**Oro**

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. Se tiene como valor mínimo 0.5 ppb y un valor máximo de 1500 ppb. Los valores del background y threshold para este elemento son de 9.35 ppb y 20.07 ppb respectivamente

Se separó 06 muestras con valores extremos con el fin de obtener resultados mas representativos, se tomó como criterio para esta separación el diagrama de caja de bigotes.

**TABLA 13 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – ORO**

MEDIA ppb	DES. ppb	THRESHOLD ppb	VALOR MÍNIMO ppb	VALOR MÁXIMO ppb	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
9.35.	5.36	20.07	0.5	1500	82	6	88

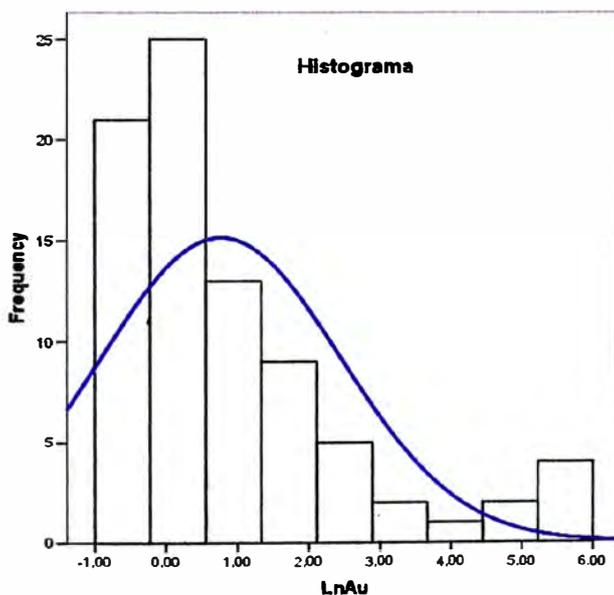


Figura 34a

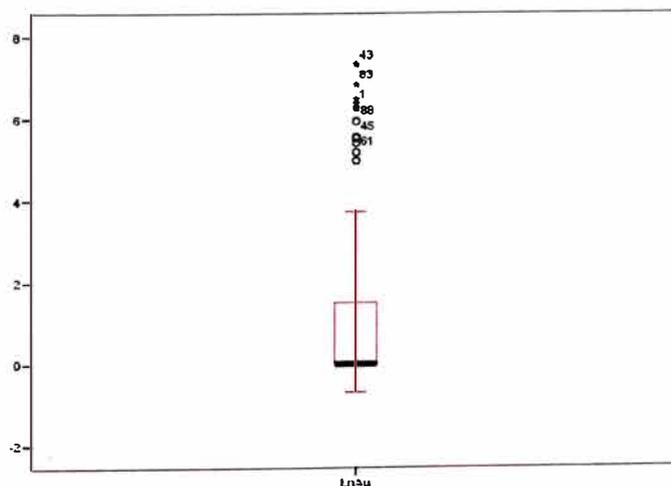


Figura 34b

**Plata**

Estadísticamente la población presenta un comportamiento normal, el histograma de frecuencias se encuentra ligeramente sesgado a la izquierda.

Se tiene como valor mínimo 0.1 ppm y un valor máximo de 0.30ppm.

Los valores del background y threshold son de 0.03 ppm y 0.07 ppm respectivamente

Se separó 01 muestra con valor errático con el fin de obtener resultados mas representativos, se tomó como criterio para esta separación el diagrama de caja de bigotes.

**TABLA 14 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – PLATA**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
0.03	0.02	0.07	0.01	0.3	87	1	88

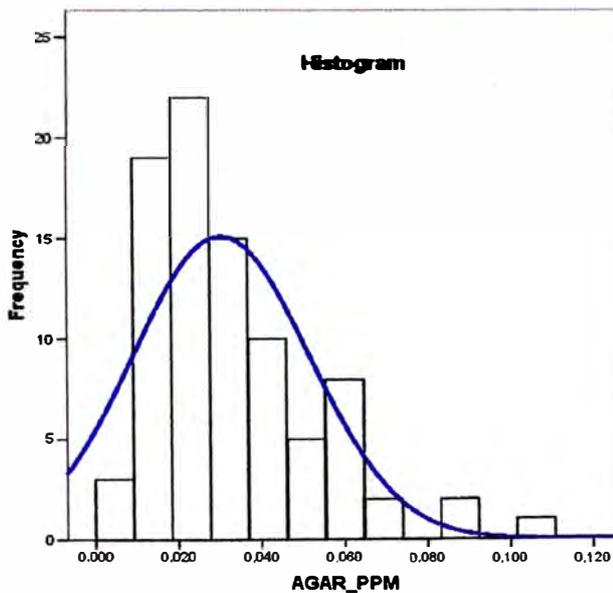


Figura 35a

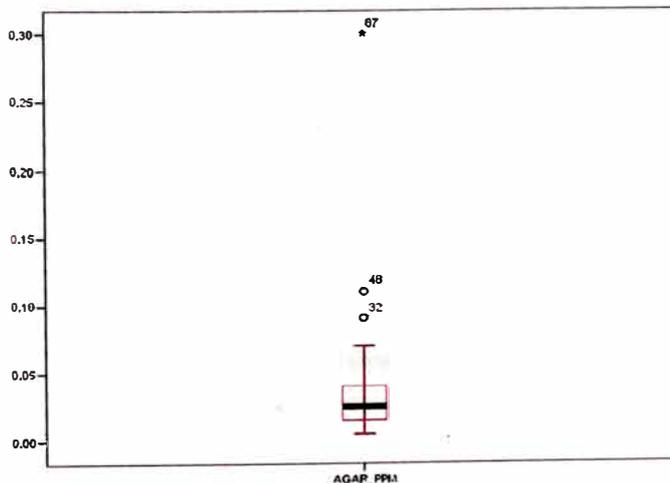


Figura 35b

## Arsénico

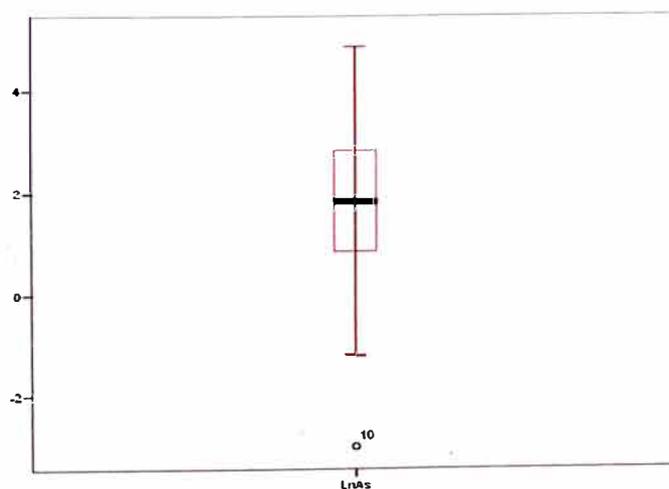
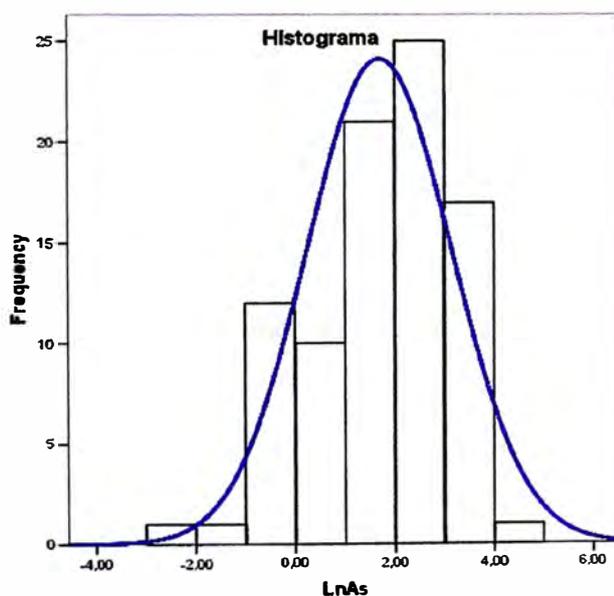
Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, cuyos valores se encuentran entre un valor mínimo de -3 y un valor máximo de 4.9; éstos, constituyen valores normales de 0.1 ppm y 128 ppm respectivamente.

Los valores del background y threshold son de 14.5 ppm y 22.7 ppm respectivamente

Se separó 01 muestra con valor errático con el fin de obtener resultados mas representativos, se tomó como criterio para esta separación el diagrama de caja de bigotes.

**TABLA 15 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS - ARSENICO**

MEDIA ppm	DES. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
14.57.	4.15	22.88	0.1	128.0	87	1	88



## Bario

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, teniendo como valor mínimo 27.2 ppm y un valor máximo de 201.8

Los valores del background y threshold son de 72.79 ppm y 75.90 ppm respectivamente

**TABLA 16 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS - BARIO**

MEDIA ppm	DEV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
72.79	1.56	75.90	27.2	201.8	88	0	88

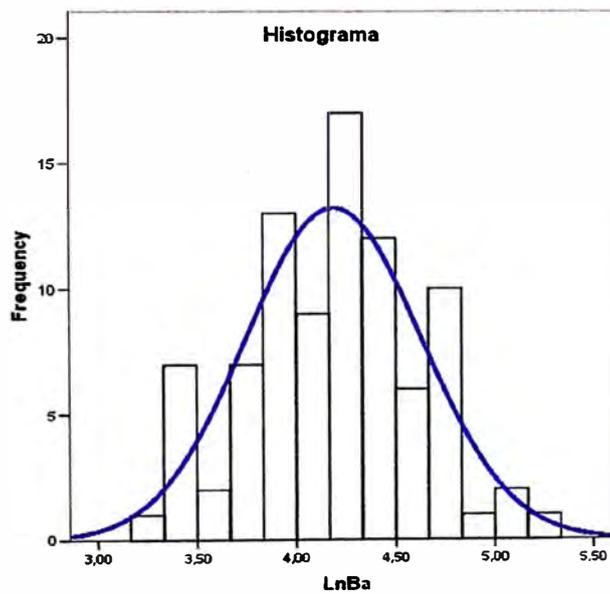


Figura 37a

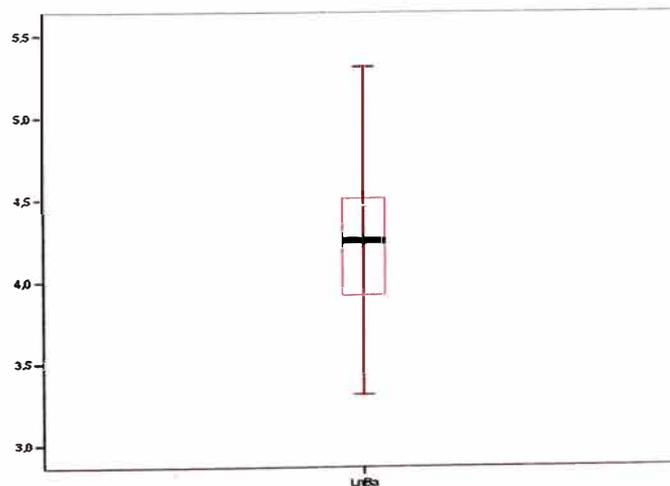


Figura 37b

## Bismuto

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, teniendo como valor mínimo 0.01 ppm y un valor máximo de 14.85

Los valores del background y threshold son de 0.23 ppm y 4.98 ppm respectivamente

Se separó 01 muestra con valor extremo con el fin de obtener resultados mas representativos, se tomó como criterio para esta separación el diagrama de caja de bigotes.

**TABLA 17 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS - BISMUTO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
0.23	2.37	4.98	0.01	14.85	87	1	88

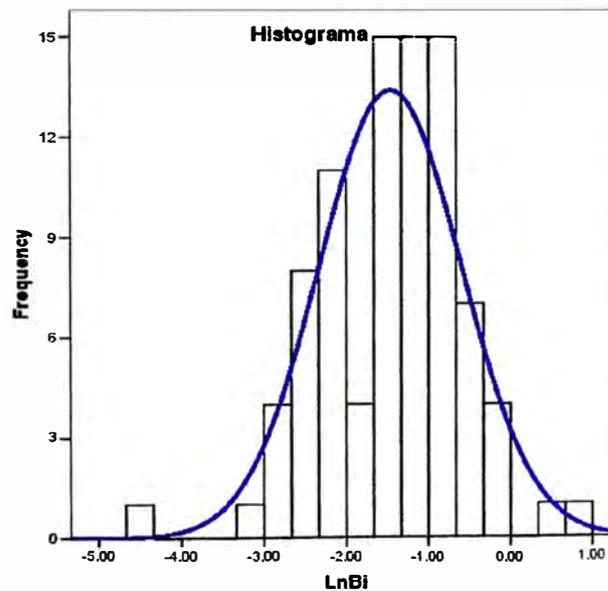


Figura 38a

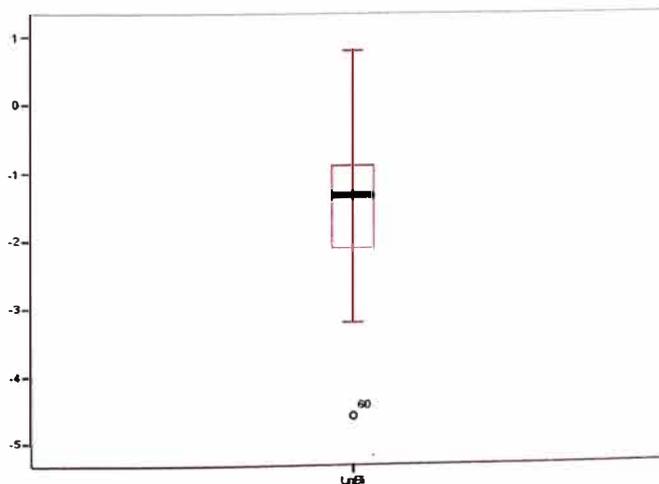


Figura 38b

## Cobre

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. Se tiene como valor mínimo 1.0 ppm y un valor máximo de 83.9 ppm.

Los valores del background y threshold son de 28.91 ppm y 31.54 ppm respectivamente

**TABLA 18 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS - COBRE**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
28.91	2.82	31.54	1.0	83.9	88	0	88

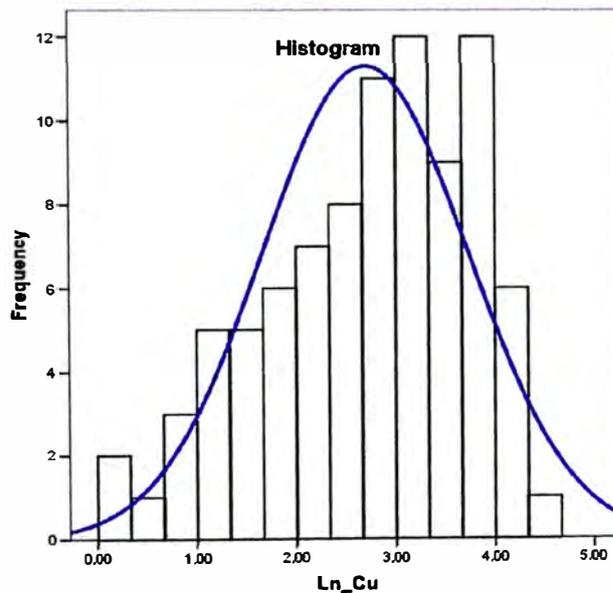


Figura 39a

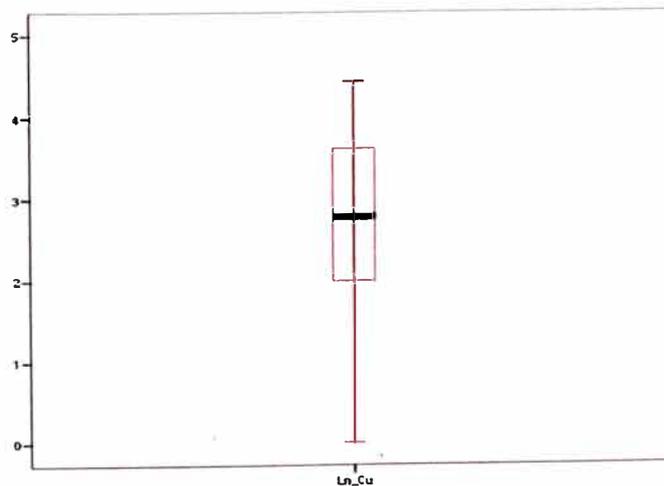


Figura 39b

## Fierro

Estadísticamente la población presenta un comportamiento normal, el histograma de frecuencias se encuentra ligeramente sesgado a la izquierda.

Se tiene como valor mínimo 0.7 % y un valor máximo de 6.9%.

Los valores del background y threshold son de 3.32% y 5.86% respectivamente

**TABLA 19 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS - FIERRO**

MEDIA pct	DESV. pct	THRESHOLD pct	VALOR MÍNIMO pct	VALOR MÁXIMO pct	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
3.32	1.25	5.86	0.7	6.8	88	0	88

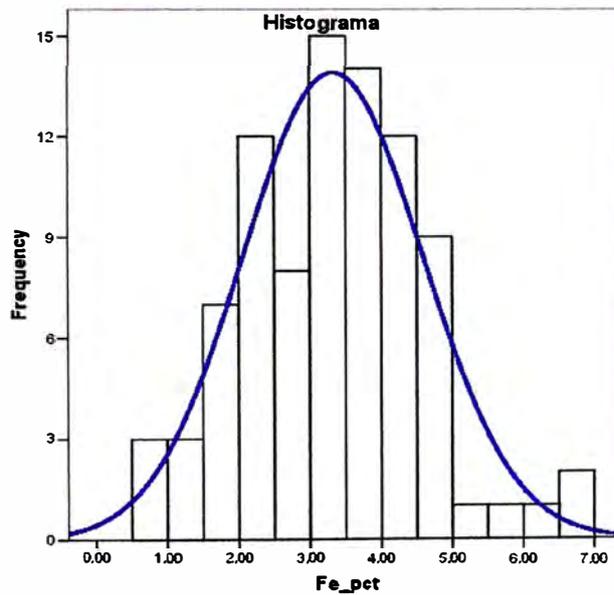


Figura 40a

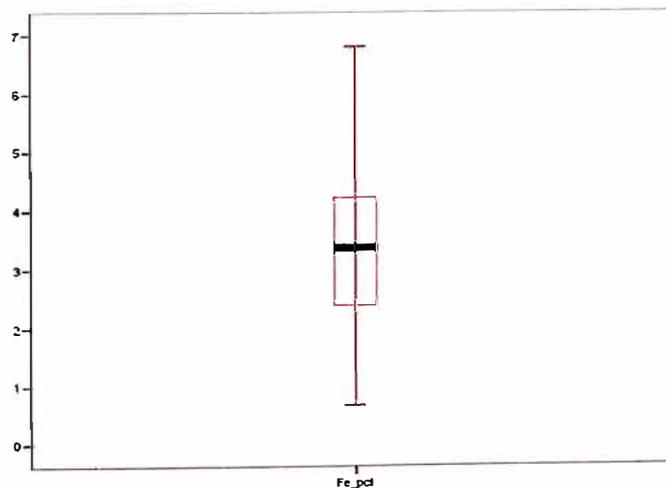


Figura 40b

## Manganeso

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. Se tiene como valor mínimo 96.0 ppm y un valor máximo de 1800.0 ppm.

Los valores del background y threshold son de 611.43 ppm y 614.74 ppm respectivamente

**TABLA 20 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS - MANGANESO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
611.43	1.65	614.74	96	1800	88	0	88

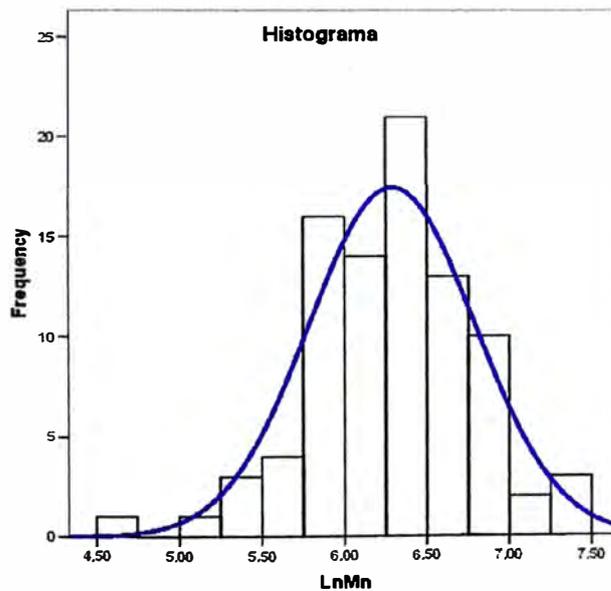


Figura 41a

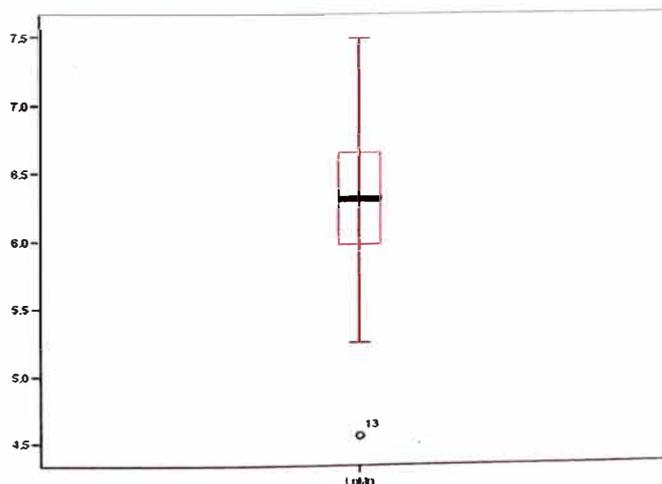


Figura 41b

## Molibdeno

Estadísticamente la población presenta un comportamiento normal, el histograma de frecuencias se encuentra ligeramente sesgado a la izquierda.

Se tiene como valor mínimo 0.1 ppm y un valor máximo de 1.9 ppm.

Los valores del background y threshold son de 0.78 ppm y 1.33 ppm respectivamente

**TABLA 21 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – MOLIBDENO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
0.78	1.99	1.33	0.1	1.9	88	0	88

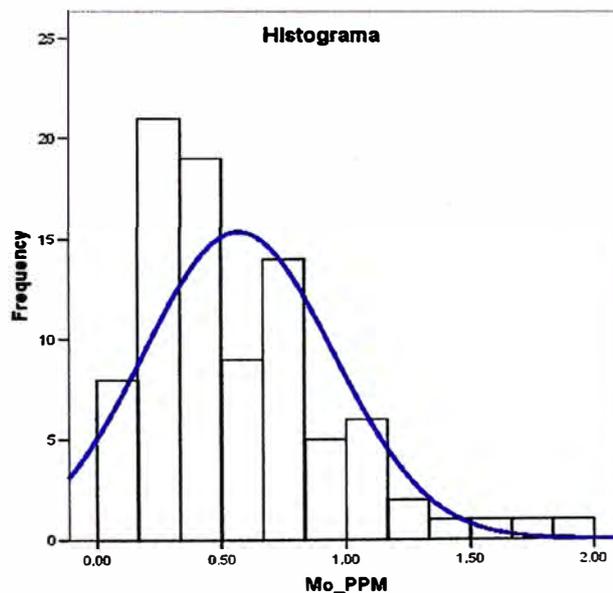


Figura 42a

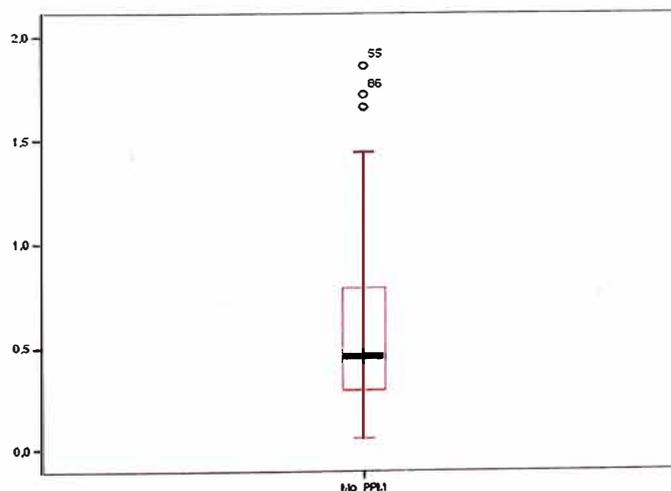


Figura 42b

## Niquel

Estadísticamente la población presenta un comportamiento log normal por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. El valor mínimo es 0.9 ppm y el máximo de 47.3 ppm.

Los valores de background y threshold son de 21.89 ppm y de 27.84 ppm respectivamente.

El histograma es asimétrico y este se presenta sesgado a la derecha

**TABLA 22 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – NIQUEL**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
21.89	1.72	27.84	0.9	47.3	88	0	88

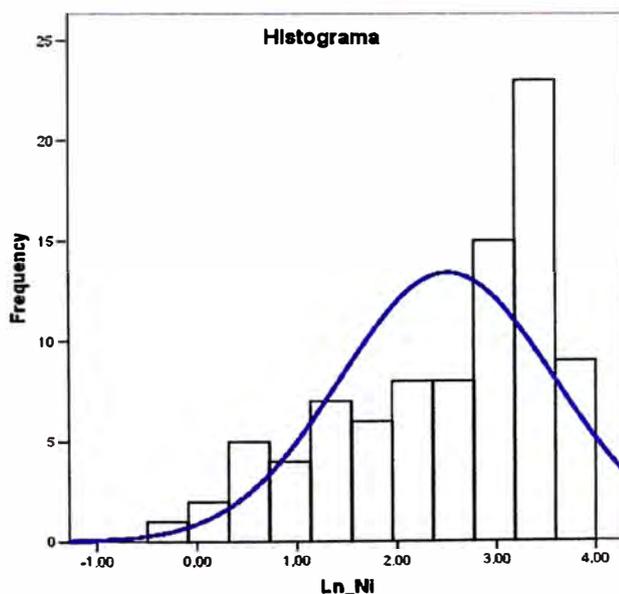


Figura 43a

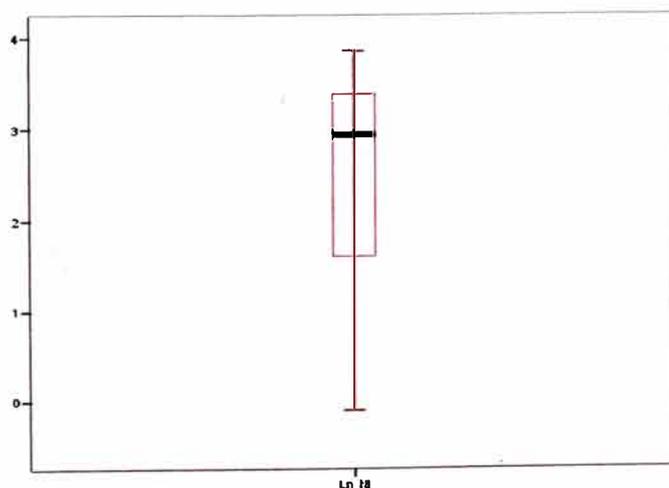


Figura 43b

## Plomo

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. Se tiene como valor mínimo 2.4 ppm y un valor máximo de 48.2 ppm.

Los valores del background y threshold son de 10.23 ppm y 13.67 ppm respectivamente

**TABLA 23 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – PLOMO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
10.23	1.72	13.67	2.4	48.2	88	0	88

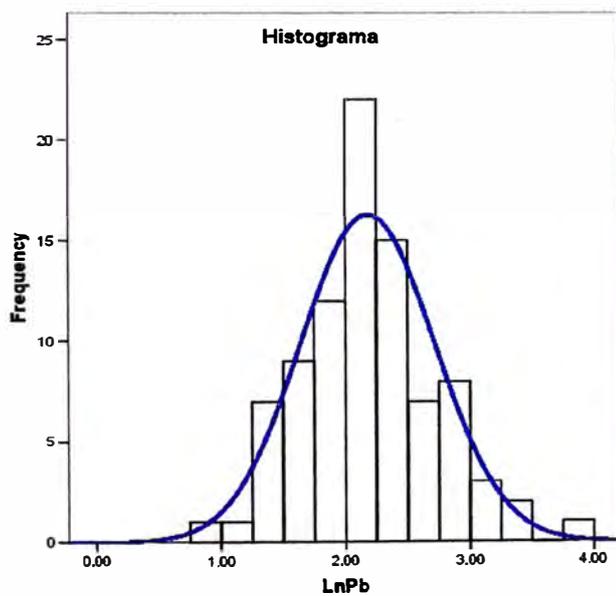


Figura 44a

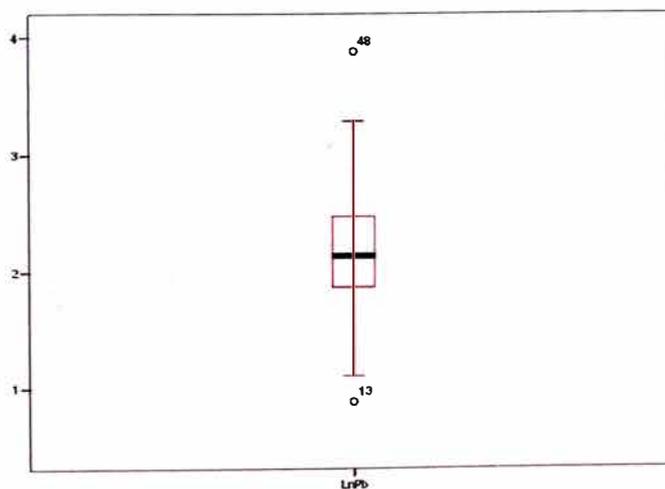


Figura 44b

**Antimonio**

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. Se tiene como valor mínimo 0.1 ppm y un valor máximo de 1.86 ppm.

Los valores del background y threshold para este elemento son de 0.23 ppm y 4.0 ppm respectivamente

Se separó 08 muestras con valores extremos con el fin de obtener resultados mas representativos, se tomó como criterio para esta separación el diagrama de caja de bigotes.

**TABLA 24 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – ANTIMONIO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
0.23	1.88	4.0	0.1	1.86	80	8	88

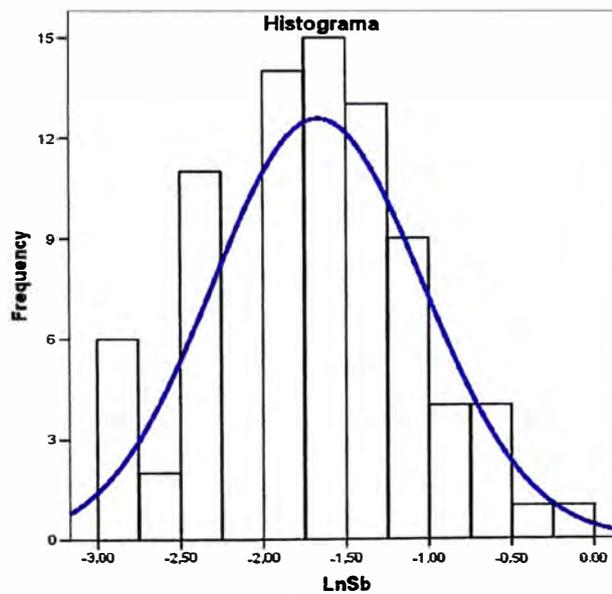


Figura 45a

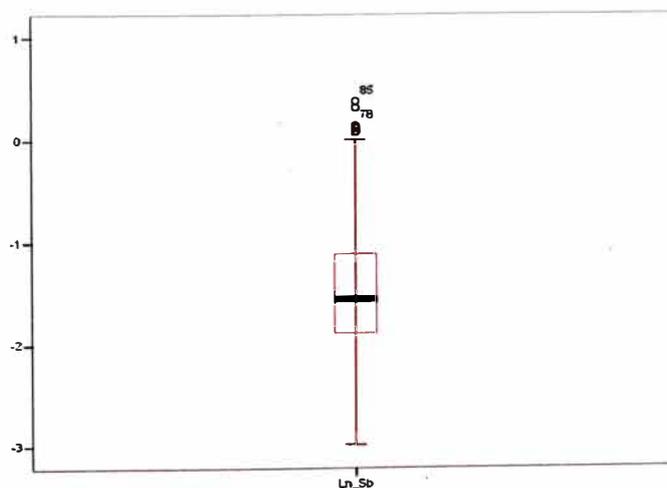


Figura 45b

## Estaño

Estadísticamente la población presenta un comportamiento normal, el histograma de frecuencias se encuentra ligeramente sesgado a la izquierda.

Se tiene como valor mínimo 0.1 ppm y un valor máximo de 2.0 ppm.

Los valores del background y threshold son de 0.71 ppm y 1.37 ppm respectivamente

Se separó 01 muestra con valor extremo con el fin de obtener resultados mas representativos, se tomó como criterio para esta separación el diagrama de caja de bigotes.

**TABLA 25 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – ESTAÑO**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
0.66	0.30	1.26	0.1	2.0	87	1	88

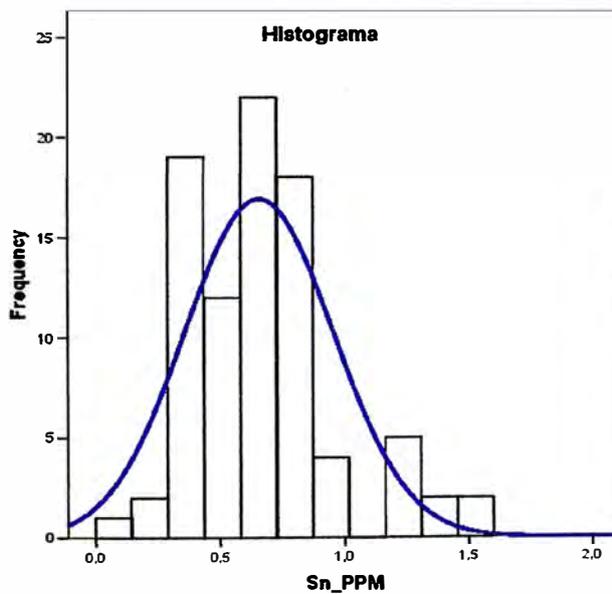


Figura 46a

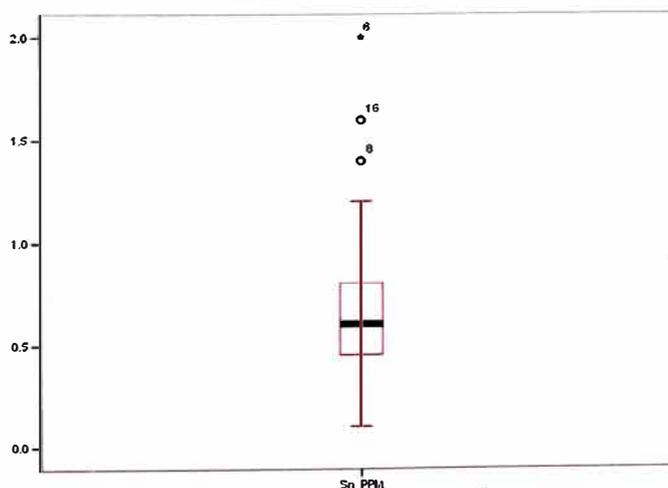


Figura 46b

## Zinc

Estadísticamente la población presenta una distribución log normal, por lo tanto los datos fueron transformados a base logarítmica para obtener valores mas precisos. Se tiene como valor mínimo 10 ppm y un valor máximo de 524 ppm. Los valores del background y threshold para este elemento son de 73.80 ppm y 77.35 ppm respectivamente

**TABLA 26 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS – ZINC**

MEDIA ppm	DESV. ppm	THRESHOLD ppm	VALOR MÍNIMO ppm	VALOR MÁXIMO ppm	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
73.80	1.78	77.35	10	524	88	0	88

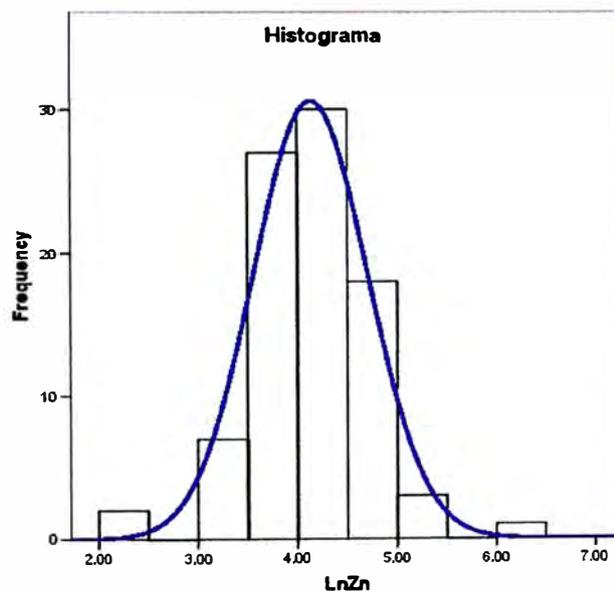


Figura 47a

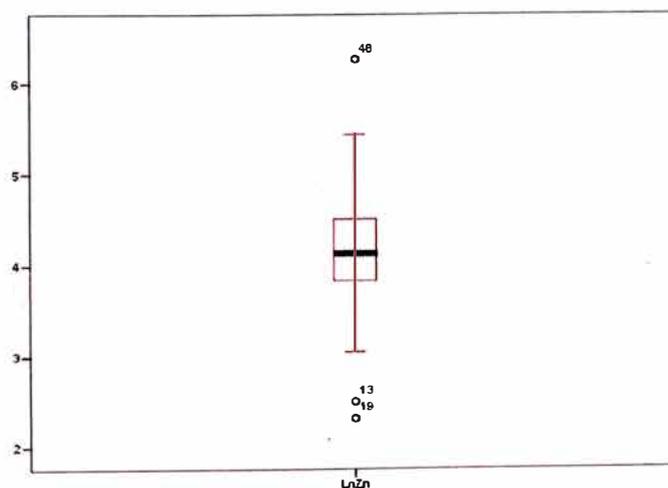


Figura 47b

#### 5.3.2.4 ANALISIS DE CORRELACIONES DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTOS

En el análisis de correlaciones se trabajó con los datos llevados a base logarítmica debido a que la mayoría de los histogramas de elementos presentan un comportamiento Log normal.

##### **Oro**

La correlación con el arsénico (0.408) es moderada a débil

La correlación es débil con la plata (0.347), con el cobre (0.308) con el zinc (0.301) y con el molibdeno (0.294)

##### **Plata**

Muestra una correlación muy fuerte con el zinc (0.709) y con el arsénico (0.732)

La correlación es fuerte con el cobre (0.662) y con el antimonio (0.689)

La correlación es moderada a débil con el molibdeno (0.428) plomo (0.474) y con el oro (0.347).

##### **Cobre**

Muestra una correlación muy fuerte con el zinc (0.720) y el fierro (0.777).

La correlación es fuerte con la plata (0.662) y el arsénico (0.669).

La correlación es moderada con el antimonio (0.569) y el manganeso (0.501) y es débil con el oro (0.308), el molibdeno (0.317) y el plomo (0.344).

##### **Molibdeno**

La correlación es fuerte con el arsénico (0.609), es moderada con el antimonio (0.505) y es moderada a baja con la plata (0.428) y el manganeso (0.483).

La correlación con el el oro (0.294), el cobre (0.317) y el zinc (0.320) es débil.

##### **Plomo**

La correlación con el zinc (0.620) es fuerte, es moderada a baja con la plata (0.474) y es baja con el cobre (0.344)

##### **Zinc**

La correlación es muy fuerte con el cobre (0.720) y la plata (0.709).

La correlación es fuerte con el plomo (0.620), con el arsénico (0.662) y con el fierro (0.671)La correlación es débil con el oro (0.301) y el molibdeno (0.320)

**Tabla 27 Correlaciones de Muestras de Sedimentos**

	AUFA_PP	AGAR_PP	ASAR_PPM	BAAR_PPM	BIAR_PPM	CUAR_PP	FEAR	MNAR_PP	MOAR_PP	PBAR_PP	SBAR_PP	SNAR_PP	ZNAR_PP	
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
AUFA_PP	Pearson Correlation	1	0.298	0.121	-0.039	0.248	0.085	0.005	0.008	0.055	-0.034	0.065	-0.207	0.114
	Sig. (2-tailed)		0.005	0.261	0.721	0.020	0.431	0.966	0.943	0.608	0.750	0.546	0.052	0.292
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
AGAR_PPM	Pearson Correlation	0.298	1	0.441	0.208	0.792	0.425	0.246	0.198	0.207	0.338	0.362	-0.221	0.427
	Sig. (2-tailed)	0.005		0.000	0.052	0.000	0.000	0.021	0.064	0.052	0.001	0.001	0.039	0.000
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
ASAR_PPM	Pearson Correlation	0.121	0.441	1	0.095	0.044	0.395	0.395	0.399	0.498	0.464	0.709	-0.350	0.813
	Sig. (2-tailed)	0.251	0.000		0.378	0.681	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
BAAR_PPM	Pearson Correlation	-0.039	0.208	0.095	1	0.056	0.157	0.161	0.101	0.016	0.299	0.244	0.153	0.086
	Sig. (2-tailed)	0.721	0.052	0.378		0.602	0.143	0.134	0.351	0.879	0.005	0.022	0.155	0.426
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
BIAR_PPM	Pearson Correlation	0.248	0.792	0.044	0.056	1	0.086	0.021	-0.042	0.016	0.031	0.007	-0.067	0.048
	Sig. (2-tailed)	0.020	0.000	0.681	0.602		0.424	0.844	0.699	0.880	0.774	0.952	0.533	0.654
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
CUAR_PPM	Pearson Correlation	0.085	0.425	0.395	0.157	0.086	1	0.625	0.373	0.151	0.144	0.456	-0.239	0.375
	Sig. (2-tailed)	0.431	0.000	0.000	0.143	0.424		0.000	0.000	0.159	0.182	0.000	0.025	0.000
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
FEAR	Pearson Correlation	0.005	0.246	0.395	0.161	0.021	0.625	1	0.464	0.223	0.144	0.456	0.050	0.395
	Sig. (2-tailed)	0.966	0.021	0.000	0.134	0.844	0.000		0.000	0.037	0.180	0.000	0.640	0.000
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
MNAR_PPM	Pearson Correlation	0.008	0.198	0.399	0.101	-0.042	0.373	0.464	1	0.358	0.021	0.576	-0.125	0.251
	Sig. (2-tailed)	0.943	0.054	0.000	0.351	0.699	0.000	0.000		0.001	0.847	0.000	0.240	0.019
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
MOAR_PPM	Pearson Correlation	0.055	0.207	0.498	0.016	0.016	0.151	0.223	0.358	1	-0.003	0.523	-0.345	0.243
	Sig. (2-tailed)	0.608	0.052	0.000	0.879	0.880	0.159	0.037	0.001		0.981	0.000	0.001	0.023
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
PBAR_PPM	Pearson Correlation	-0.034	0.338	0.464	0.299	0.031	0.144	0.144	0.021	-0.003	1	0.178	0.212	0.718
	Sig. (2-tailed)	0.750	0.001	0.000	0.005	0.774	0.182	0.180	0.847	0.981		0.097	0.047	0.000
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
SBAR_PPM	Pearson Correlation	0.065	0.362	0.709	0.244	0.007	0.456	0.456	0.576	0.523	0.178	1	-0.385	0.394
	Sig. (2-tailed)	0.546	0.001	0.000	0.022	0.952	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097		0.000	0.000
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
SNAR_PPM	Pearson Correlation	-0.207	-0.221	-0.350	0.153	-0.067	-0.239	0.050	-0.125	-0.345	0.212	-0.385	1	-0.104
	Sig. (2-tailed)	0.052	0.039	0.001	0.155	0.533	0.025	0.640	0.240	0.001	0.047	0.000		0.334
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
ZNAR_PPM	Pearson Correlation	0.114	0.427	0.813	0.086	0.048	0.375	0.395	0.251	0.243	0.718	0.394	-0.104	1
	Sig. (2-tailed)	0.292	0.000	0.000	0.426	0.654	0.000	0.000	0.019	0.023	0.000	0.000	0.334	
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

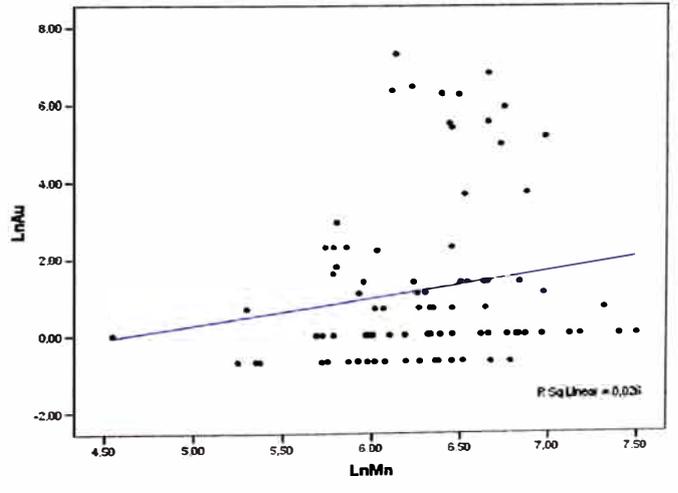
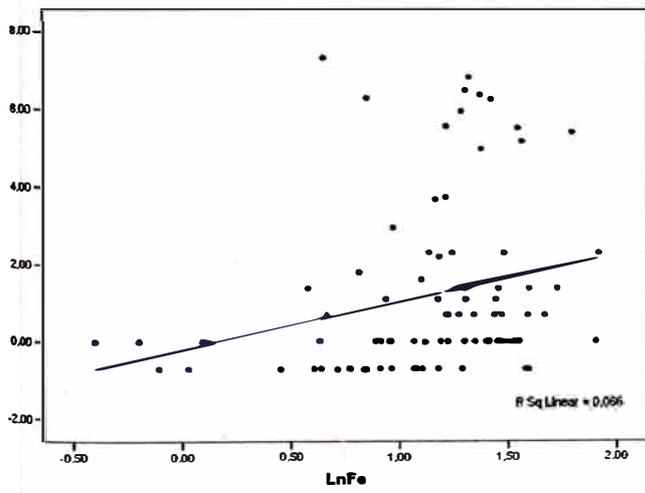
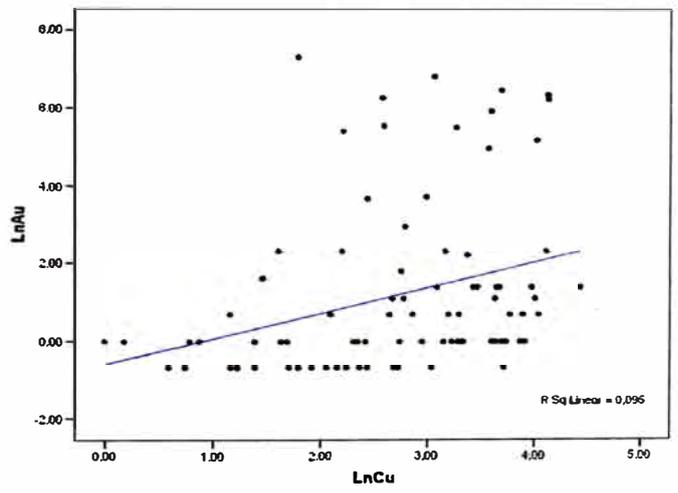
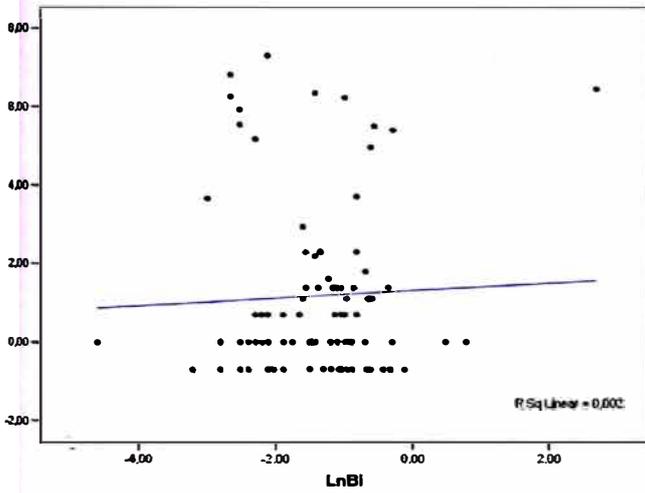
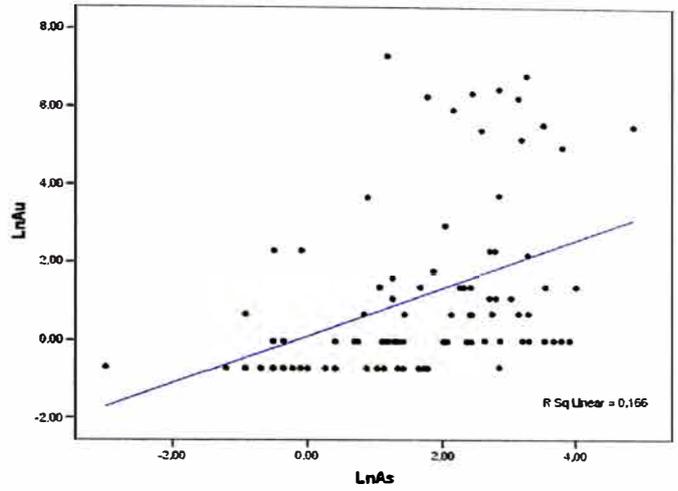
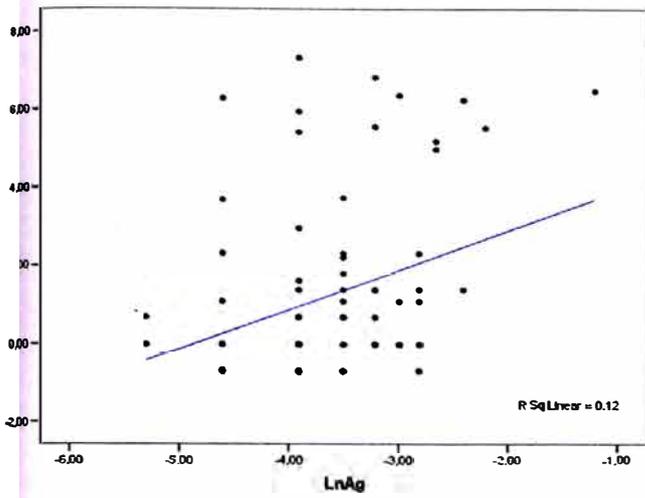


Figura 48 Diagramas de correlación para el Oro (i)

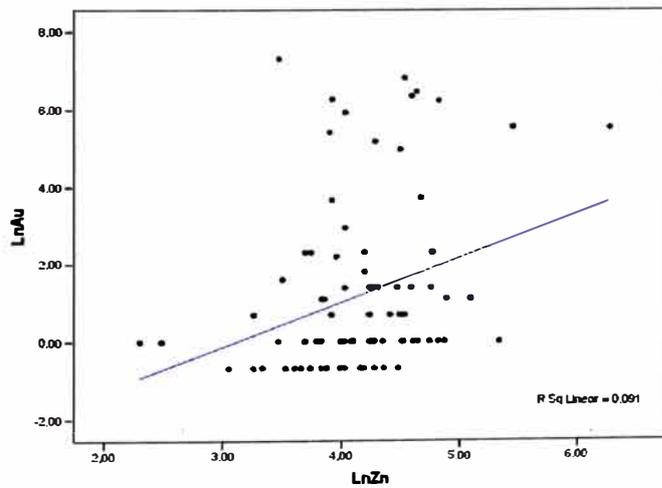
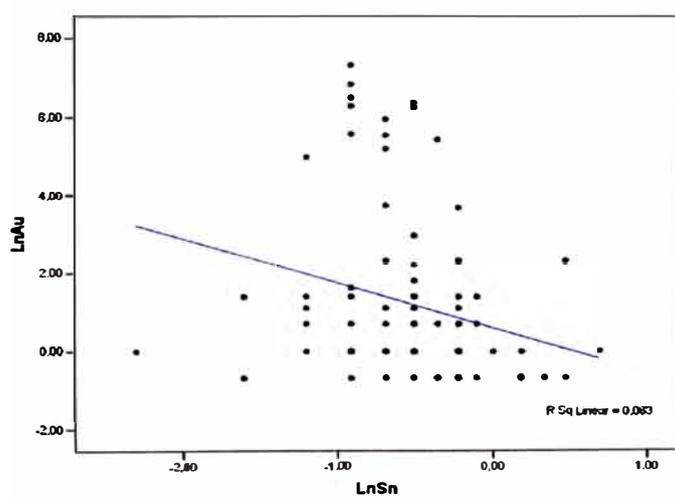
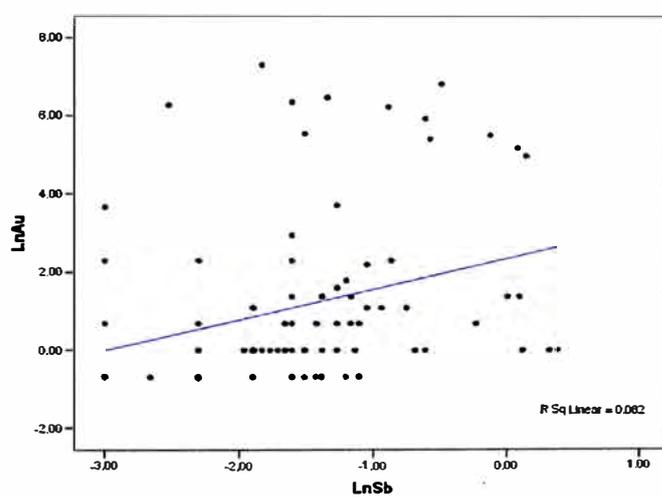
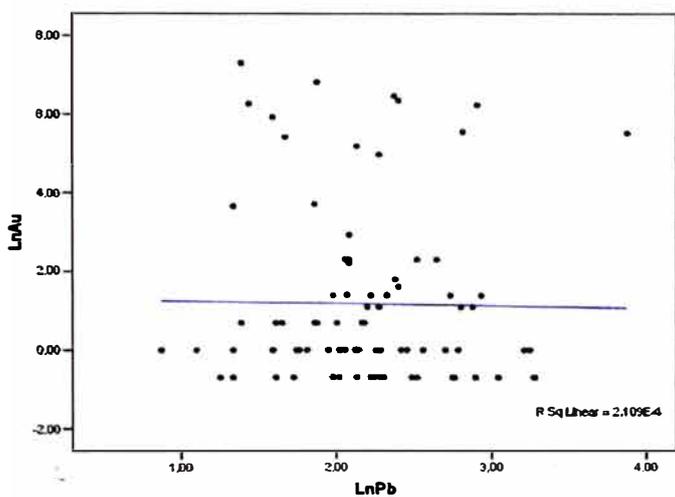
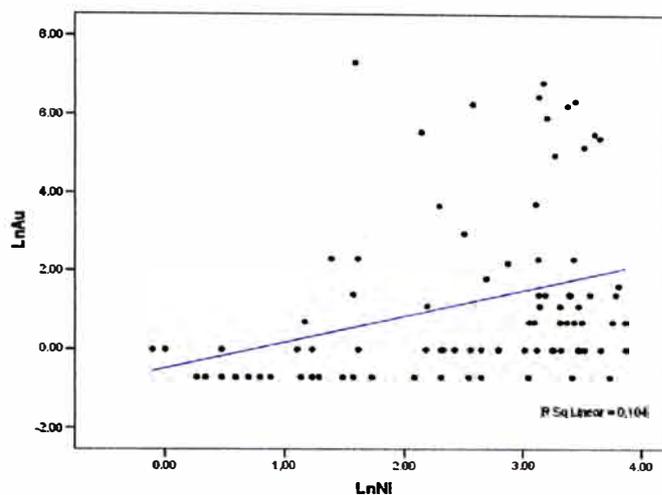
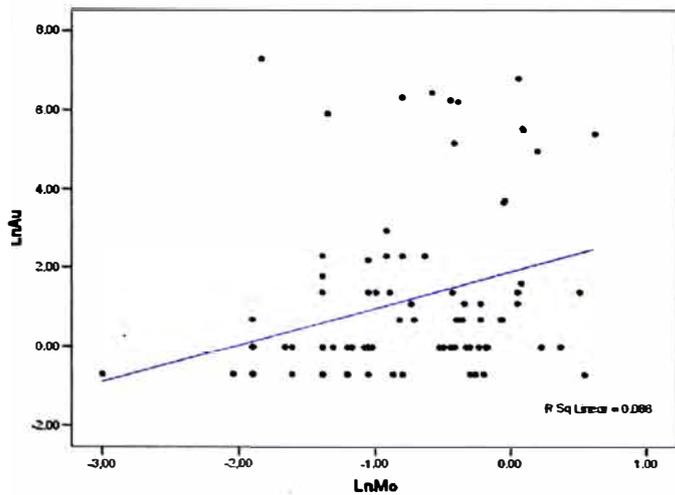


Figura 49 Diagramas de correlación para el Oro (ii)

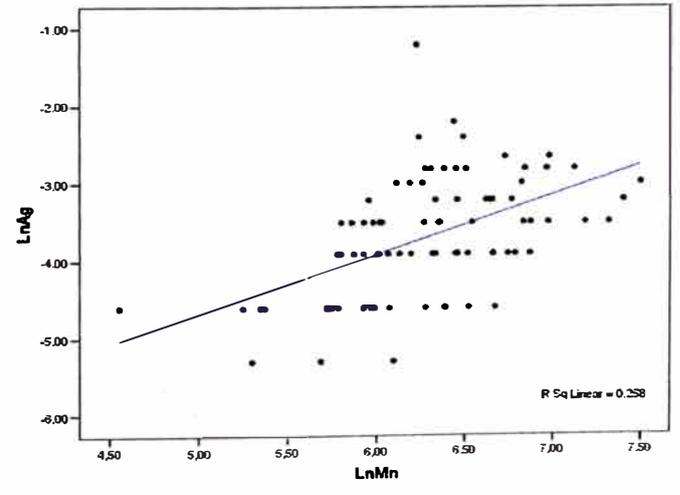
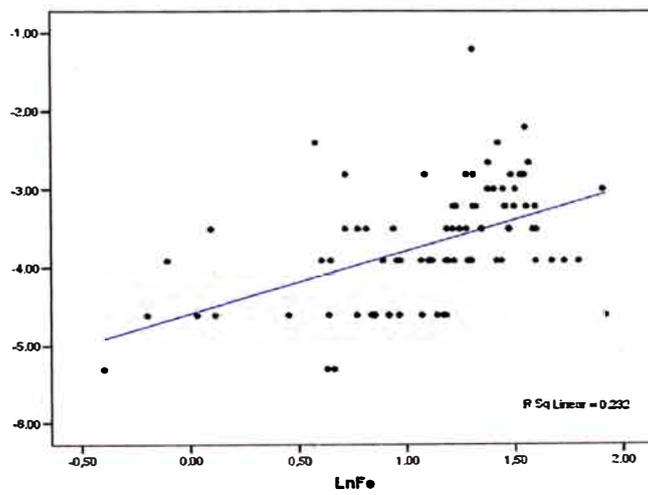
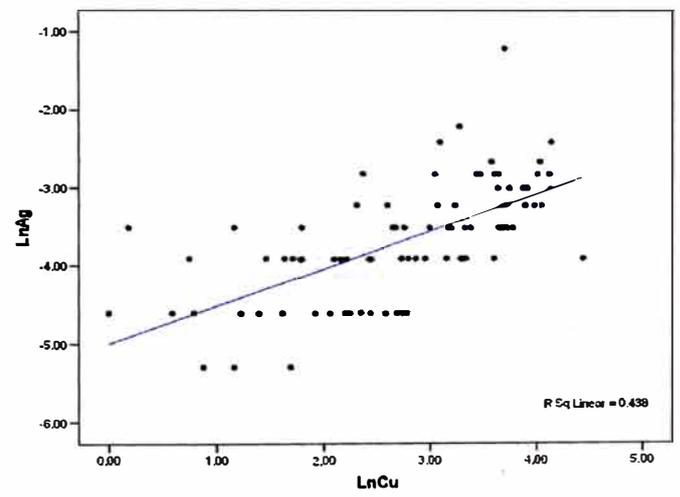
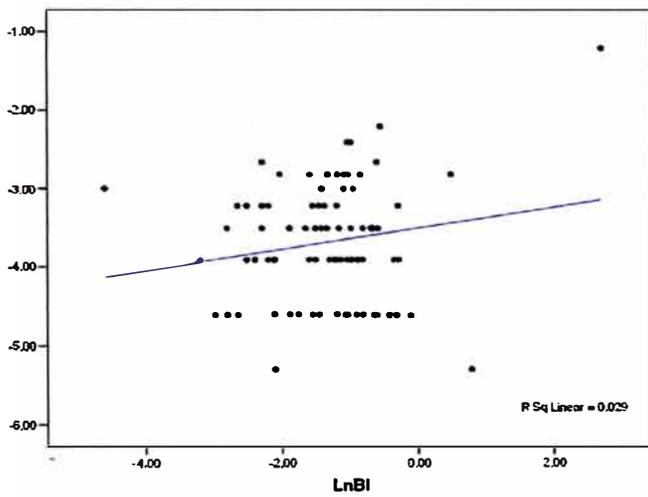
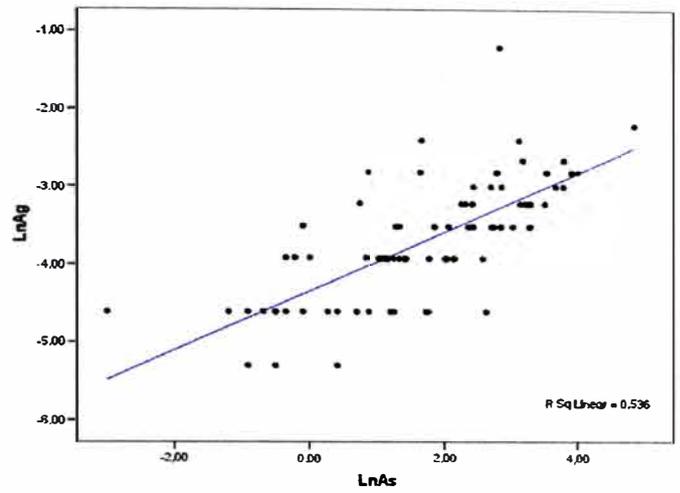
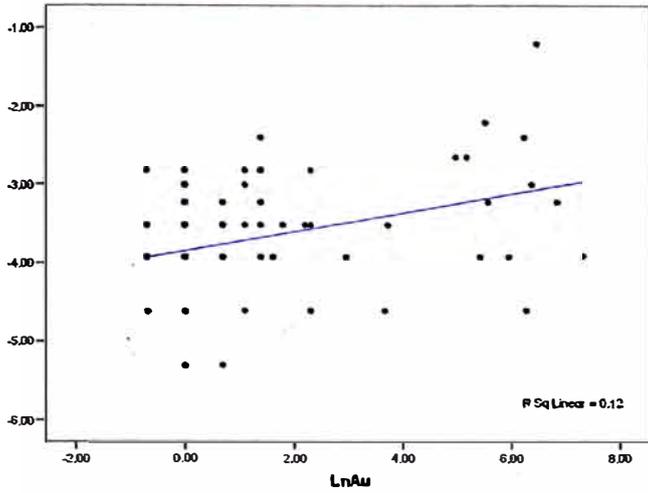


Figura 50 Diagramas de correlación para el Ag (ii)

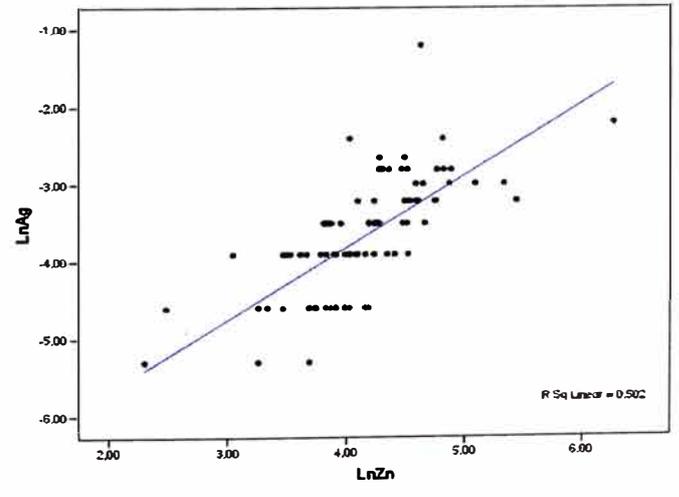
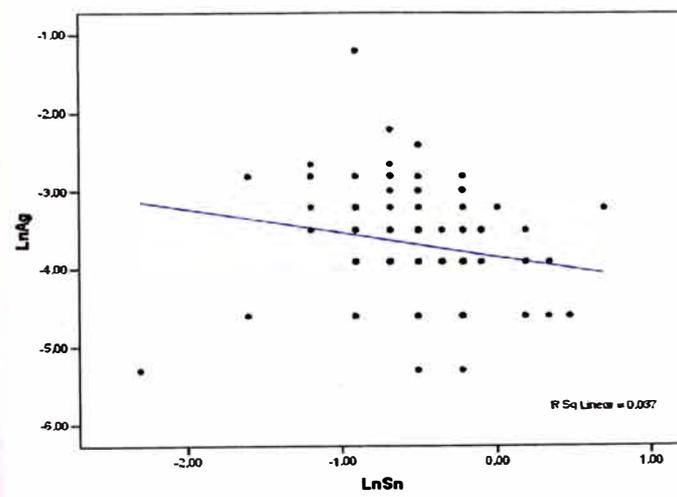
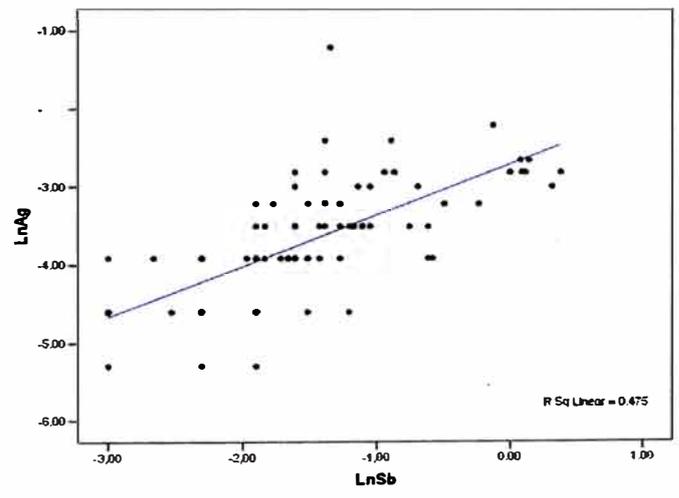
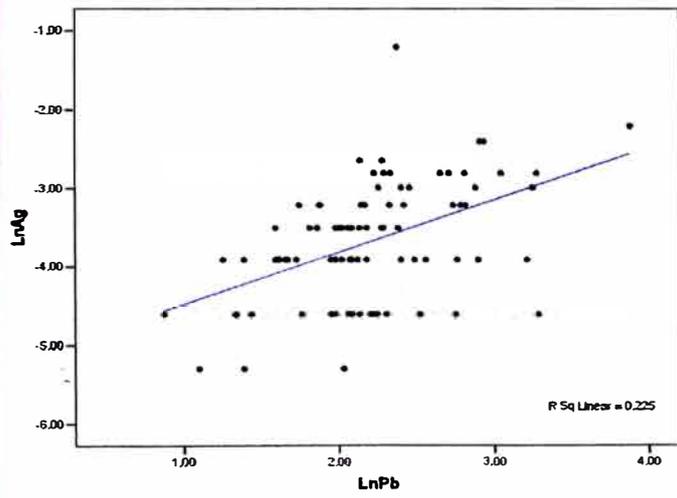
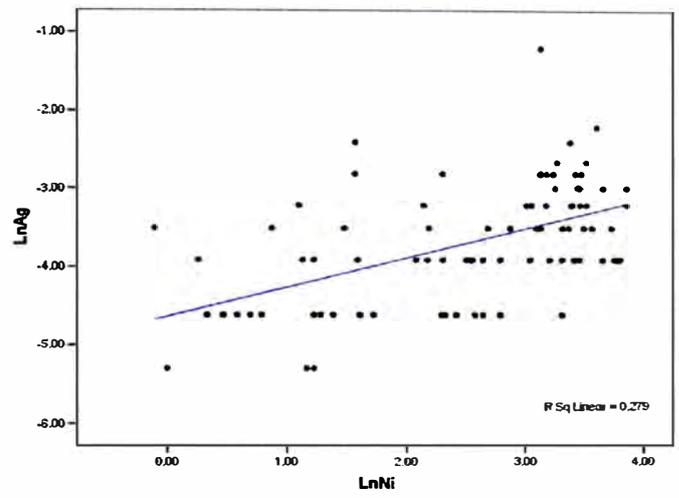
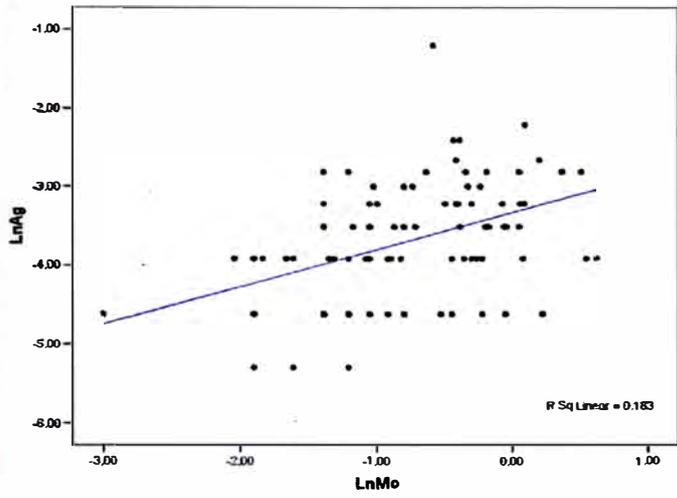


Figura 51 Diagramas de correlación para el Plata (ii)

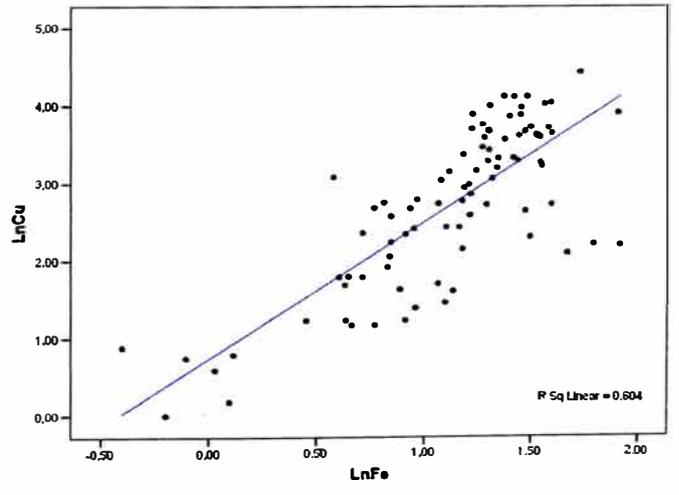
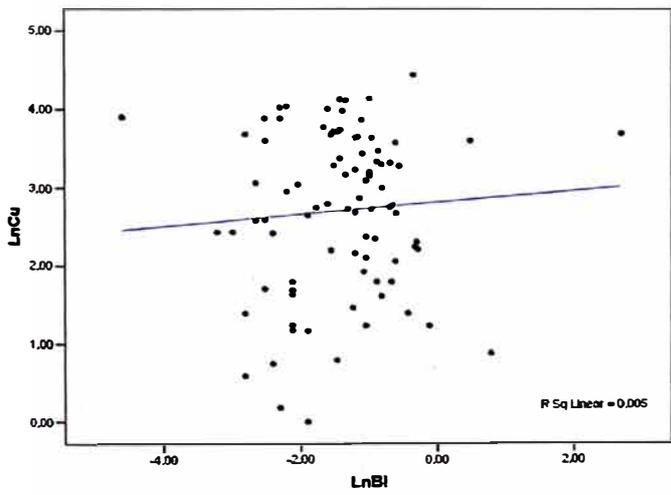
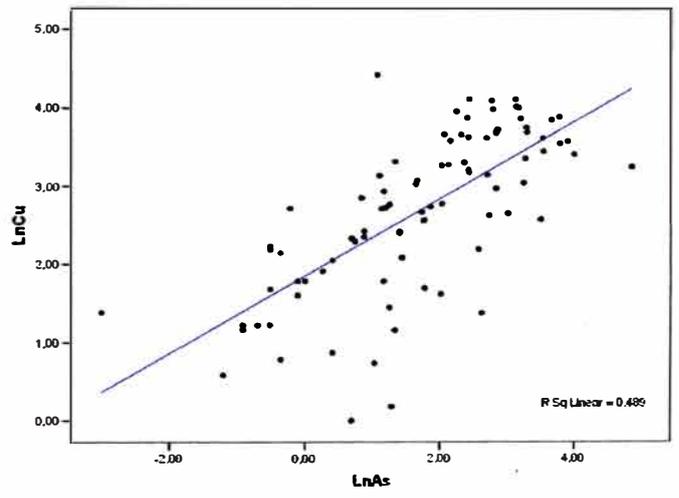
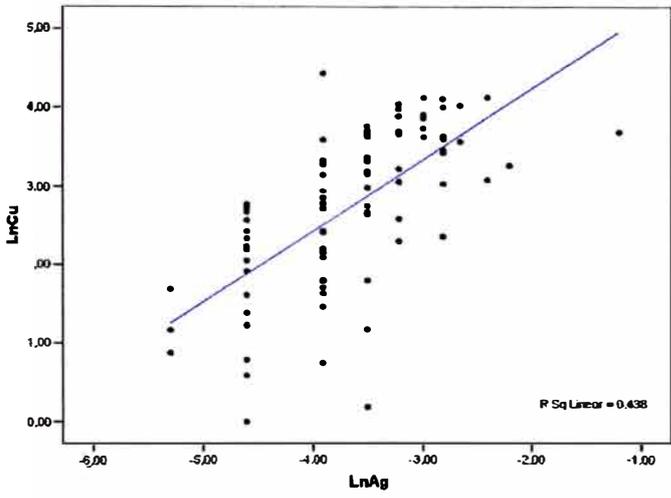
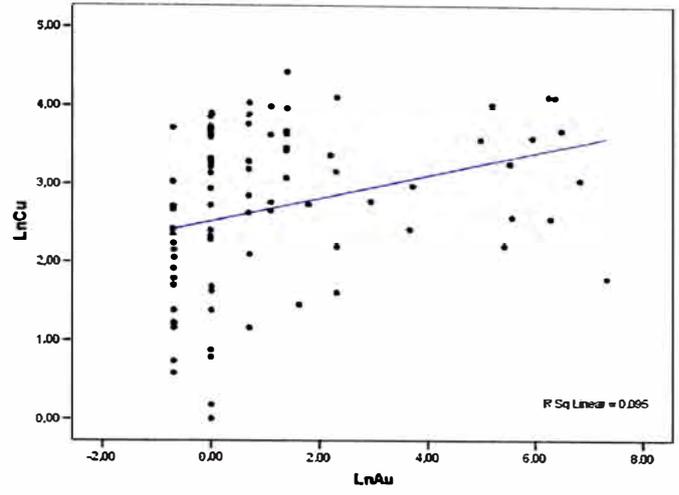
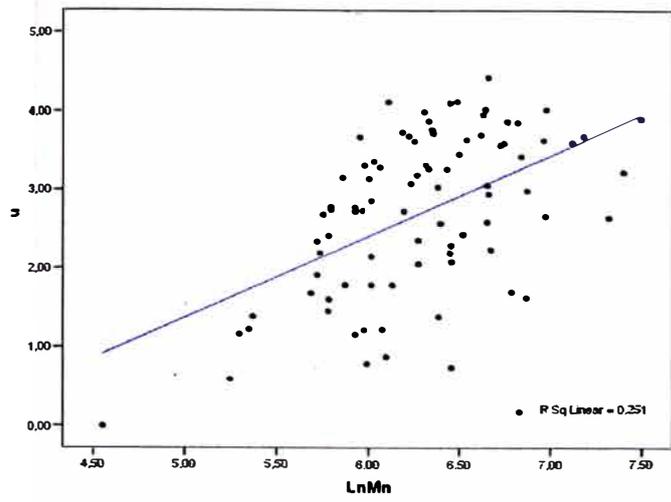


Figura 52 Diagramas de correlación para el Cobre (i)

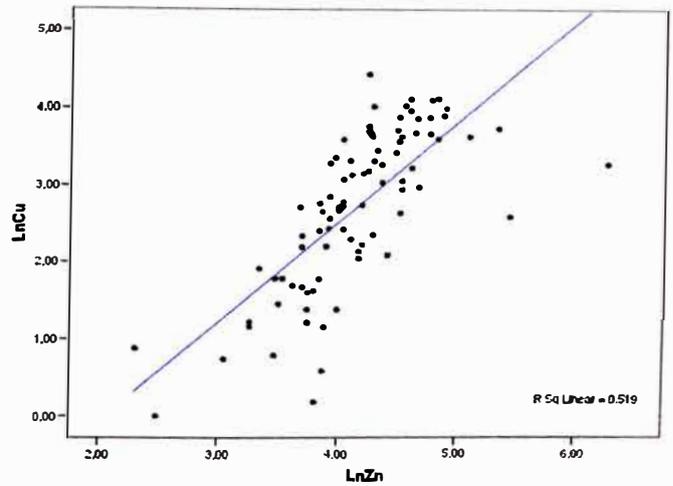
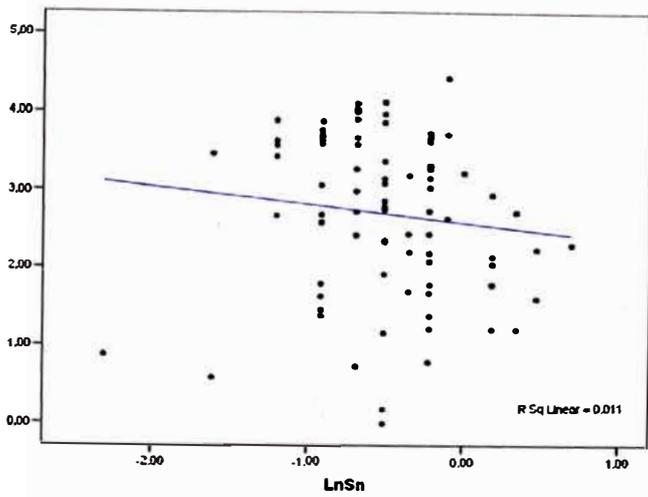
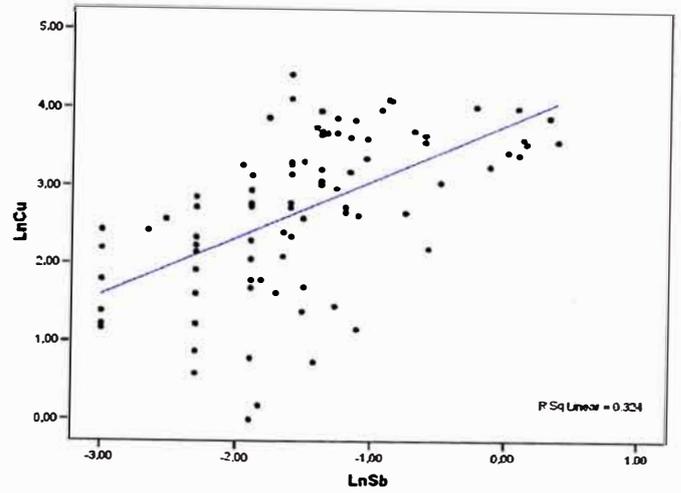
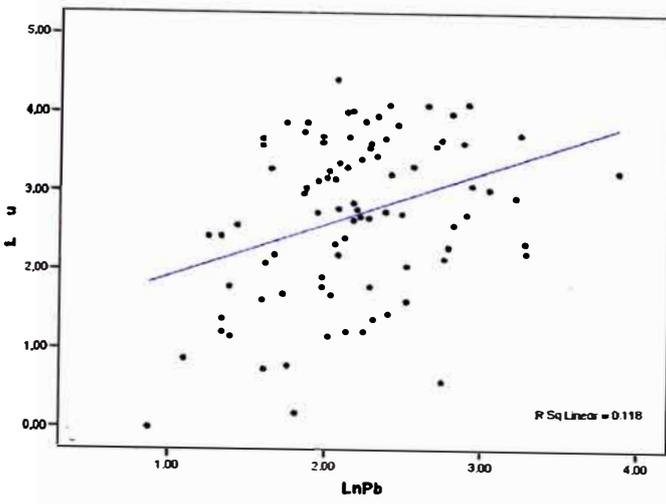
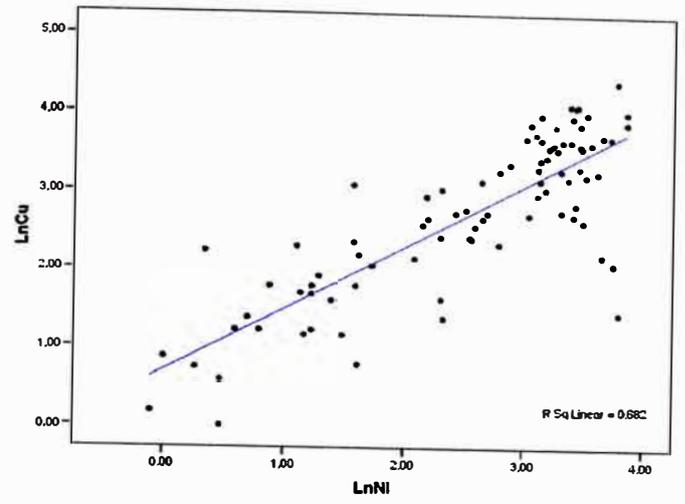
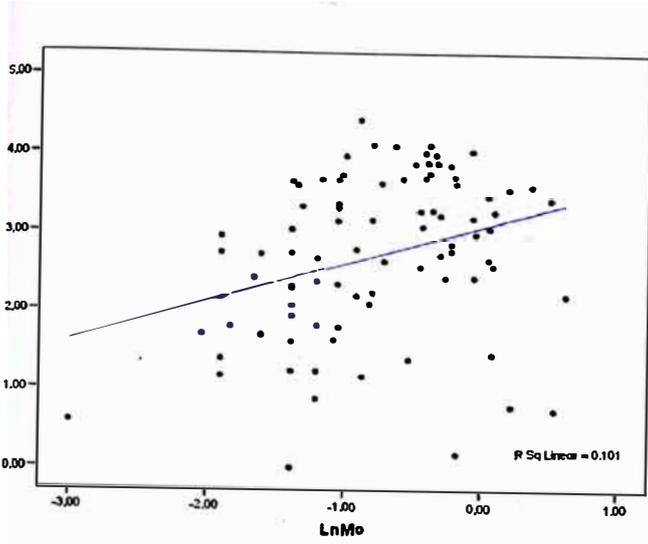


Figura 53 Diagramas de correlación para el Cobre (ii)

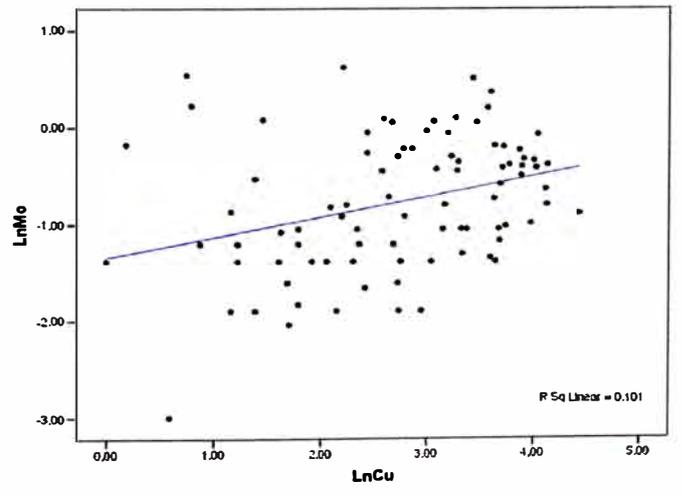
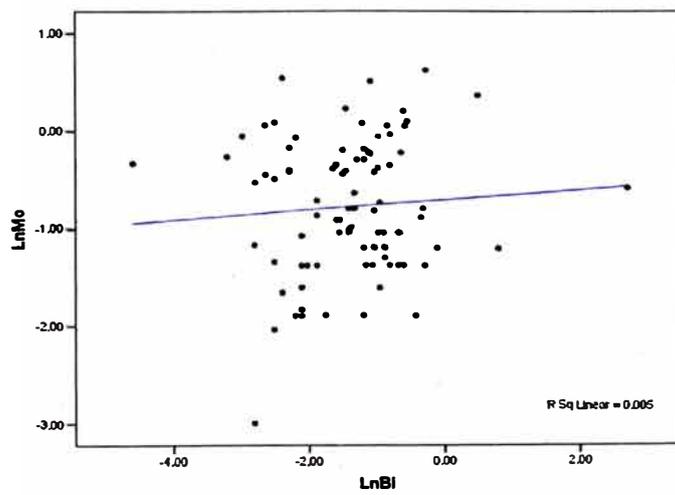
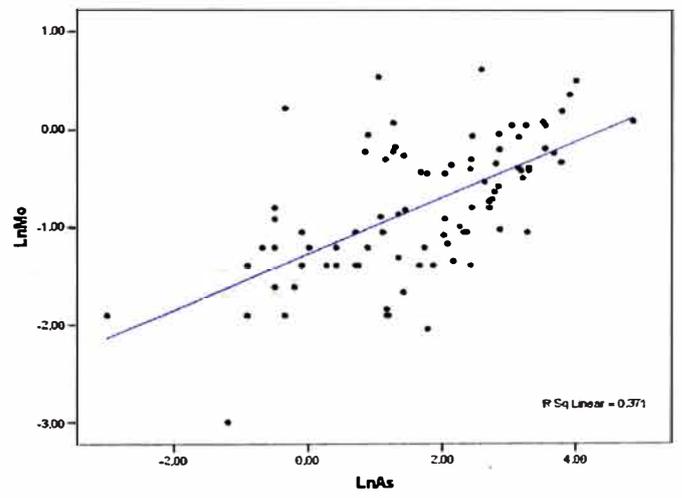
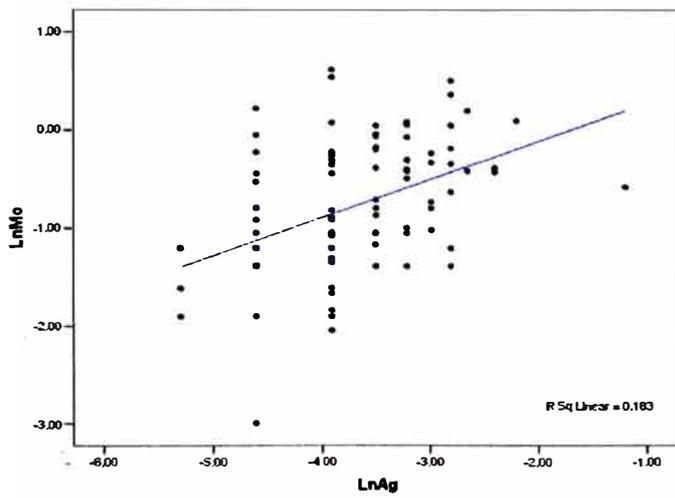
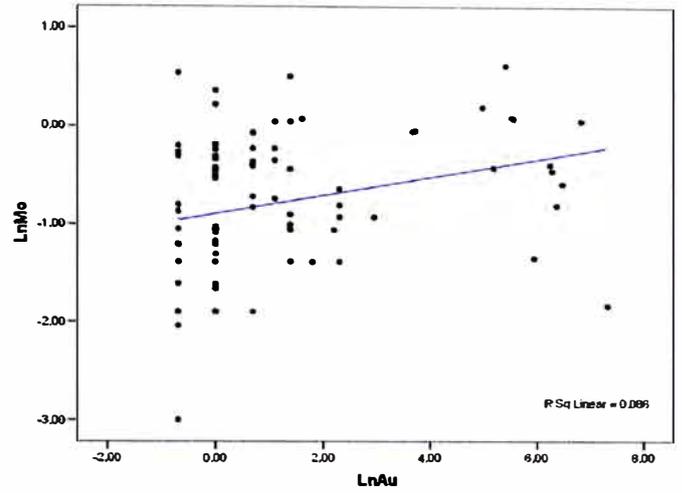
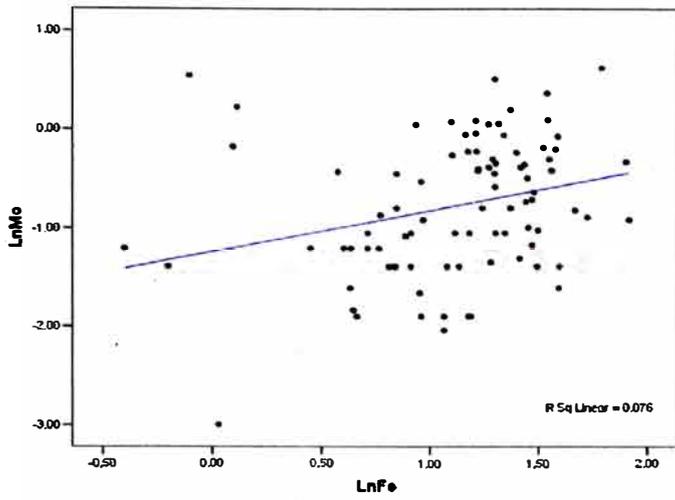


Figura 54 Diagramas de correlación para el Molibdeno (i)

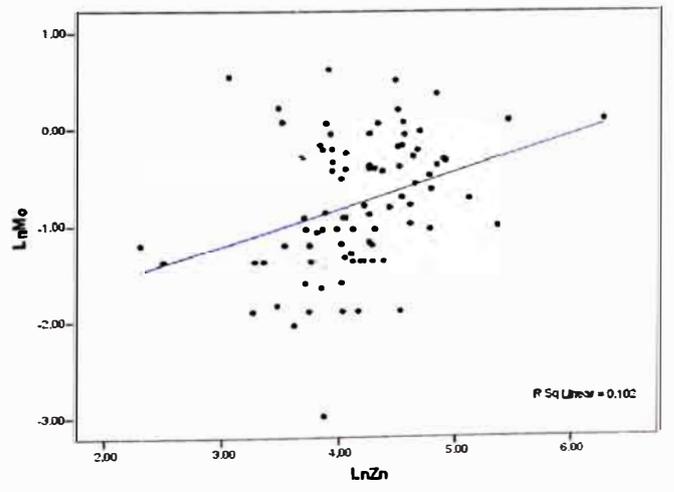
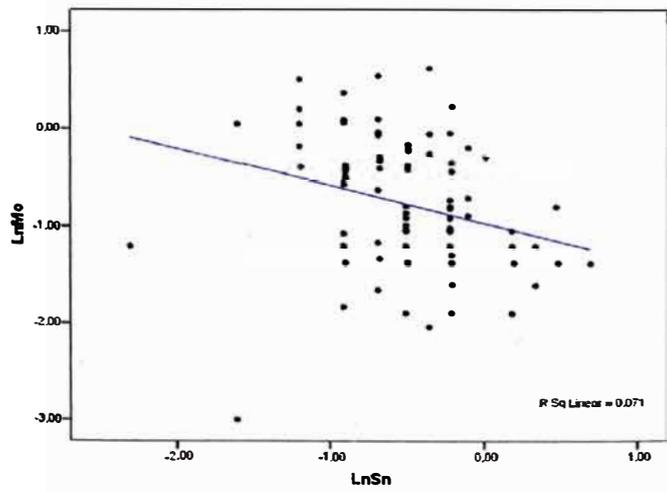
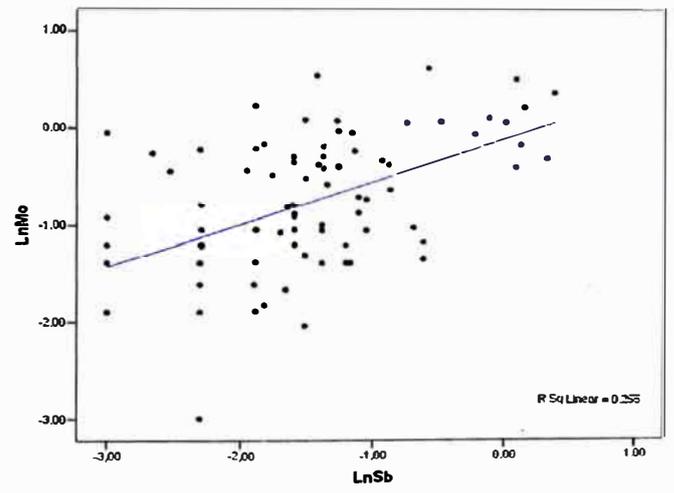
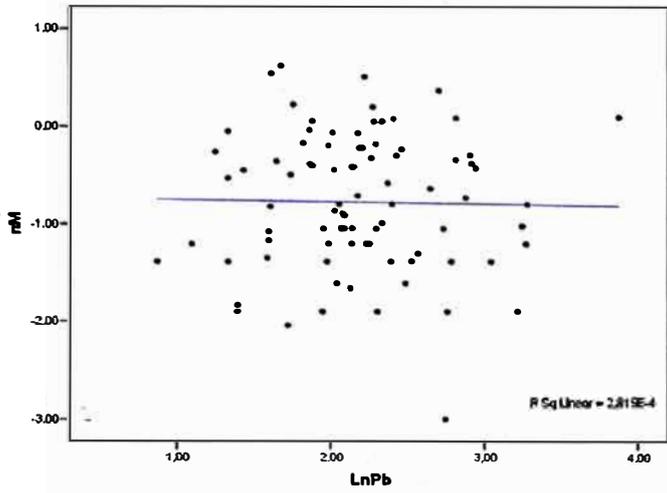
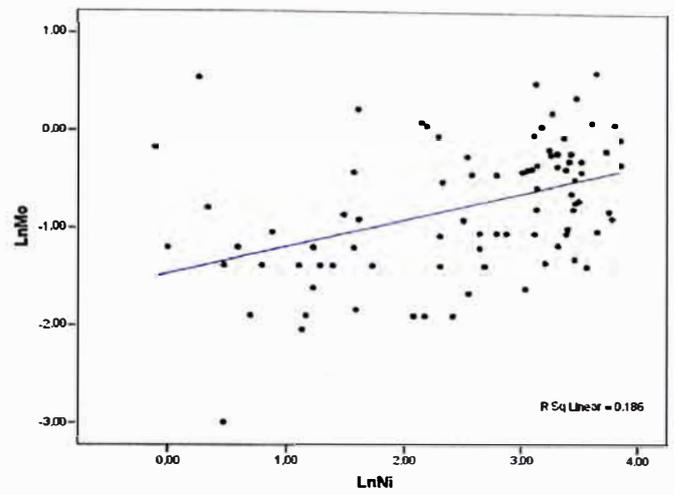
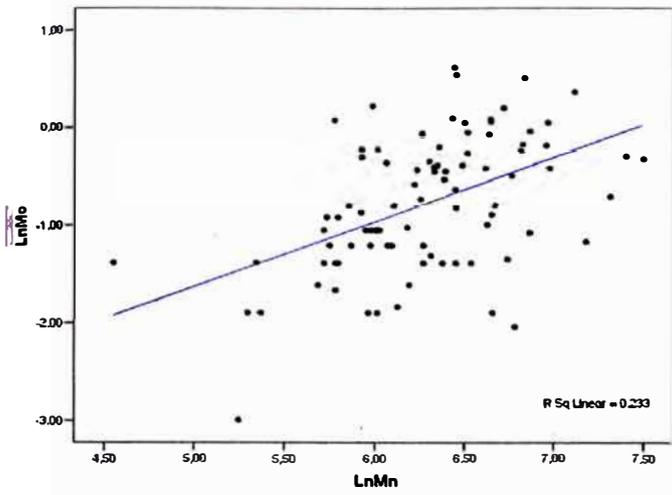


Figura 55 Diagramas de correlación para el Molibdeno (ii)

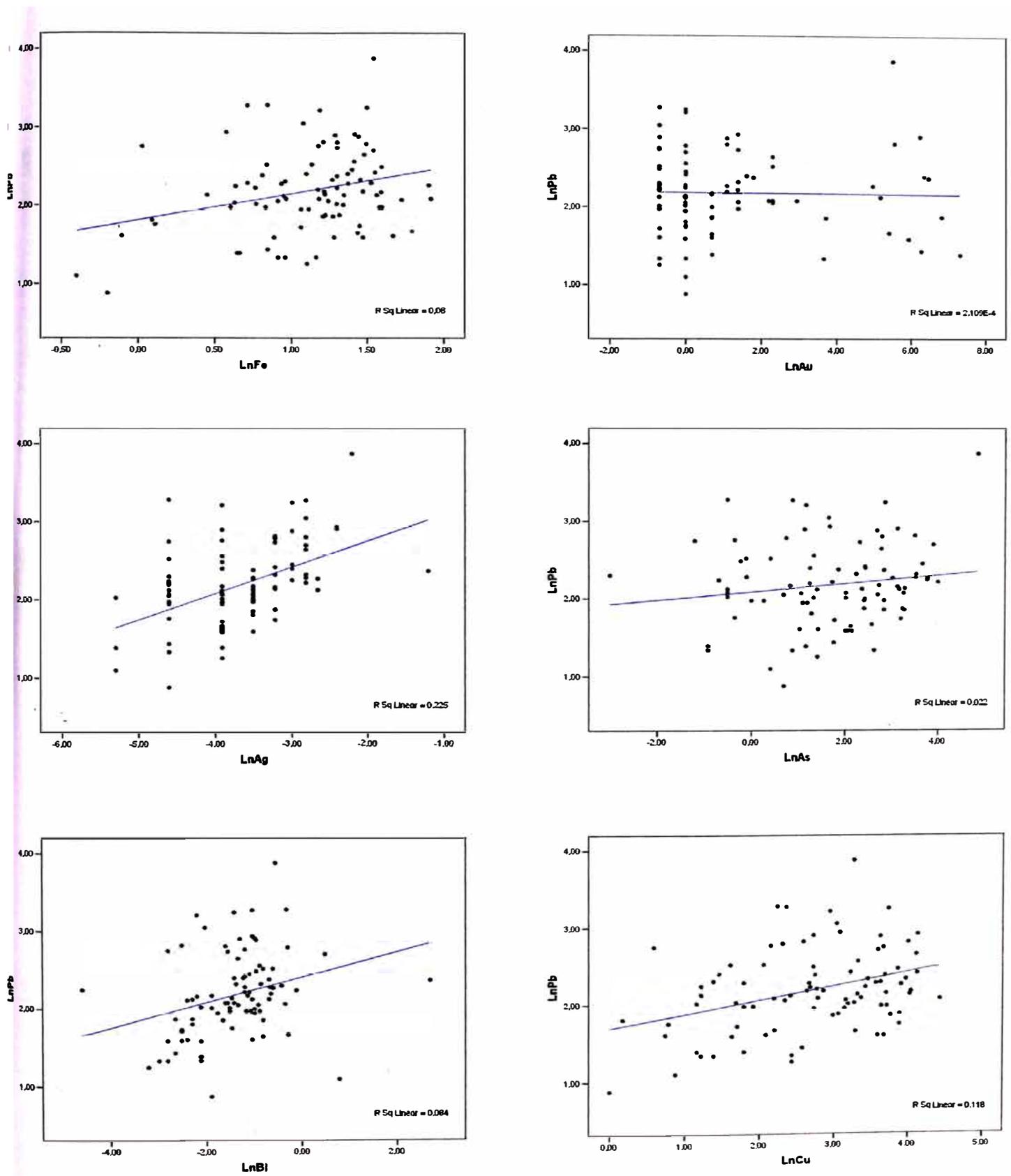


Figura 56 Diagramas de correlación para el Plomo (i)

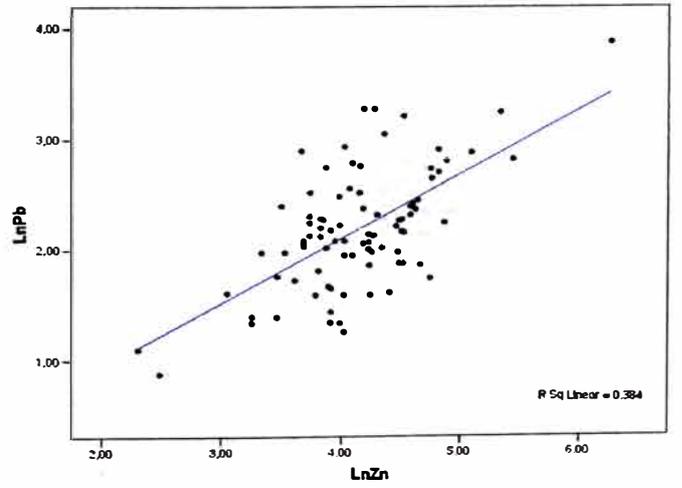
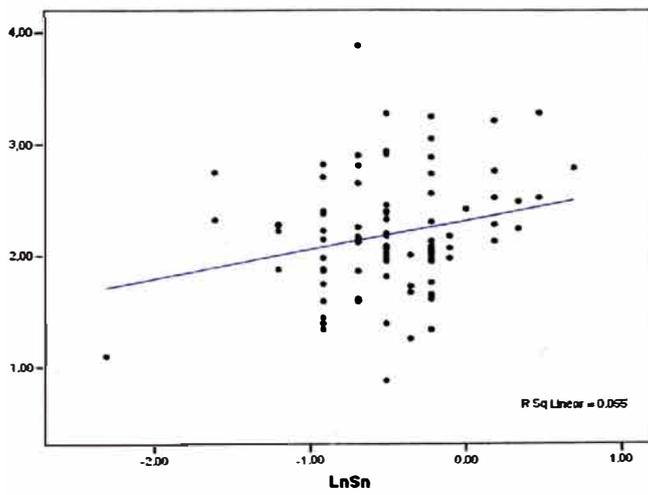
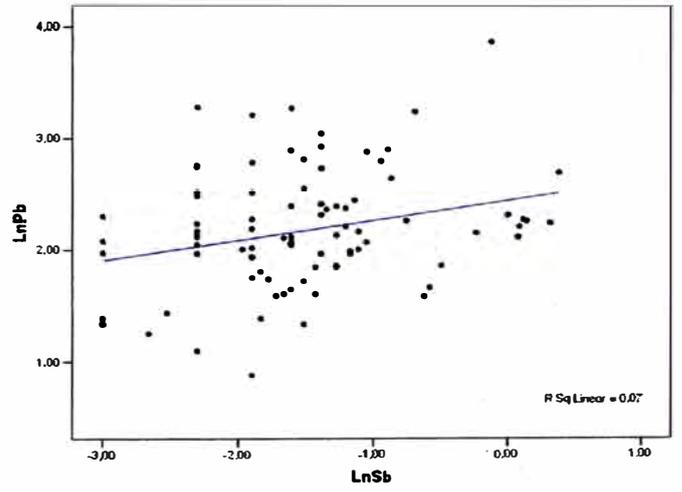
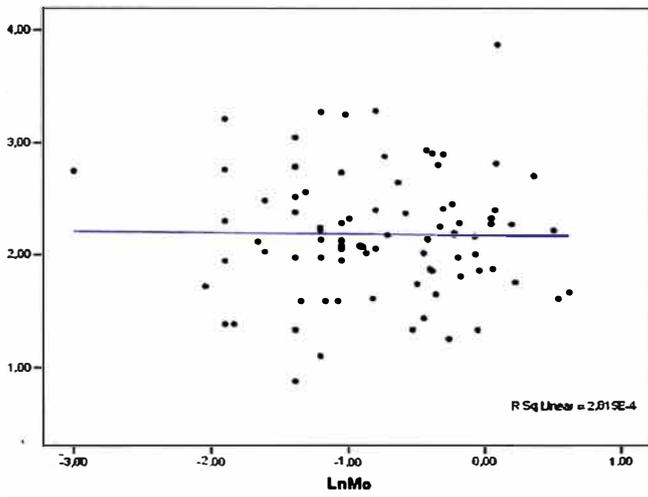
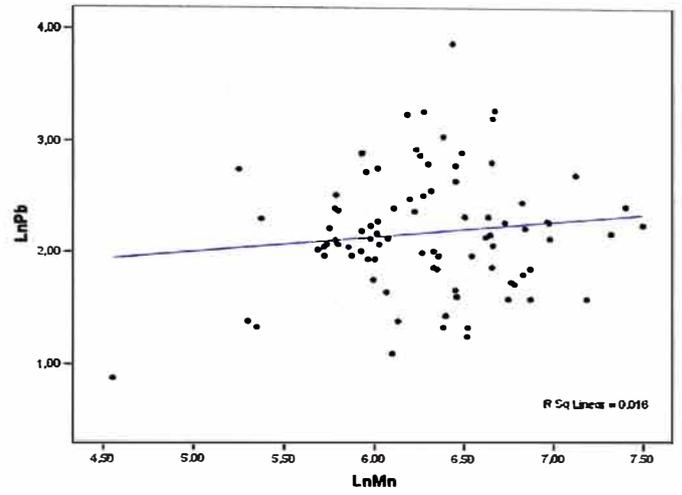
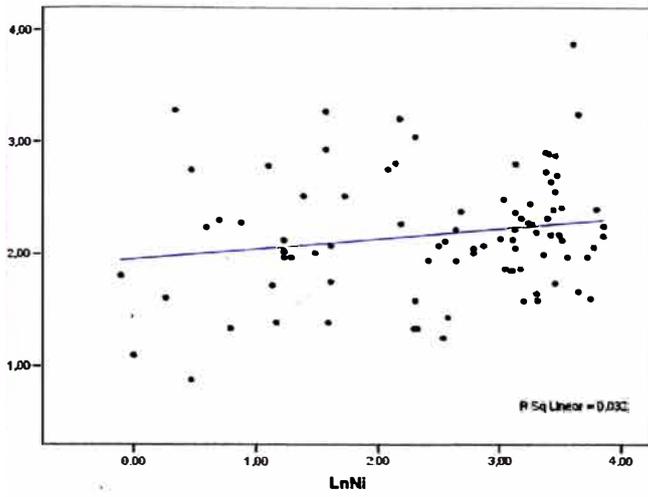


Figura 57 Diagramas de correlación para el Plomo (ii)

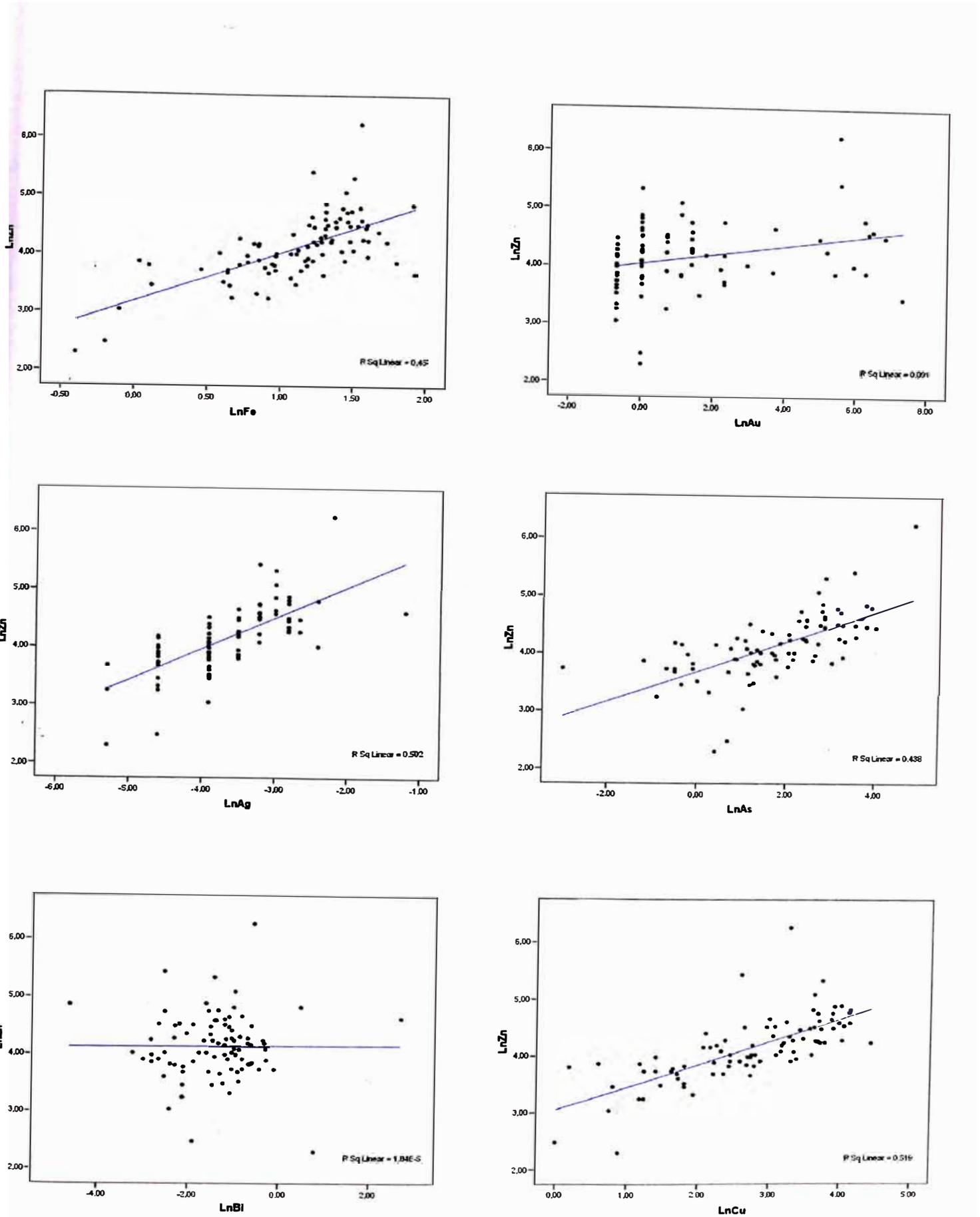


Figura 58 Diagramas de correlación para el Zinc (i)

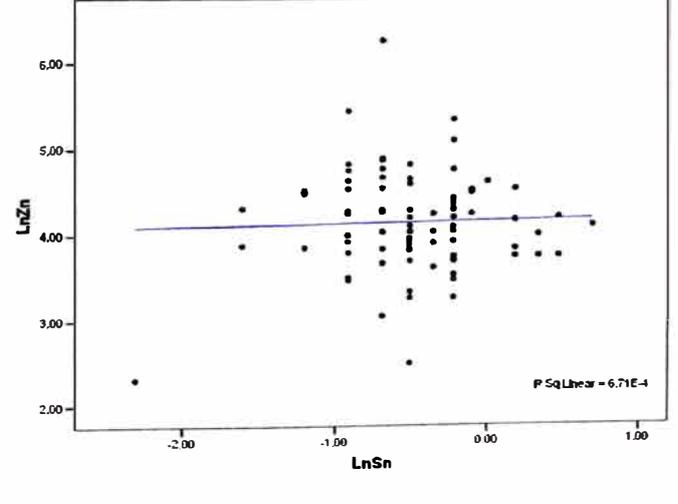
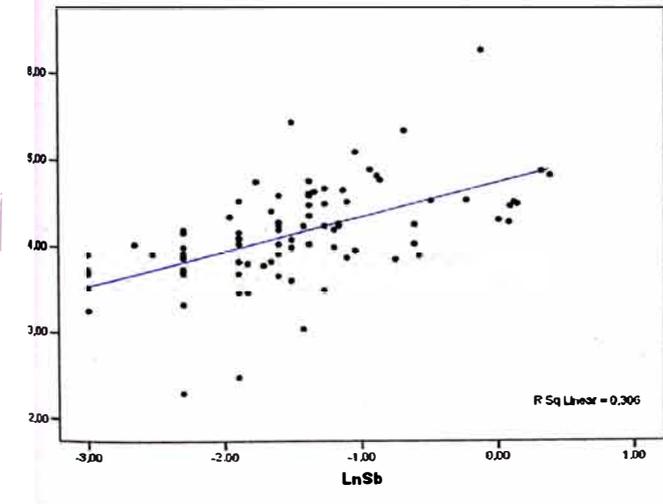
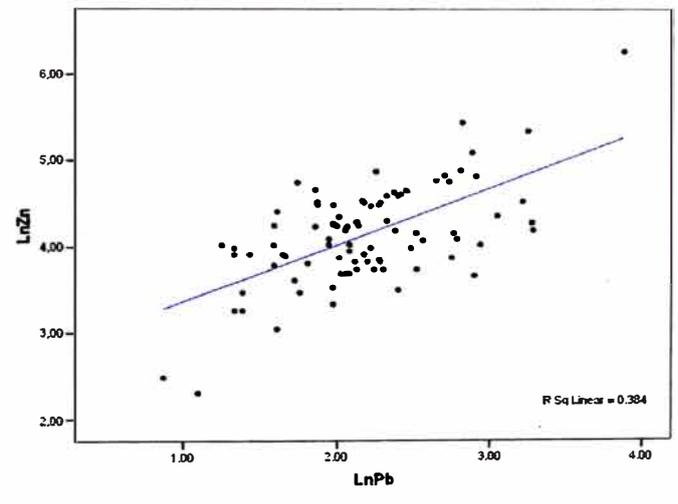
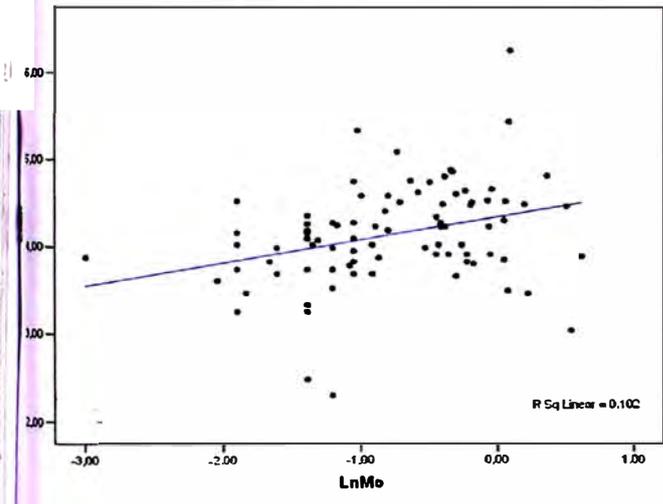
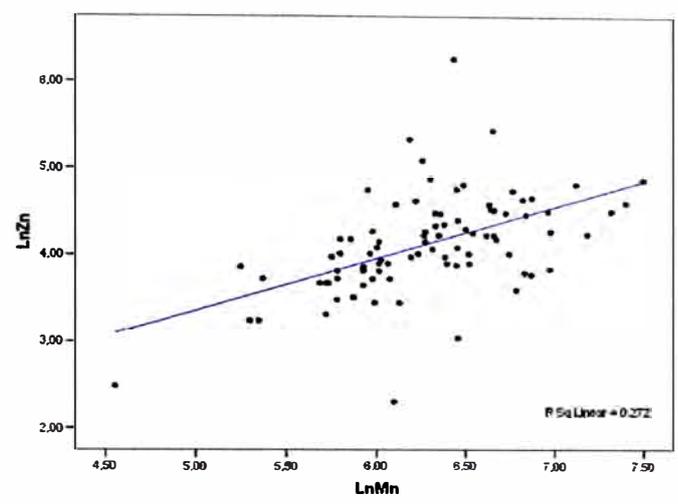
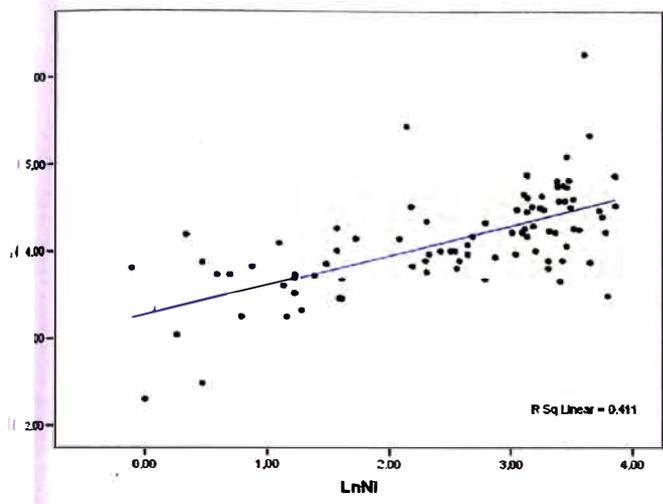
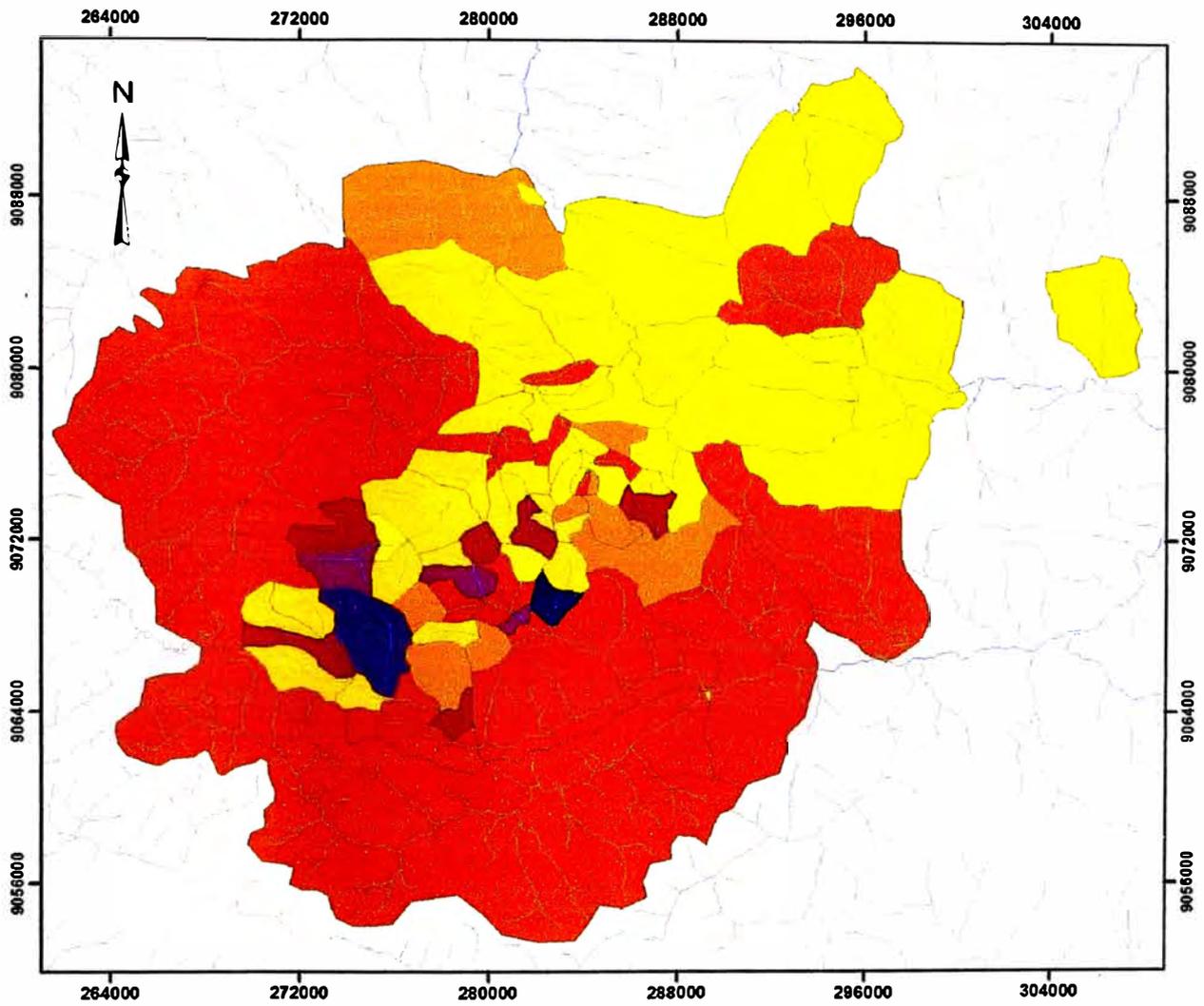


Figura 59 Diagramas de correlación para el Zinc (ii)



**Leyenda**

**AuFA\_Cuencas**

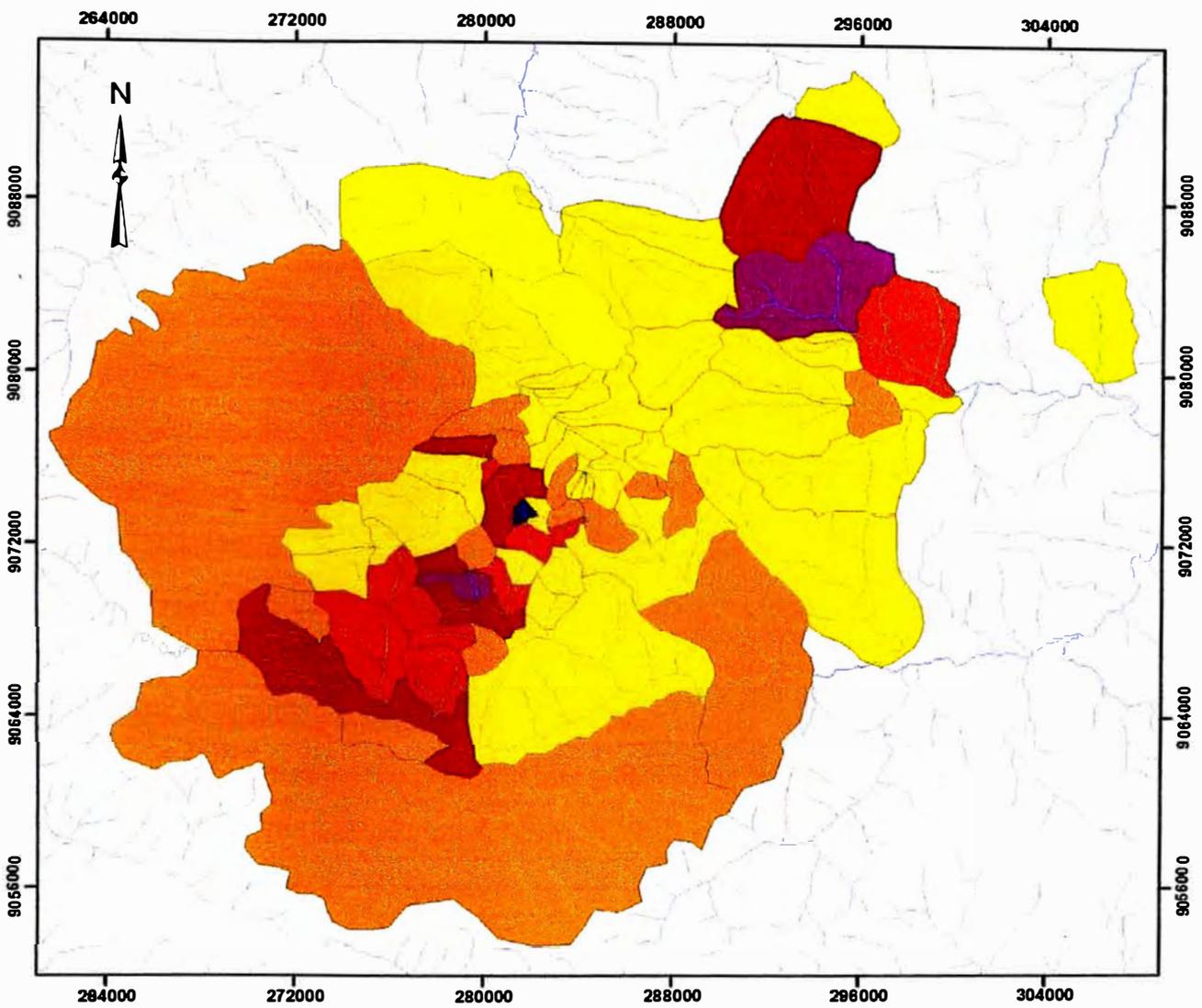
**AUFA\_PPB**

- 0.0 - 0.5
- 0.6 - 1.0
- 1.1 - 2.0
- 2.1 - 20.0
- 20.1 - 157.2
- 157.3 - 434.4
- 434.5 - 669.6
- 669.7 - 995.2
- 995.3 - 1500.0

Drenaje



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA</b> <b>MINERA Y METALÚRGICA</b>		
<b>Mapa de Anomalías Geoquímicas por Cuencas</b> Sedimentos de corriente		
<i>Autor</i> A. Bustamante	<i>Fecha</i> Febrero 2007	<b>Figura</b> <b>60</b>



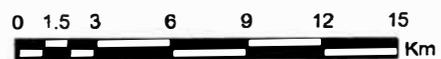
**Leyenda**

**Ag\_Cuencas**

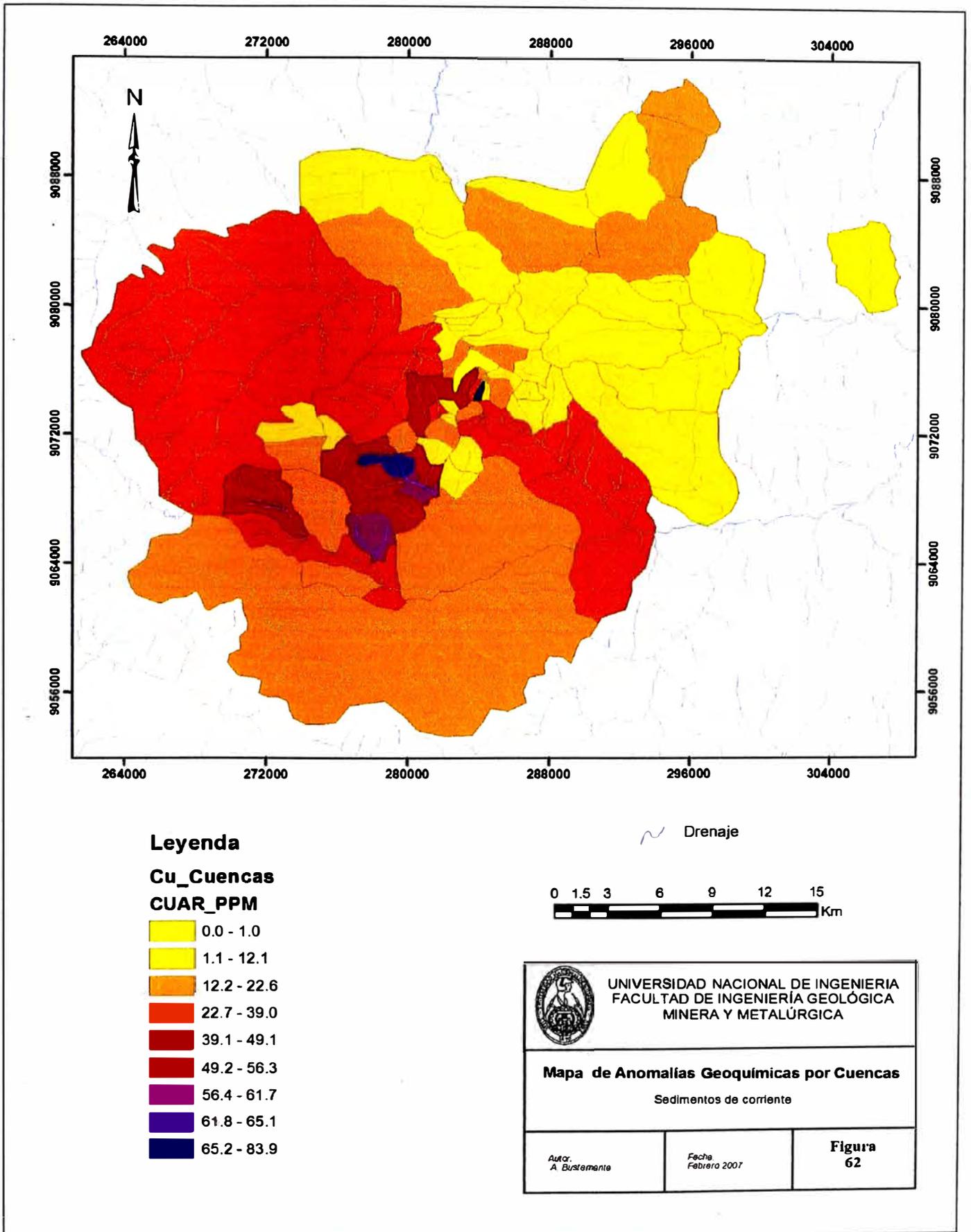
**AGAR\_PPM**

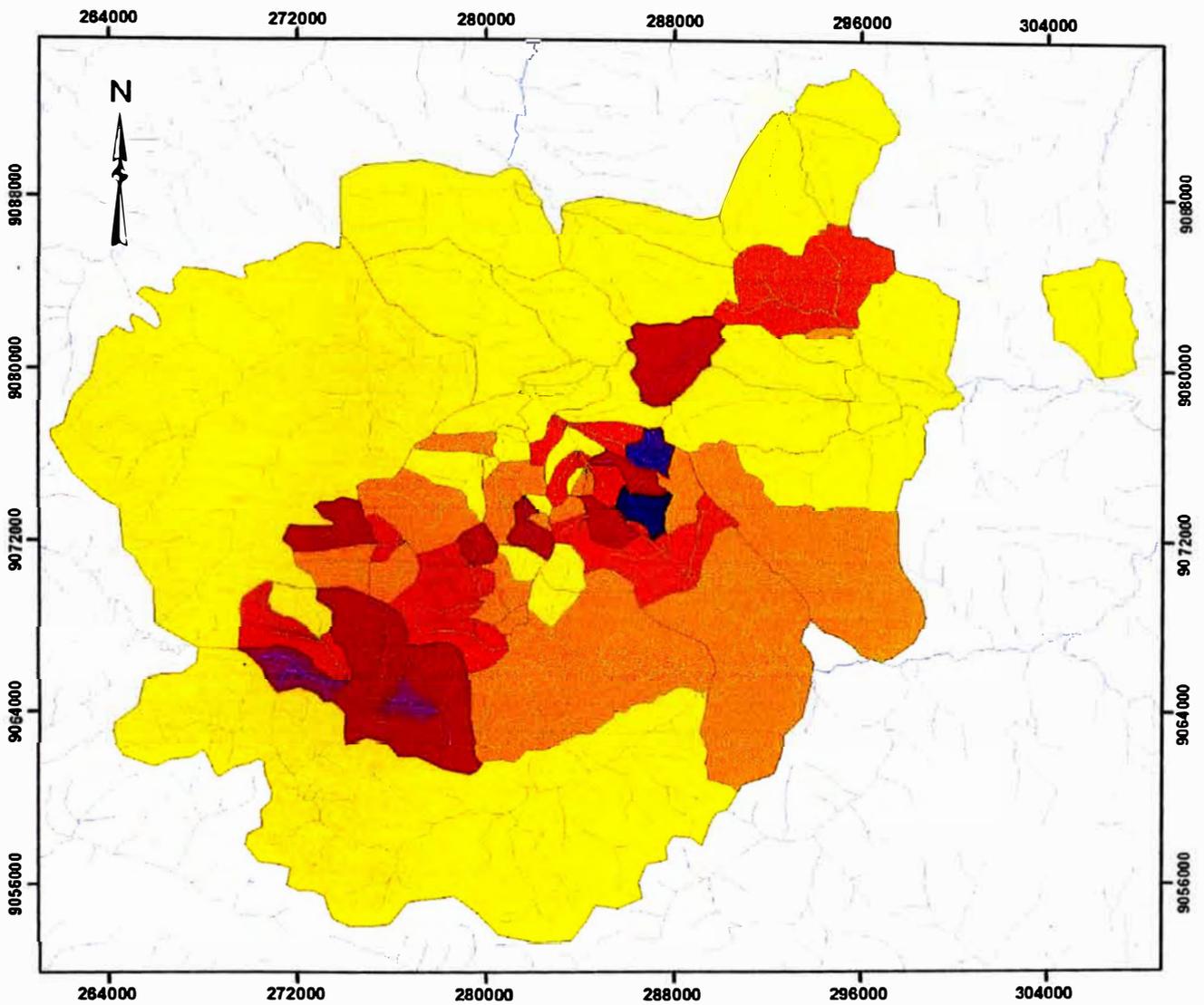
- 0.000 - 0.005
- 0.006 - 0.020
- 0.021 - 0.030
- 0.031 - 0.048
- 0.049 - 0.070
- 0.071 - 0.067
- 0.068 - 0.090
- 0.091 - 0.093
- 0.094 - 0.110

Drenaje



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA</b> <b>MINERA Y METALÚRGICA</b>
<b>Mapa de Anomalías Geoquímicas por Cuencas</b> Sedimentos de corriente	
<i>Autor</i> A. Bustamante	<i>Fecha</i> Febrero 2007
<b>Figura</b> <b>61</b>	





**Leyenda**

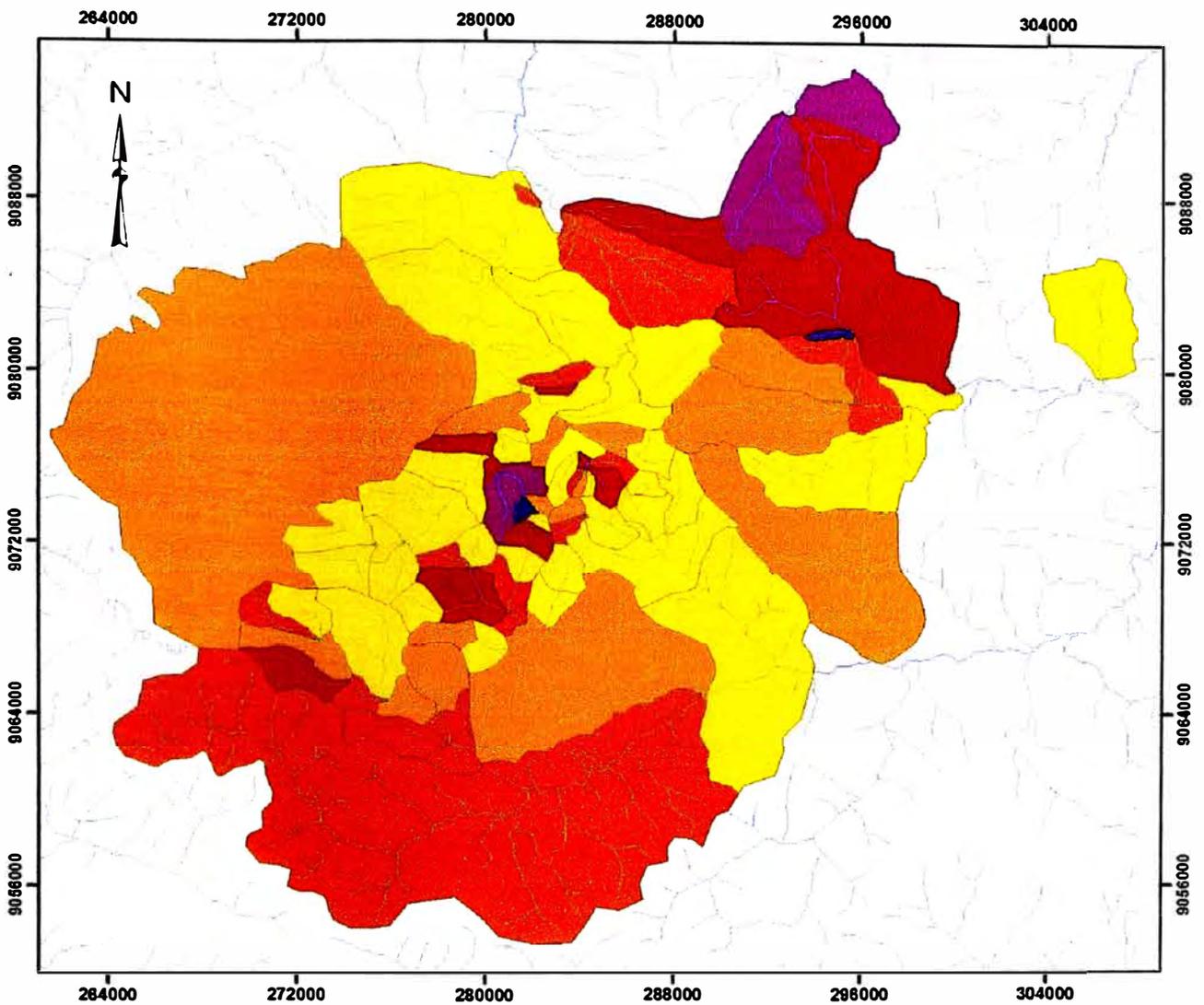
**Mo\_Cuencas**  
**MOAR\_PPM**

- 0.00 - 0.05
- 0.06 - 0.35
- 0.36 - 0.64
- 0.65 - 0.83
- 0.84 - 1.07
- 1.08 - 1.33
- 1.34 - 1.68
- 1.69 - 1.74
- 1.75 - 1.86

Drenaje

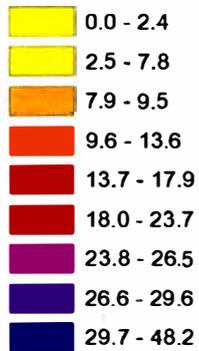


	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA</p>	
<p><b>Mapa de Anomalías Geoquímicas por Cuencas</b> Sedimentos de corriente</p>		
<p><i>Autor</i> A. Bustamante</p>	<p><i>Fecha</i> Febrero 2007</p>	<p><b>Figura</b> 63</p>



**Leyenda**

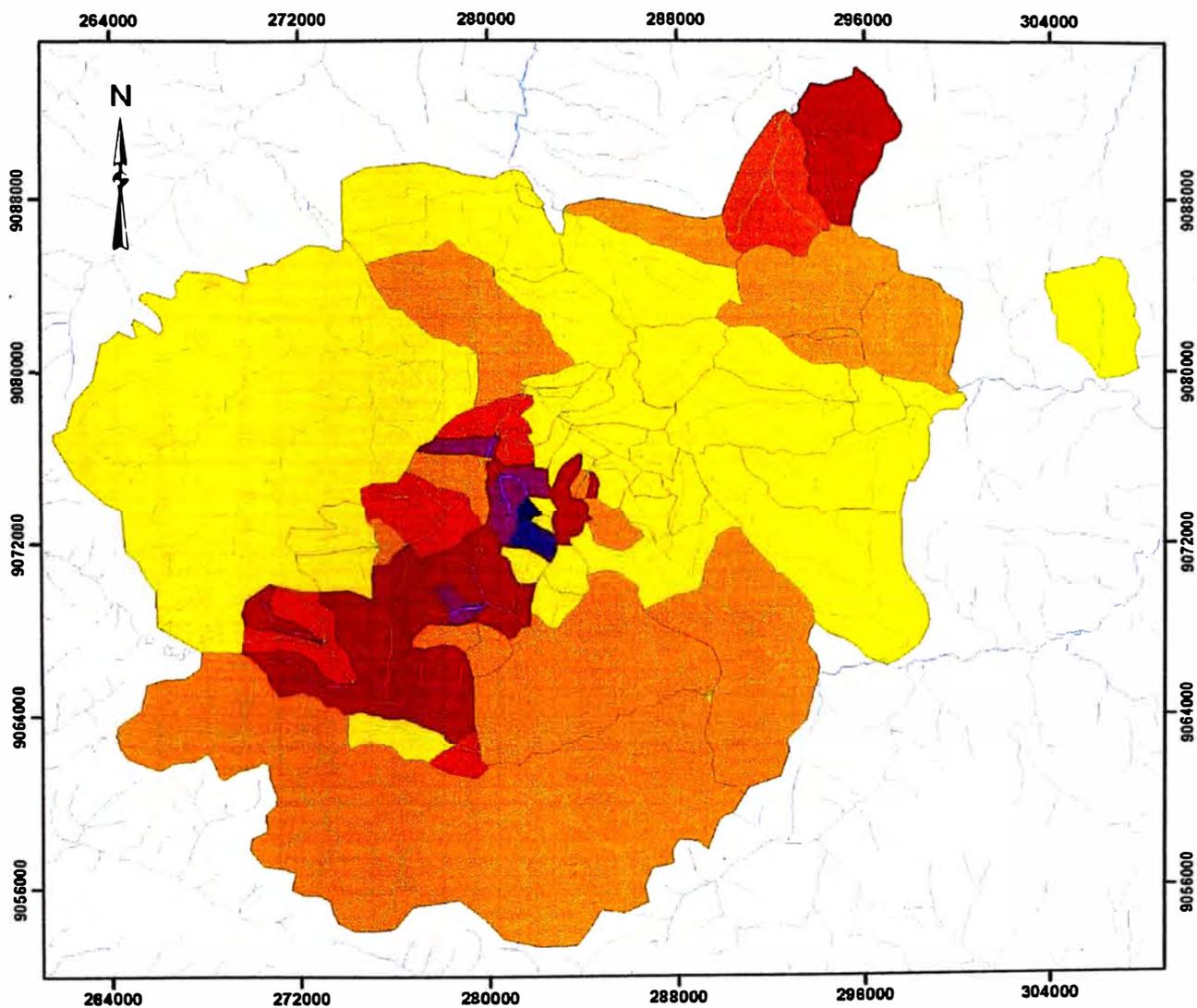
**Pb\_Cuencas  
PBAR\_PPM**



Drenaje



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA	
	<b>Mapa de Anomalías Geoquímicas por Cuencas</b> Sedimentos de corriente	
Autor A. Bustamante	Fecha Febrero 2007	<b>Figura</b> 64

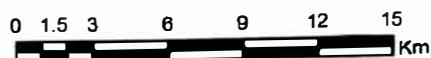


**Leyenda**

**Zn\_Cuencas**  
**ZNAR\_PPM**

- 0.0 - 10.0
- 10.1 - 54.0
- 54.1 - 69.0
- 69.1 - 77.3
- 77.4 - 116.4
- 116.5 - 131.4
- 131.5 - 213.4
- 213.5 - 271.2
- 271.3 - 524.0

Drenaje



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA</b> <b>MINERA Y METALÚRGICA</b>		
<b>Mapa de Anomalías Geoquímicas por Cuencas</b> Sedimentos de corriente		
Autor <i>A. Bustamante</i>	Fecha <i>Febrero 2007</i>	<b>Figura</b> <b>65</b>

Tabla 28: Datos de campo de las cuencas analizadas

Cuenca	Área de Cuenca (km <sup>2</sup> )	Pendiente del drenaje	Ancho de drenaje (m)	Profundidad de drenaje (m)	Caudal de Drenaje	Nro de Malla	pH del Agua	Presencia de Magnetita	Oxidos de Hierro	Oxidos de Manganeso	Presencia de materia orgánica	Fracción Dominante	Prueba de sulfatos en solución	Color del agua	Tipo de drenaje
RA 030775	1	5'	3	1.2	moderado	30	7.41	-	-	-	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030776	3	10'	6	1	moderado	30	6.90	-	-	-	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030777	43	5'	5	0.4	moderado	30	7.30	-	moderada	-	débil	arena	débil	limpia	segundo orden
RA 030854	51	3'	7	1	moderado	30	8.12	menor	débil	débil	débil	limo	débil	limpia	segundo orden
RA 030855	181	3'	15	1	moderado	30	8.07	moderada	débil	none	débil	arena-limo	débil	limpia	segundo orden
RA 030910	18	10'	10	1.5	moderado	30	7.53	-	débil	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030911	3	10'	15	1.5	fuerte	30	7.48	-	moderada	-	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030912	22	10'	10	1	fuerte	30	6.55	-	moderada	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030913	12	10'	8	1	moderado	30	7.98	-	moderada	débil	moderada	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030914	1	15'	1	0.5	moderado	30	7.18	-	moderada	-	moderada	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030915	2	10'	10	1	moderado	30	6.74	-	débil	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030916	7	15'	10	1	moderado	30	7.39	-	moderada	-	moderada	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030918	2	10'	7	1.2	moderado	30	6.54	-	moderada	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030919	3	5'	5	1.2	moderado	30	7.66	-	débil	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030920	5	5'	10	1.5	moderado	30	7.40	-	débil	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030921	2	10'	5	1	moderado	30	7.39	-	strong	débil	fuerte	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030922	14	10'	12	1	moderado	30	7.48	-	débil	débil - moderada	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030923	12	5'	8	1	moderado	30	6.54	-	strong	-	moderada	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030924	16	5'	20	1.5	moderado	30	7.32	-	débil	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030925	35	5'	15	2	moderado	30	6.45	-	débil	-	moderada	limo	débil	limpia	segundo orden
RA 030926	0	10'	10	2	fuerte	30	7.09	-	débil	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030927	47	5'	15	1	moderado	30	7.62	-	débil	-	débil	limo	débil	limpia	segundo orden
RA 030928	5	5'	10	1	moderado	30	6.53	-	moderada	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030929	1	10'	15	1	moderado	30	7.76	-	moderada	-	débil	limo	débil	limpia	primer orden
RA 030930	191	5'	15	1	fuerte	30	7.73	-	débil	-	moderada	arena	débil	limpia	segundo orden
RA 030959	5	8'	15	0.6	fuerte	30	6.90	moderada	débil	-	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030960	23	12'	10	1	fuerte	30	7.00	moderada	moderada	moderada	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030961	12	10'	10	1	fuerte	30	6.30	moderada	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030962	19	12'	5	0.8	fuerte	30	7.10	moderada	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030963	15	5'	7	0.8	moderado	30	6.80	moderada	moderada	débil	moderada	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030964	8	7'	8	1	fuerte	30	7.60	moderada	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030965	26	7'	12	1	fuerte	30	6.80	moderada	débil	-	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030966	3	12'	5	0.5	fuerte	30	6.90	menor	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030967	1	8'	8	0.4	fuerte	30	7.60	moderada	moderada	moderada	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030968	23	5'	10	1.5	fuerte	30	6.80	moderada	moderada	moderada	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030969	11	5'	8	1.2	fuerte	30	7.10	moderada	moderada	moderada	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030970	1	12'	7	1.2	moderado	30	7.18	menor	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030971	6	7'	10	1	moderado	30	7.60	menor	moderada	-	débil	arena	débil	limpia	primer orden
RA 030972	30	4'	15	2	fuerte	30	7.70	moderada	moderada	-	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105151	2	2'	2	0.6	bajo	30	6.13	-	moderada	moderada	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105152	2	2'	2	0.4	moderado	30	7.76	-	moderada	moderada	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105154	3	3'	2	0.6	bajo	30	6.76	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105155	3	12'	3	0.6	moderado	30	7.90	-	moderada	débil	moderada	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105156	3	5'	3	0.5	moderado	30	7.26	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105157	2	8'	2	0.8	moderado	30	7.66	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105158	1	5'	1	0.4	moderado	30	6.68	-	débil	none	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105159	1	30'	2	0.3	moderado	30	6.67	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105160	1	7'	3	0.2	moderado	30	7.09	-	débil	none	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105161	0	15'	1	0.6	bajo	30	7.75	-	débil	none	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105162	0	15'	1	1	bajo	30	6.39	-	débil	none	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105163	3	7'	5	1	moderado	30	6.85	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105164	7	20'	4	1	moderado	30	6.94	-	moderada	débil	moderada	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105165	1	12'	2	1	moderado	30	6.67	-	moderada	débil	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105167	4	7'	5	1.2	bajo	30	6.67	-	débil	débil	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105168	3	15'	4	0.5	moderado	30	6.72	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105169	5	5'	4	0.5	moderado	30	6.43	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105170	6	5'	5	0.8	moderado	30	7.43	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105171	12	10'	8	0.5	moderado	30	7.54	-	débil	débil	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105172	4	5'	4	0.8	moderado	30	7.35	-	débil	moderada	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105174	3	4'	2	0.6	moderado	30	7.40	-	débil	débil	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105176	5	4'	5	1.2	moderado	30	7.50	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105177	4	6'	3	1	moderado	30	6.75	-	débil	débil	débil	arena-limo	débil	limpia	primer orden
UX 105178	2	4'	6	1	moderado	30	7.61	-	débil-modera	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105227	3	6'	5	0.5	bajo	30	7.20	-	débil	débil	moderada	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105228	3	4'	3	0.6	moderado	30	6.99	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105229	3	5'	1	0.6	moderado	30	7.28	-	none	none	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105230	2	4'	2	0.5	moderado	30	7.27	-	débil	none	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105231	2	4'	1	0.8	moderado	30	6.20	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105232	2	6'	5	0.5	moderado	30	5.90	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105233	3	10'	2	0.6	moderado	30	7.08	-	débil	débil	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105234	1	5'	2	0.6	moderado	30	6.51	-	moderada	none	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105235	2	4'	1	0.5	moderado	30	6.16	-	none	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105236	3	4'	7	1	moderado	30	6.18	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105237	0	5'	1	0.8	moderado	30	6.30	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105238	6	4'	2	0.4	moderado	30	7.15	-	none	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105239	5	7'	2	0.4	moderado	30	6.50	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105240	6	4'	2	1	moderado	30	6.89	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105241	2	4'	4	1.2	moderado	30	6.90	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105242	1	6'	1	0.8	moderado	30	6.51	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105244	2	10'	3	0.6	moderado	30	6.67	-	débil	débil	débil	arena	-	limpia	primer orden
UX 105245	2	5'	3	0.2	moderado	30	6.92	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105247	1	4'	3	0.6	moderado	30	7.18	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105380	12	4'	7	1	moderado	30	7.73	-	moderada	moderada	moderada	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105381	2	5'	8	0.5	moderado	30	8.36	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105382	6	4'	3	1	moderado	30	7.65	-	débil	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden
UX 105383	3	7'	2	0.8	moderado	30	6.42	-	moderada	débil	débil	arena	débil	limpia	primer orden

### 5.3.3 DEFINICION DE ZONAS ANÓMALAS A PARTIR DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTOS DE CORRIENTE

Las zonas anómalas han sido definidas sobre la base del análisis de los valores de las muestras de sedimentos de corriente. Se generó planos geoquímicos que muestran las anomalías existentes en las cuencas, este análisis se realizó para el oro, cobre, plomo, zinc, plata y molibdeno.

En base al análisis efectuado se definieron 8 zonas anómalas cada una de las cuales tiene diversas características que son detalladas a continuación.

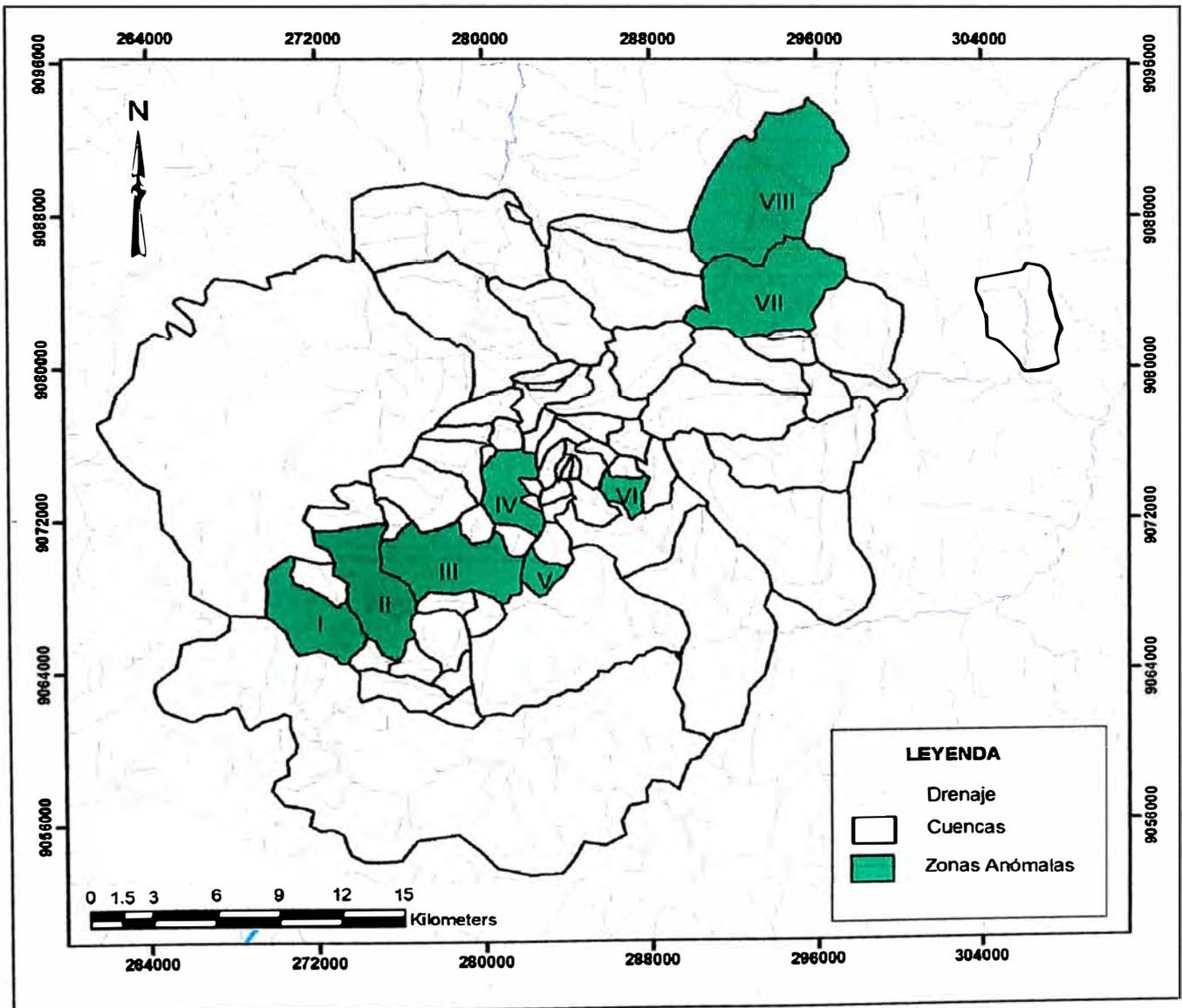


Figura 66 : Mapa de Zonas Anómalas

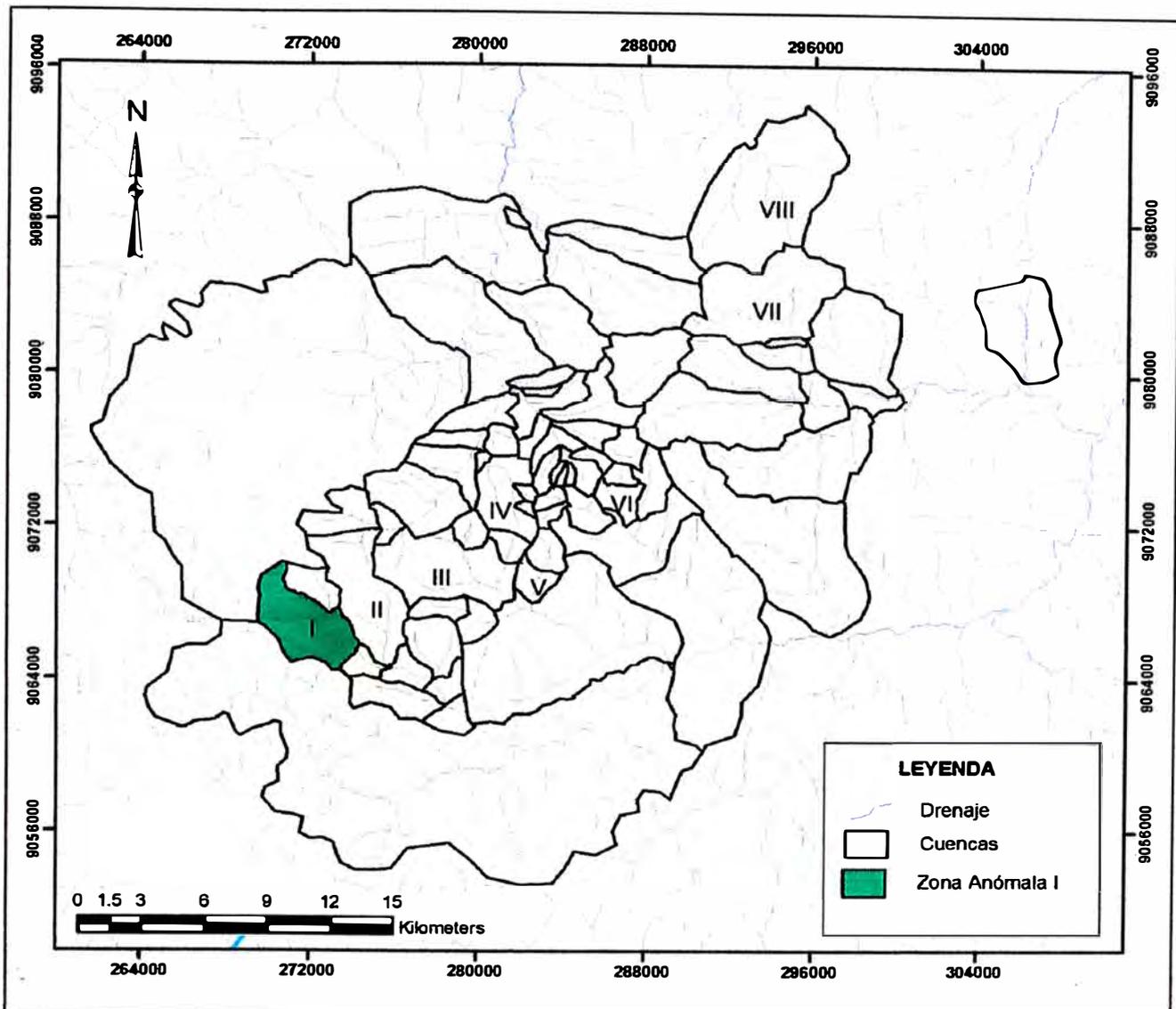


Figura 67: Mapa de zona anómala I

Tabla 29: Zona anómala I

Zona Anómala I	
Area	14.25 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Cu, Au, Zn, <u>+Mo</u> , <u>+Ag</u> , <u>+Pb</u>
Alteraciones reconocidas	Silicificación, identificada en rodados de composición andesítica
Mineralización	Py diseminada en volcánicos silicificados
Litología	Ha sido observada en rodados, micaesquistos 80%, volcánicos andesíticos 10%, vetas de cuarzo metamórfico 10%
Estructural	Intersección de lineamientos EW con NE y N70W con N20E
Ph del H2O	7.33 – 7-70, levemente alcalino
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 55 ppm @ Cu, 377 ppb @ Au, 130 ppm @ Zn.

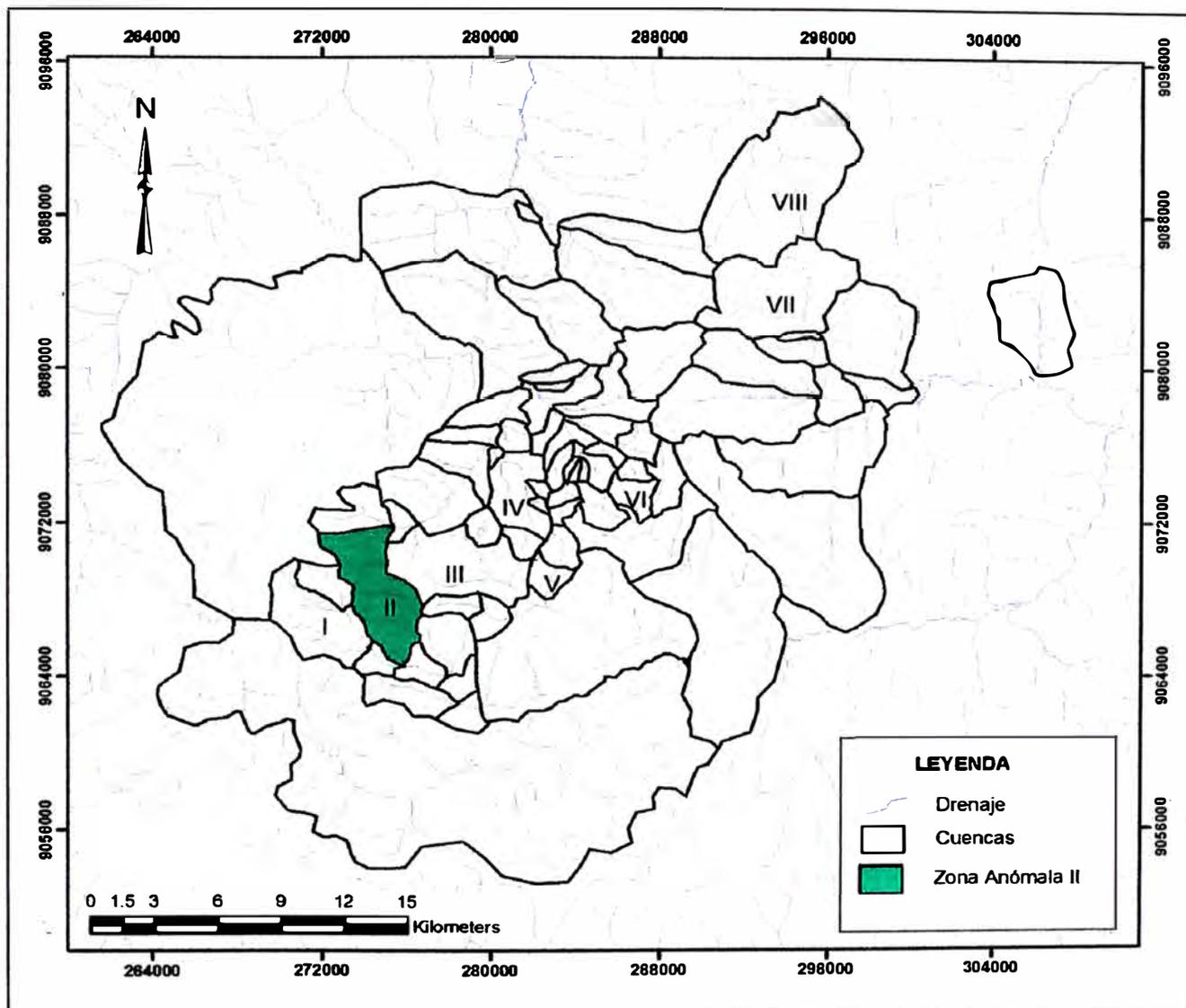


Figura 68 : Mapa Zona anómala II

Tabla 30: Zona anómala II

<b>Zona Anómala II</b>	
Área	17.53 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Au, ± Zn, ± Mo
Alteraciones reconocidas	Silicificación moderada identificada en intrusivo félsico
Mineralización	Py diseminada en intrusivo y esquistos.
Litología	Observada en rodados, micaesquistos 40%, gneis 30%, volcánicos andesíticos 20%, vetas de cuarzo metamórfico 5%, intrusivos 5%
Estructural	Intersección de estructura circular con lineamientos N45 W y N70 W
Ph del H2O	6.43, ácido
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 913 ppb @ Au, 92 ppm @ Zn, 1.06 ppm @ Mo

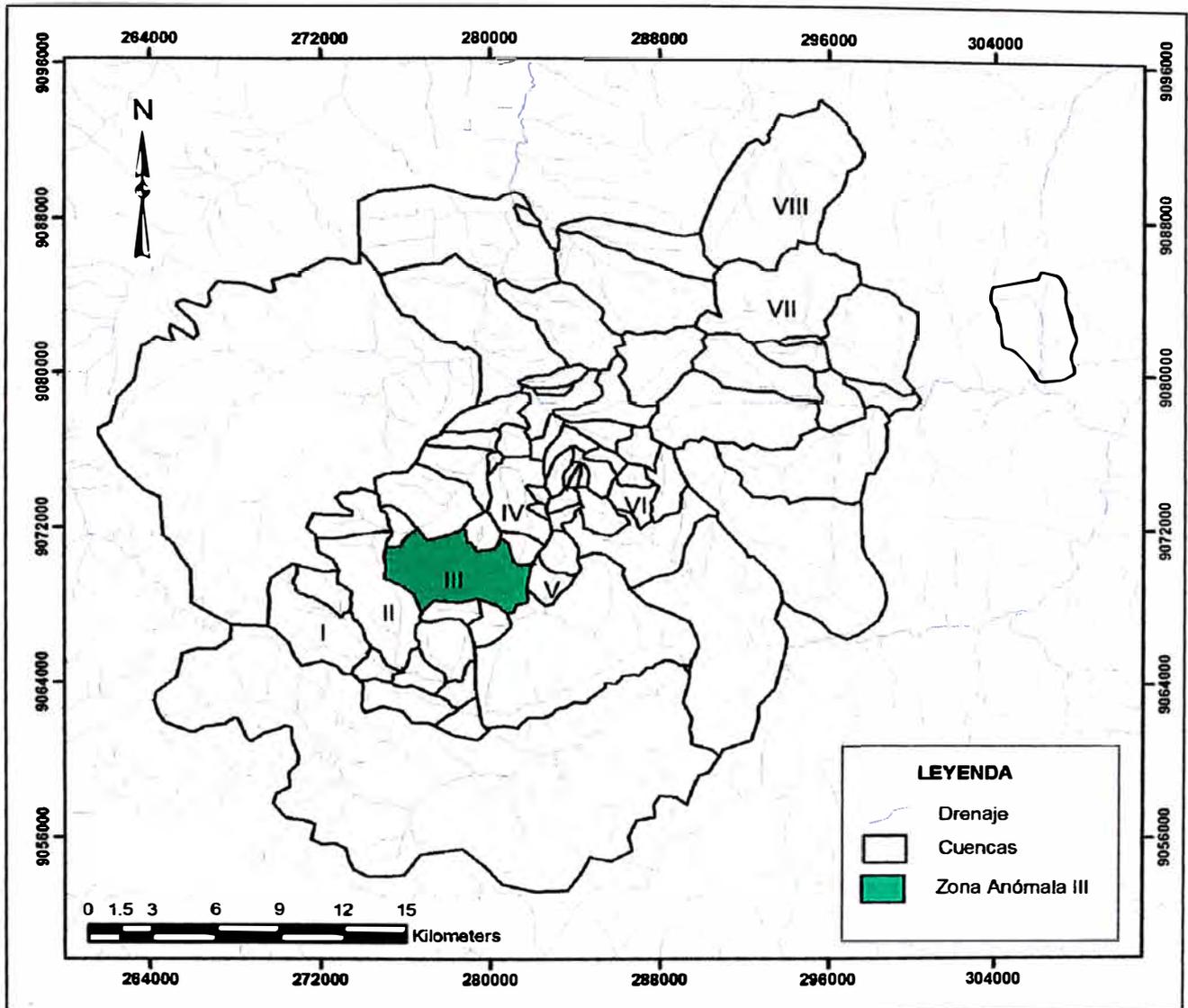


Figura 69 : Mapa zona anómala III

Tabla 31: Zona anómala III

Zona Anómala III	
Área	19.75 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Cu, Ag, Zn, Au, +Pb
Alteraciones reconocidas	Reconocida en rodados: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Silicificación en andesitas e intrusivo félsico</li> <li>▪ cuarzo – sericita, en diorita / monzonita</li> <li>▪ propilítica, en andesitas y dioritas</li> </ul>
Mineralización	Cpy-py en venillas de intrusivo cuarzo-plagioclasa Cpy-py diseminada en monzonita Stockwork de qz-py en granito
Litología	Micaesquistos 50%, intrusivos (monzonitas, dioritas, granitos) 30%, volcánicos dacíticos 20%
Estructural	Intersección de estructura circular con lineamiento NW, intersección de lineamiento NW con N20E.
Ph del H2O	5.9 – 6.94, ácido
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 62 ppm @ Cu, 0.3 ppm @ Ag, 132 ppm @ Zn, 643 ppb @ Au, 18.3 ppm @ Pb. Valores en muestras de roca: 726 ppm @ Cu, 864 ppm @ Zn

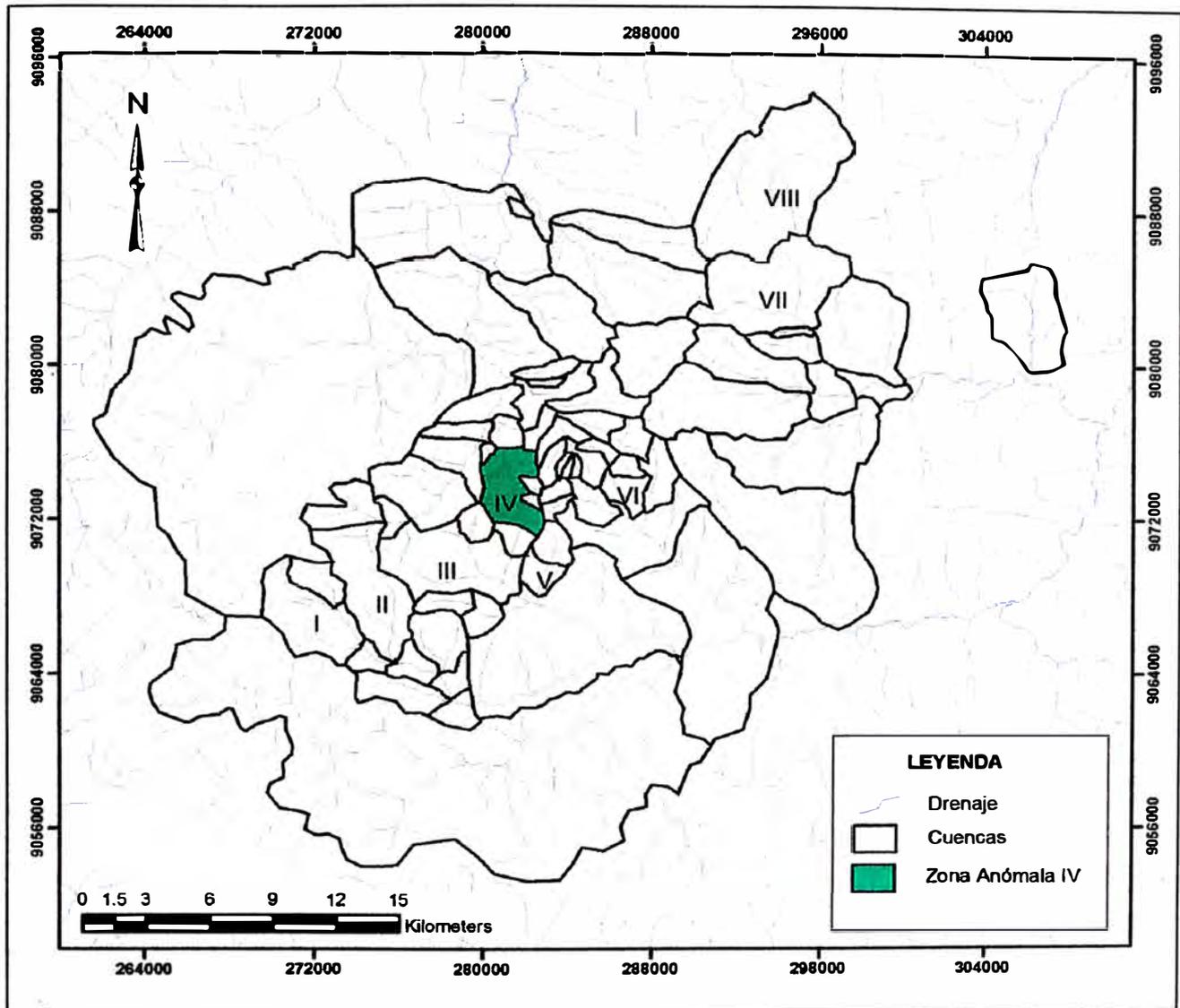


Figura 70 : Mapa zona anómala IV

Tabla 32: Zona anómala IV

Zona Anómala IV	
Área	9.18 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Zn, Pb, Au, ±Cu
Alteraciones reconocidas	Propílica en monzonitas
Mineralización	Py – hematina diseminada en monzonita
Litología	Intrusivo porfíricos monzonita, diorita 80%, micaesquistos 20%
Estructural	Intersección de lineamiento NW con NS
Ph del H <sub>2</sub> O	7.66
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 524 ppm @ Zn, 48 ppm @ Pbb, 48.1 ppm @ Cu, 258 ppb @ Au.

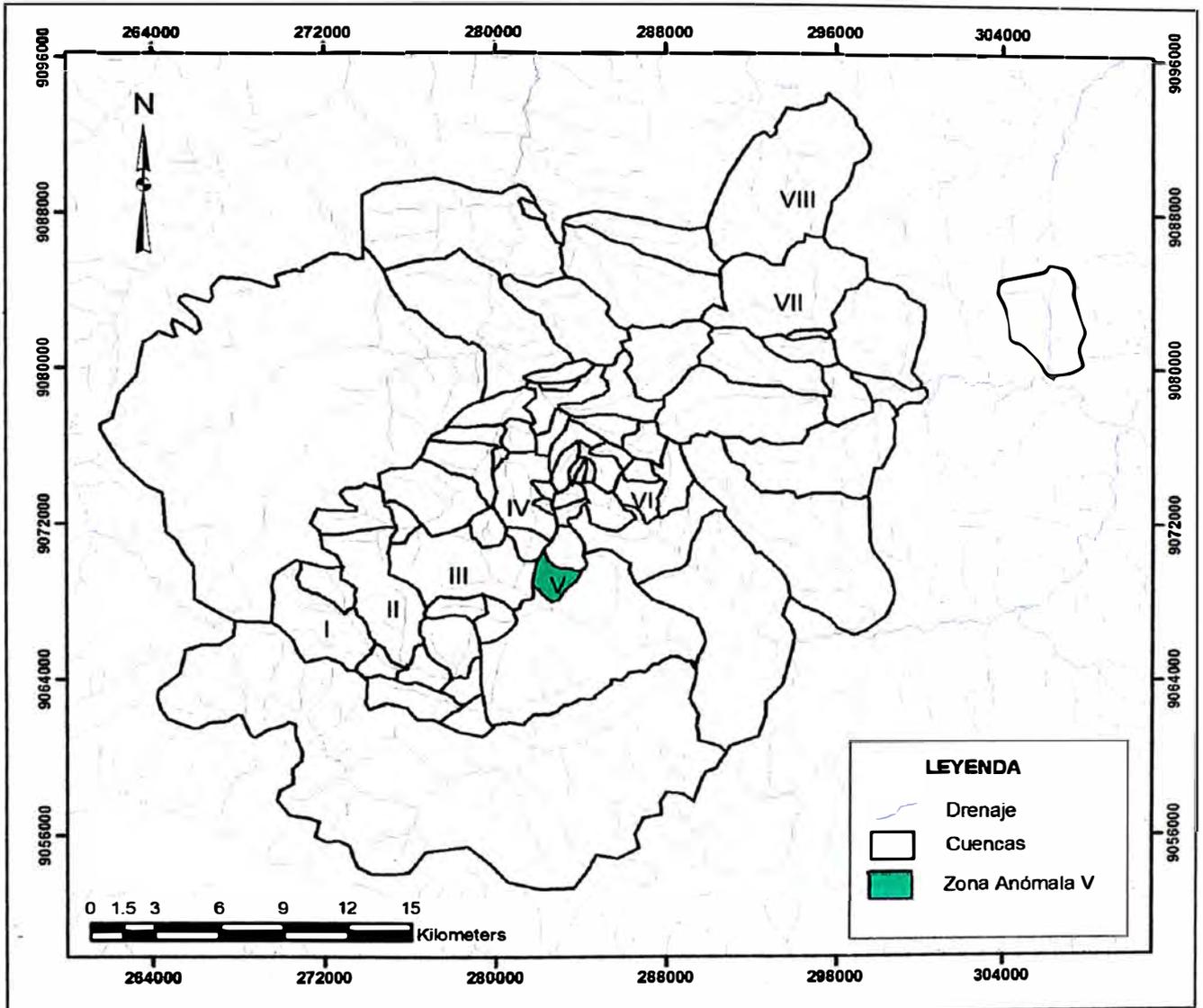


Figura 71 : Mapa zona anómala V

Tabla 33: Zona anómala V

Zona Anómala V	
Área	2.97 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Au
Alteraciones reconocidas	Propilítica en monzonita
Mineralización	Py disseminada
Litología	Reconocida en rodados, monzonita-granodiorita 90%, micaesquistos 10%.
Estructural	Lineamiento NE
Ph del H <sub>2</sub> O	7.9, levemente alcalino
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 1500 ppb @ Au,

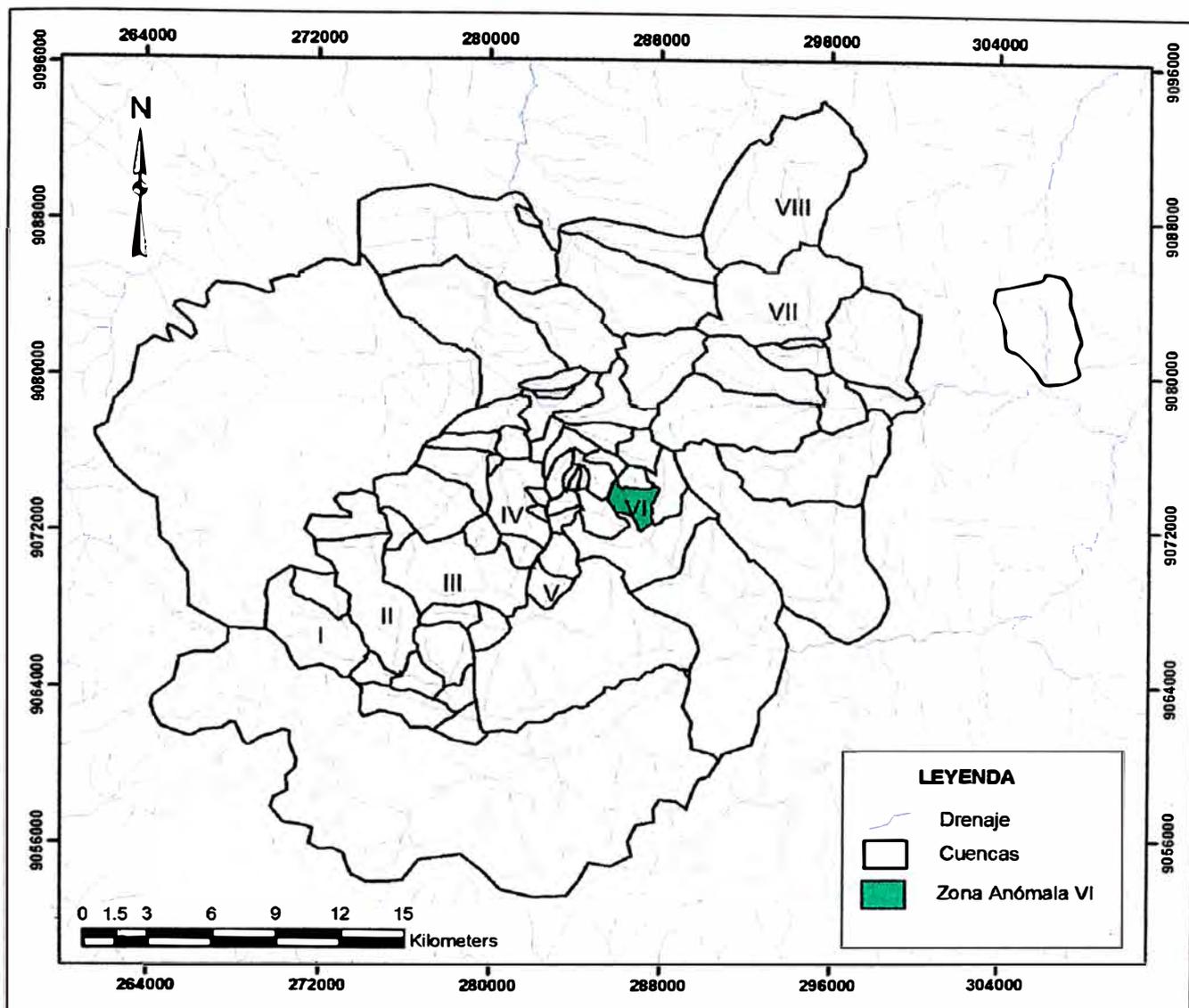


Figura 72 : Mapa zona anómala VI

Tabla 34: Zona anómala VI

Zona Anómala VI	
Área	3.33 Km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Au, Mo
Alteraciones reconocidas	Silicificación en andesitas
Mineralización	No ha sido reconocida
Litología	Micaesquistos 60%, monzonita, diorita 30%, andesitas 10%
Estructural	Intersección de lineamientos EW con NW
Ph del H <sub>2</sub> O	6.72 levemente ácido
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 223 ppb @ Au, 1.86 ppm @ Mo.

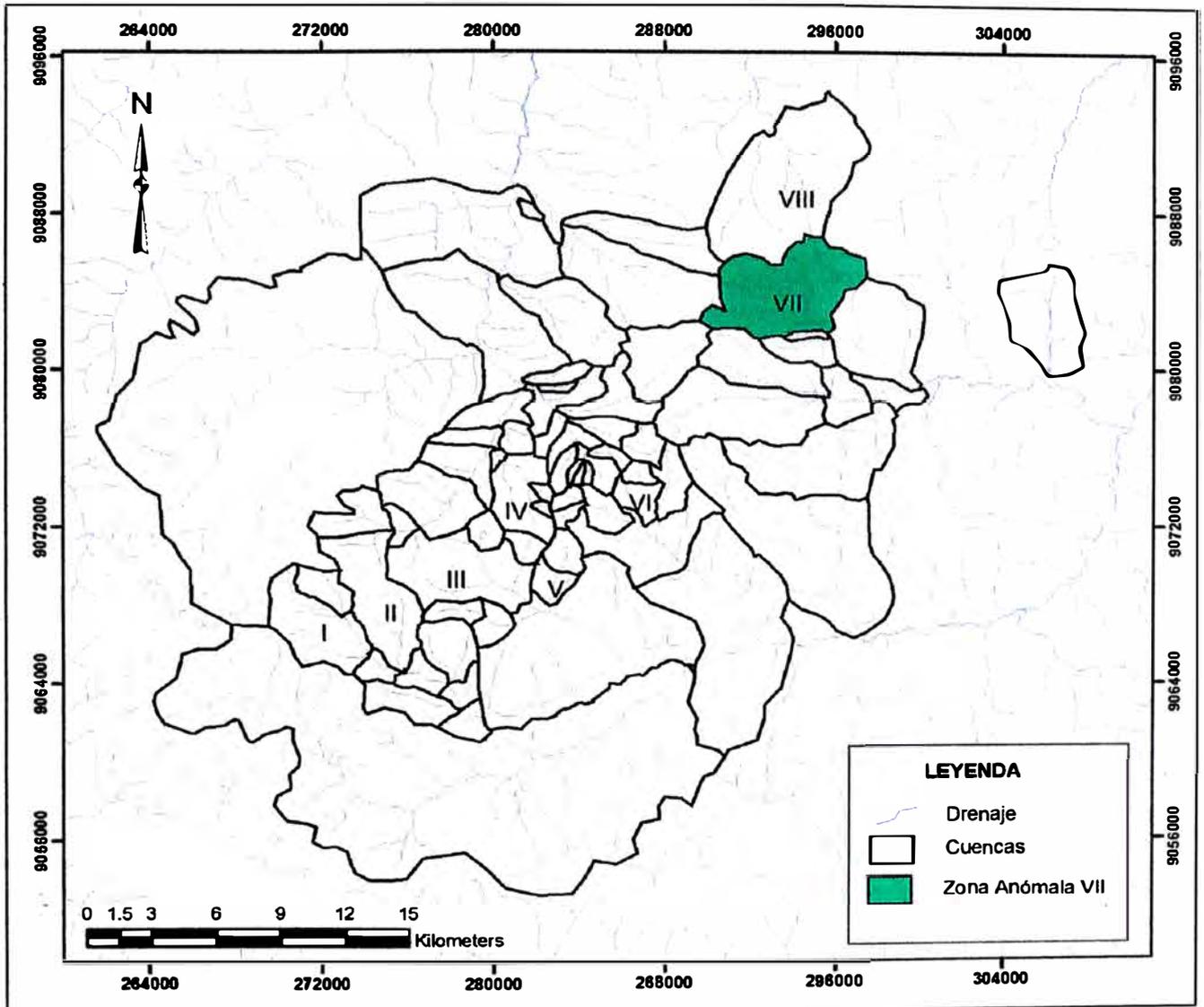


Figura 73 : Mapa zona anómala VII

Tabla 35: Zona anómala VII

Zona Anómala VII	
Área	25.6 Km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Ag, Pb, ±Cu
Alteraciones reconocidas	Propilítica
Mineralización	No reconocida
Litología	Intrusivos cuarzo-feldespatos, granodioritas, 60%, volcánicos andesíticos – dacíticos 40%
Estructural	Intersección de falla NW con lineamientos NS y NE
Ph del H2O	7.8 moderadamente alcalino.
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 0.1 ppm @ Ag, 26.6 ppm @ Pb, 21.8 ppm @ Cu

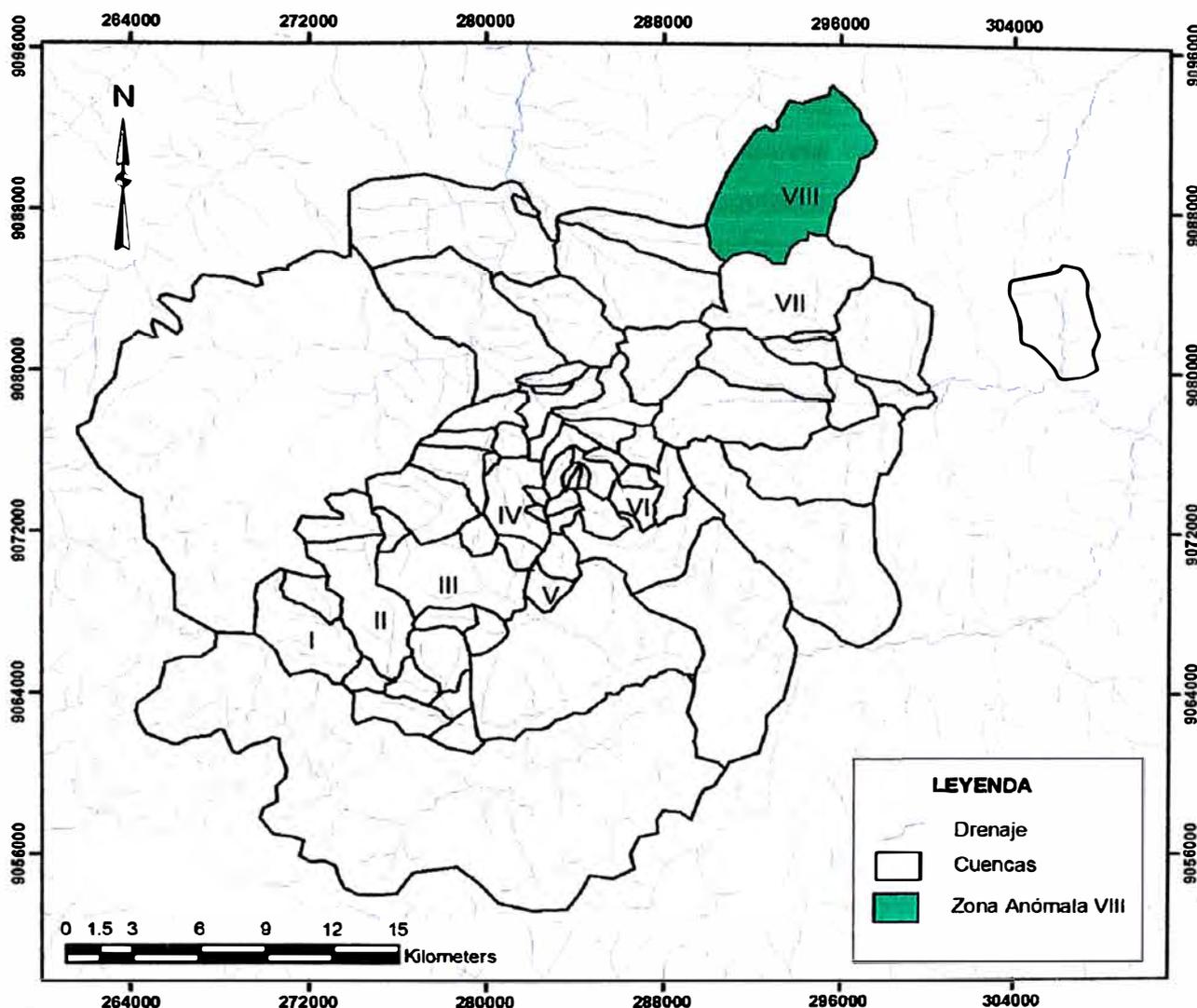


Figura 74 : Mapa zona anómala VIII

Tabla 36: Zona anómala VIII

Zona Anómala VIII	
Área	39.25 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Pb, Ag, Zn, ±Cu
Alteraciones reconocidas	Propilitica
Mineralización	
Litogía	Reconocida en rodados, granito, dioritas 80%, volcánicos andesíticos 20%
Estructural	
Ph del H <sub>2</sub> O	6.03 – 7.1
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 26.4 ppm @ Pb, 78 ppm @ Zn, 20.8 ppm @ Cu

### 5.3.4 DEFINICION DE NIVELES DE PRIORIDAD DE ZONAS ANÓMALAS

Una vez realizado el análisis de las muestras de sedimentos de corriente y de rocas se procedió a generar un plano final donde se señalan los niveles de prioridad para las zonas anómalas . Para la confección de este plano final se ha considerado toda la información generada anteriormente.

Se debe mencionar que en general existe buena correlación entre las muestras de sedimentos y de rocas para los elementos de Au, Ag, Cu, Pb, Zn lo cual respalda el análisis de muestras de sedimentos realizado previamente .

Se generó 4 zonas con distintos niveles de prioridad y que se han ordenado (de mayor a menor) de la siguiente manera:

**Tabla 37: Zona de Prioridad I**

<b>Zona de Prioridad I</b>	
Área	25.5 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Cu, Ag, Zn, Au, ±Pb
Alteraciones reconocidas	Reconocida en rodados: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Silicificación en andesitas e intrusivo félsico</li> <li>▪ cuarzo – sericita en diorita / monzonita</li> <li>▪ propilítica en monzonitas, andesitas y dioritas</li> </ul>
Mineralización	Cpy-py en venillas de intrusivo cuarzo-plagioclasa Cpy-py diseminada en monzonita Stockwork de qz-py en granito Py – hematina diseminada en monzonita
Litología	Micaesquistos 30%, intrusivos (monzonitas, dioritas, granitos) 50%, volcánicos dacíticos 20%
Estructural	Intersección de estructura circular con lineamiento NW, intersección de lineamiento NW con N20E Intersección de lineamiento NW con NS
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 62 ppm @ Cu, 0.3 ppm @ Ag, 132 ppm @ Zn, 643 ppb @ Au, 18.3 ppm @ Pb. Valores en muestras de roca: 726 ppm @ Cu, 1405 ppb @ Au 864 ppm @ Zn
Posible depósito asociado	Porfido de Cu

**Tabla 38: Zona de prioridad II**

<b>Zona de Prioridad II</b>	
Área	42.2 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Cu, Au, Zn, ±Mo, ±Ag, ±Pb
Alteraciones reconocidas	Silicificación intensa identificada en rodados de composición andesítica y silicificación moderada identificada en intrusivo félsico
Mineralización	Py diseminada en volcánicos silicificados e intrusivos
Litología	micaesquistos 70%, volcánicos andesíticos 20%, vetas de cuarzo metamórfico 10%
Estructural	Intersección de lineamientos EW con NE y N70W con N20E, Intersección de estructura circular con lineamientos N45 W y N70 W
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 55 ppm @ Cu, 913 ppb @ Au, 130 ppm @ Zn. Valores de muestras de roca : 48 ppm @ Pb
Posible depósito asociado	Filoneano, Vetas polimetálicas de Cuarzo asociadas a rocas metamórficas

**Tabla 39: Zona de Prioridad III**

<b>Zona de Prioridad III</b>	
Área	28.2 Km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Au, Cu, Mo
Alteraciones reconocidas	Silicificación en andesitas, propilítica en monzonita
Mineralización	Py diseminada
Litología	Micaesquistos 20%, monzonita, diorita 70%, andesitas 10%
Estructural	Intersección de lineamientos EW con NW
Ph del H2O	6.72 levemente ácido
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 1500 ppb @ Au, 83.9 ppm @ Cu, 1.86 ppm @ Mo. Valores en muestras de rocas: 51 ppb @ Au, 34.9 ppm @ Ag , 2250 ppb @ Cu
Posible depósito asociado	Filoneano, vetas de cuarzo con Au ±Cu asociada a volcánicos

**Tabla 40:** Zona de Prioridad IV

<b>Zona de Prioridad IV</b>	
Área	89.3 Km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Pb, Ag, Zn ±Cu
Alteraciones reconocidas	Propilítica
Mineralización	No reconocida
Litología	Intrusivos cuarzo-feldespatos, granodioritas, 60%, volcánicos andesíticos – dacíticos 40%
Estructural	Intersección de falla NW con lineamientos NS y NE
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 0.1 ppm @ Ag, 26.6 ppm @ Pb, 21.8 ppm @ Cu, 78 ppm @ Zn, Valores de Muestras de rocas: 64 ppm @ Pb, 106 ppm @ Zn.
Posible depósito asociado	Vetas Polimetalicas Pb, Ag, Zn ±Cu asociada a rocas volcánicas.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- La interpretación e identificación de lineamientos regionales y continentales demuestra que muchos de estos controlan a los principales depósitos minerales económicos por lo tanto pueden ser usados como guías en la prospección minera.
- El área de Alto Tocache se encuentra dentro de una zona estructural favorable donde existe intersección de hasta 6 lineamientos regionales asociados a depósitos minerales existentes lo que sugiere un potencial prospectivo importante para esta.
- Localmente los sistemas estructurales que predominan son el NO-SE siguiendo el rumbo andino, NE- SW y en menor proporción el sistema NS.
- La edad de las rocas intrusivas en área está asignada por INGEMMET como pertenecientes al Carbonífero sin embargo la diversidad en su composición con muchas fases y la existencia de un complejo volcánico indiferenciado emplazado en la parte central del área el cual se encuentra preservado y relacionado a estilos de alteración tipo pórfido sugieren que existe una erosión débil o incipiente dejando abierta la posibilidad de la existencia de rocas volcánicas e intrusivas mas jóvenes.
- La mineralización reconocida ocurre en su mayoría asociada a vetas de cuarzo emplazadas en rocas metamórficas con pirita y calcopirita diseminada, en menor proporción existe evidencias de mineralización del tipo pórfidos y skam.

- Vetillas tipo stockwork ocurren en la parte central del área en monzonitas y granitos con alteración potásica, algunas veces con presencia de malaquita (posible oxidación de covelita) lo que sugiere la existencia de un estilo de mineralización tipo pórfido.
- Se ha identificado en menor proporción estilos de mineralización tipo skarn (muestra RA 030920) con minerales típicos de skarn asociados a marcasita y calcopirita
- La abundancia de rocas con alteración silíceas asociadas a zonas propilíticas y argílicas en rocas volcánicas andesíticas, dacíticas y riolíticas indicaría también la existencia de un sistema epitermal en el área.
- Las vetas de cuarzo con sulfuros presentes en las rocas metamórficas parecen estar relacionadas a zonas de cizalla como se pudo observar en las riberas de Río Tocache.
- Metalogénicamente el área está caracterizada por la ocurrencia regional de mineralización tipo filoniana de Au, Au-Ag, Au-Cu, y Pb-Zn-Au-Ag, en menor proporción se tienen skarn Au, Au-Ag-Cu, y mantos de Cu, Pb-Ag,
- El grado de transporte de los sedimentos muestreados en las cuencas es moderado a bajo, esto se puede explicar debido a que se tiene un promedio de área de cuencas de 15 km<sup>2</sup>, asimismo la fracción dominante en los sedimentos es arena con evidencia de poco transporte, las pendientes de los drenajes son moderadas lo que nos lleva a suponer que las anomalías identificadas en las cuencas corresponden a zonas relativamente cercanas a los puntos de muestreo.
- Existe una buena correlación de valores entre las muestras de sedimentos de corriente y las muestras de roca coincidiendo en su mayor parte para los elementos de Au, Ag, Cu, Pb y Zn, sin embargo para el análisis final y posterior ranking de las zonas anómalas se le ha dado mayor peso a las muestras de sedimentos ya que las muestras de roca corresponde en su mayoría a muestras de rodados.
- Los valores más altos de oro en rocas están relacionados a vetas de cuarzo y a brechas hidrotermales silicificadas.

- Los valores de cobre en muestras de rocas están relacionados a vetas de cuarzo, brechas hidrotermales silicificadas y a rocas de composición monzonítica a diorítica con venillas de cuarzo-hematita y pirita–calcopirita además de presentar alteración potásica, que sugiere un estilo de mineralización tipo pórfido.
- El sector noreste del área (zona de prioridad IV) presenta anomalía con buena correlación de plomo con la plata y zinc, encontrándose en el contacto entre los intrusivos con los volcánicos.
- En el sector central del área (zona de prioridad III) existe una anomalía importante de oro dentro de un contexto de rocas metamórficas y en el contacto de estas con las rocas intrusivas.
- En el sector suroeste (zonas de prioridad I y II) existen anomalías consistentes de Cu, Au y Zn, las dos primeras relacionadas a presencia de rocas metamórficas y volcánicas y la tercera a presencia de intrusivos dioríticos monzoníticos.
- El PH del agua de los drenajes de las cuencas se hace mas ácido cuando se tratan de cuencas con predominancia de rocas intrusivas y volcánicas probablemente se deba a que en estas zonas la presencia de sulfuros (py-cpy) asociadas a rocas con silicificación en las rocas es mayor.
- Se recomienda realizar un programa de prospección mas detallada en las zonas anómalas identificadas según los niveles de prioridad sugeridos, este debe incluir la identificación de afloramientos para determinar el origen de las anomalías.
- Se recomienda realizar más estudios petrográficos a las muestras obtenidas con el fin de determinar con mayor certeza el o los estilos de mineralización existentes en el área y de esta manera poder enfocar adecuadamente según sea el caso el programa de exploración.
- Se recomienda que dentro de la metodología de muestreo de sedimentos de corriente en este tipo de ambientes se tenga especial cuidado al tomar las muestras ya que es frecuente en esta zonas la probabilidad de contaminación por procesos naturales debido a la existencia de deslizamientos o crecidas de las aguas de ríos que ocasionan contaminación generando que la muestra deje de ser representativa.

## **CAPITULO VII**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Allende, T., 1996, Geología del cuadrángulo de San Pedro de Chonta. INGEMMET, Bol. 68, serie A.

Castro, W., 2003, Geología de la Región San Martín. Estudio temático preliminar. IIAP

Castro, W., 2005, Geología y Geomorfología de Tocache. Informe final zonificación ecológica económica de Tocache. IIAP.

Chacon, N., Canchaya, S., Morche, W. y Aranda, A., 1997, Metalogenia como guía para la prospección minera en el Perú. Sociedad Geológica del Perú, Bol. vol 87.

Escobedo, R., 2005, Fisiografía de Tocache. Informe Final zonificación ecológica económica de Tocache. IIAP.

Ferrari. E., Bussey, S. y Bustamante, A., 2003, Preliminar conclusions from the Tocache Follow-up Sampling. Informe interno de WMC.

Ferrari. E., Bussey, S. y Bustamante, A., 2003, Central Peru Thrust Belt Project Work Program Review Final Report. Informe interno de WMC.

García, J. y Misajel, J., 2005, Hidrografía de Tocache. Informe Final zonificación ecológica económica de Tocache. IIAP.

Dalmarayac, B., 1986. Estudio Geológico de la Cordillera Oriental. INGEMMET, Bol., serie D.

Dávila, J., Guevara, C., Pecho, V. y Brennan, P., 1978, Interpretación geológica de la Cordillera Oriental a partir de imágenes Slar. Sociedad Geológica del Perú, Bol. 67.

Dávila, J., Quispesivana, L. y Reyno, J., 2004, Sensores remotos aplicados a geología, XII Congreso de Peruano de Geología, curso corto.

Diaz, G., Milla, D., Huayhua, R., Montoya, A. y Castro, W., 1998 Geología de los cuadrángulos de Tocache y Uchiza. INGEMMET, Bol. 126, serie A.

Doherty, M., 2002, Peru Cu-Au Program, target Tocache Geochemistry-Preliminary. International Geochemical Consultants. Informe interno de WMC.

Doherty, M., 2002, Peru Cu-Au Program Geochemistry Procedure Recommendations. International Geochemical Consultants. Informe interno de WMC.

Gil, W., 2002, Evolución lateral de la deformación de un frente orogénico: Ejemplo de las cuencas subandinas entre 0° y 16°S. Sociedad Geológica del Perú, Bol., 4.

Harrison, J.V. , 1951, Geología de los Andes Orientales del Perú Central. Sociedad Geológica del Perú, Bol. 21.

Martinez, W., Valdivia, E., Cuyubamba, V., 1998, Geología de los cuadrángulos de Aucayacu, Río Santa Ana y Tingo María. INGEMMET, Bol. 112, serie A.

Megard, F., 1979, Estudio Geológico de los Andes Centrales. INGEMMET, Bol. 8, serie D.

Morche, W., 2003, Petrographic Description and Análisis of Six Thin Sections. Informe interno de WMC.

Rivera, H., 2001, Introducción a la Geoquímica General y Aplicada.

Tabcart, F., 2001, Preliminary Target Generation: Central Perú Thrust Belt. Informe interno de WMC.

Tabcart, F. y Black, J., 2001, Target Review : Central Peru Thrust Belt. Informe interno de WMC.

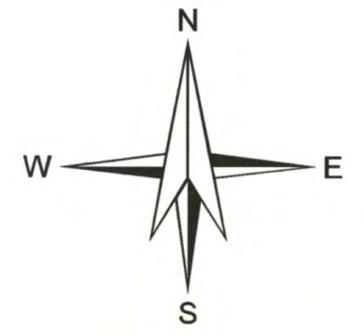
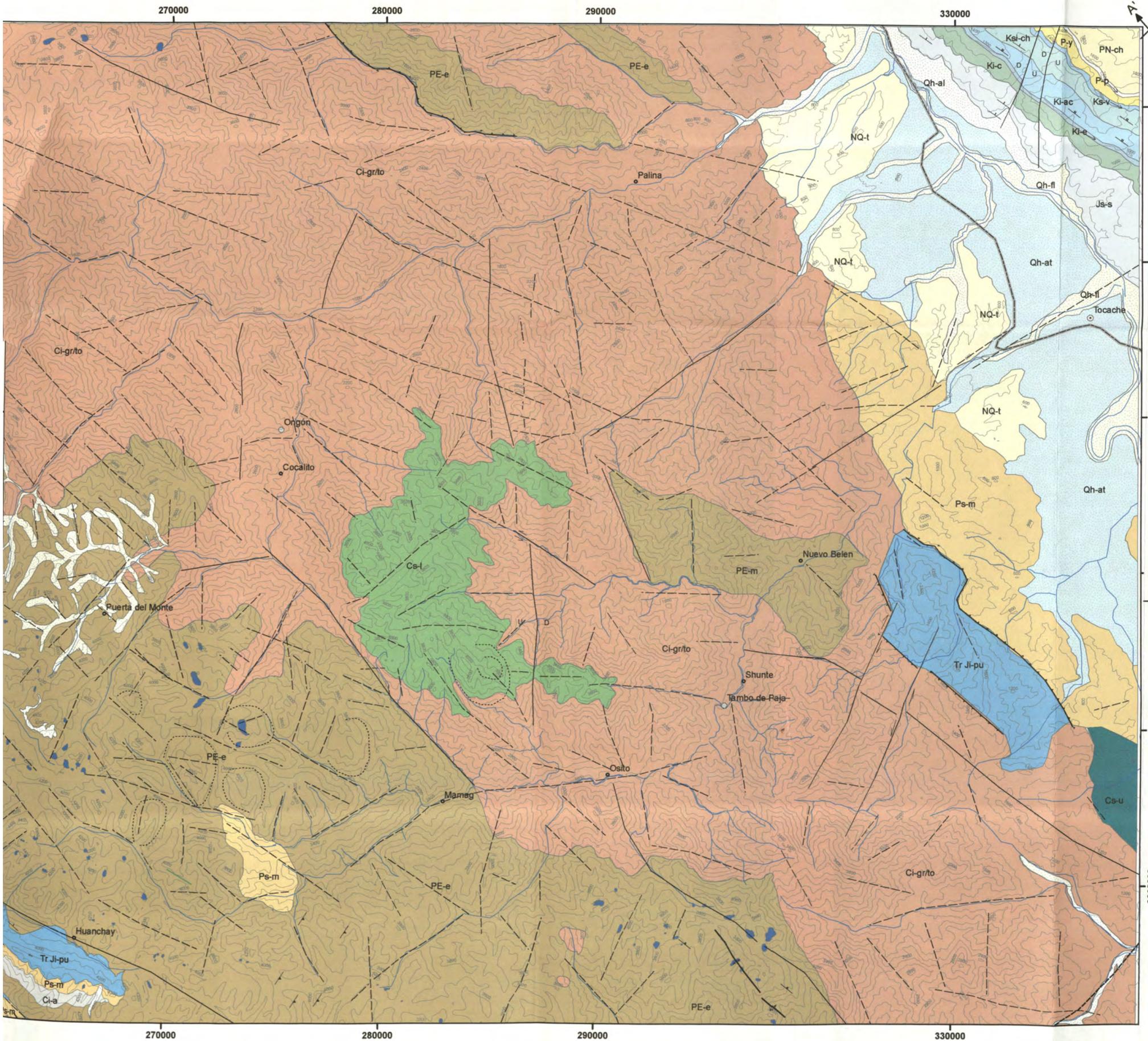
Tumialan, H., 2003, Compendio de Yacimientos Minerales del Perú. INGEMMET, Bol. 10, serie B.

Villanueva, R., 2003, Métodos estadísticos y análisis en componentes principales aplicados a la exploración y explotación minera.

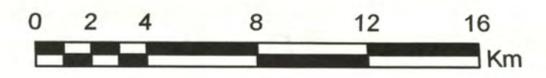
Wilson, J. y Reyes, L., 1964, Geología del cuadrángulo de Pataz. INGEMMET, Bol. 9.

Wilson, J., Reyes, L. y Garayar, J., 1995, Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. INGEMMET, Bol. 60, serie A.

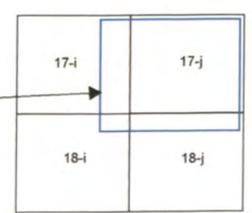
**ANEXO I**  
**RELACIÓN DE LÁMINAS**



WGS\_1984\_UTM\_Zone\_18S  
 Projection: Transverse\_Mercator  
 False\_Easting: 500000.000000  
 False\_Northing: 10000000.000000  
 Central\_Meridian: -75.000000  
 Scale\_Factor: 0.999600  
 Latitude\_Of\_Origin: 0.000000



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZÓICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Qh-fl DEPOSITOS FLUVIALES Qh-al DEPOSITOS ALUVIALES Qh-at DEPOSITO ALUVIAL TERRAZAS		
		PLEISTOCENO	NQ-t FORMACION TOCACHE		
		NEÓGENO	MIOCENO	PN-ch FORMACION CHAMBIRA P-p FORMACION POZO P-y FORMACION YAHUARANGO	
	PALEÓGENO	EOCENO			
		PALEOCENO			
MESOZÓICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	Ks-v FORMACION VIVIAN Ks-ch FORMACION CHONTA Ks-ac FORMACION AGUA CALIENTE Ks-e FORMACION ESPERANZA Ks-c FORMACION CUSHABATAY		
		INFERIOR	Js-s FORMACION SARAYAKUILLO		
		JURÁSICO	SUPERIOR	Tr Ji-pu GRUPO PUCARA	
	TRIÁSICO	SUPERIOR			
		PERMICO	SUPERIOR	Ps-m GRUPO MITU	
		CARBONIFERO	SUPERIOR	Cs-l FORMACION LAVASEN Cs-g GRUPO AMBO	
NEO PROTE-ROZÓICA			PE-m COMPLEJO MARAÑÓN	Cs-u SUBVOLCANICO UCHIZA Ci-gr/ro COMPLEJO INTRUSIVO METAL-PALINA	



**Leyenda**

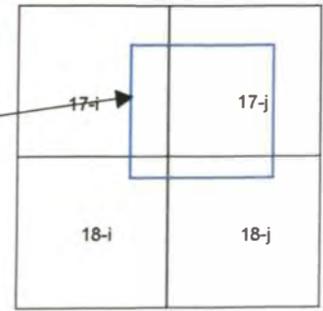
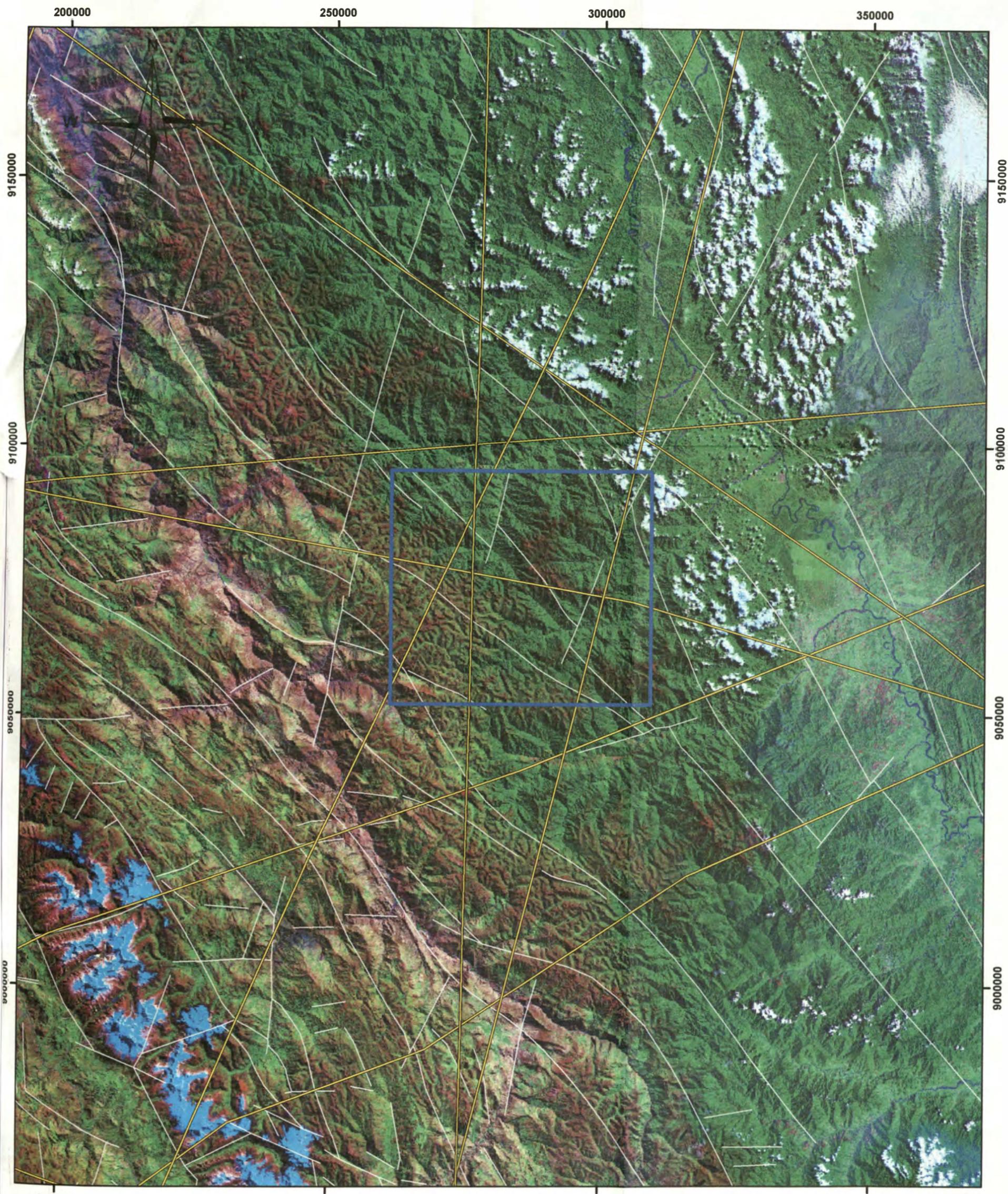
- Rumbo y buzamiento de estratos
- Rumbo y buzamiento de foliación
- Falla Normal
- Falla de rumbo
- Sobrescurrimiento
- Falla
- Lineamiento
- Sinclinal
- Anticlinal
- Línea de sección geológica
- Drenaje
- Lagos, lagunas
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caseríos
- Vías de acceso

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA  
 MINERA Y METALÚRGICA

INFORME DE INGENIERÍA  
 Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
 en la Cordillera Oriental  
 Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Mapa Geológico Regional**  
**AREA ALTO TOCACHE**

Modificado de INGENMET por : A. Bustamante      Fecha: Noviembre 2008      Lámina : 1



- SIMBOLOS**
- Lineamientos regionales mineralizados
  - Fallas
  - Área de estudio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA  
 MINERA Y METALÚRGICA

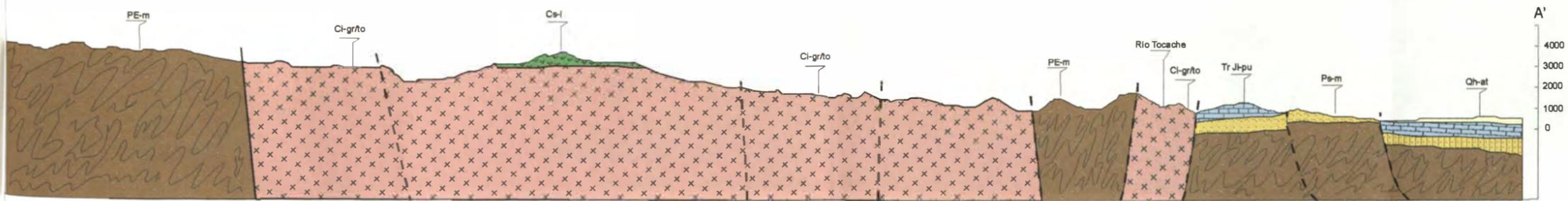
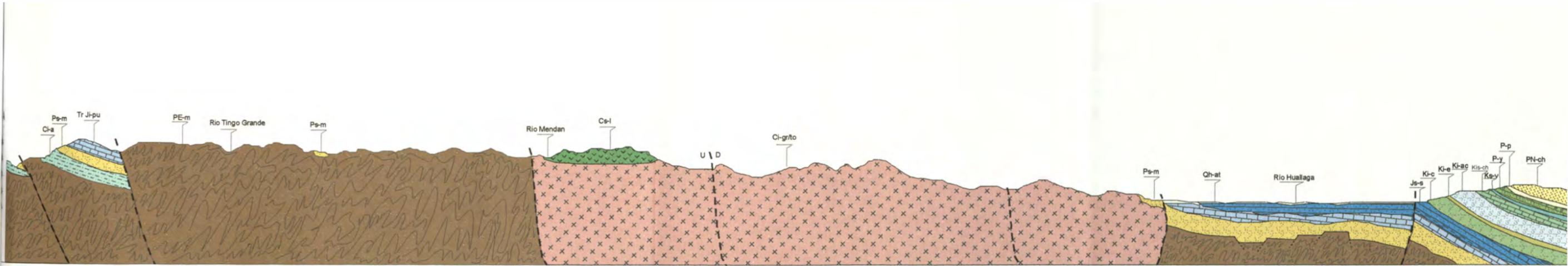
**INFORME DE INGENIERÍA**  
 Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
 en la Cordillera Oriental  
 Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Interpretación Estructural Regional**  
**Imagen Landsat MrSid**  
 Combinación de Bandas 7, 4, 2, (RGB)

Modificado de Interpretación  
 Estructural Regional de WMC  
 por : A. Bustamante

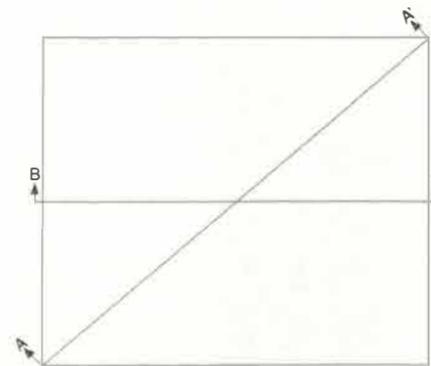
Fecha:  
 Noviembre 2008

**Lámina : 2**

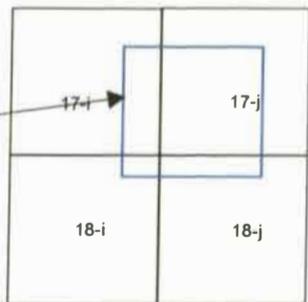
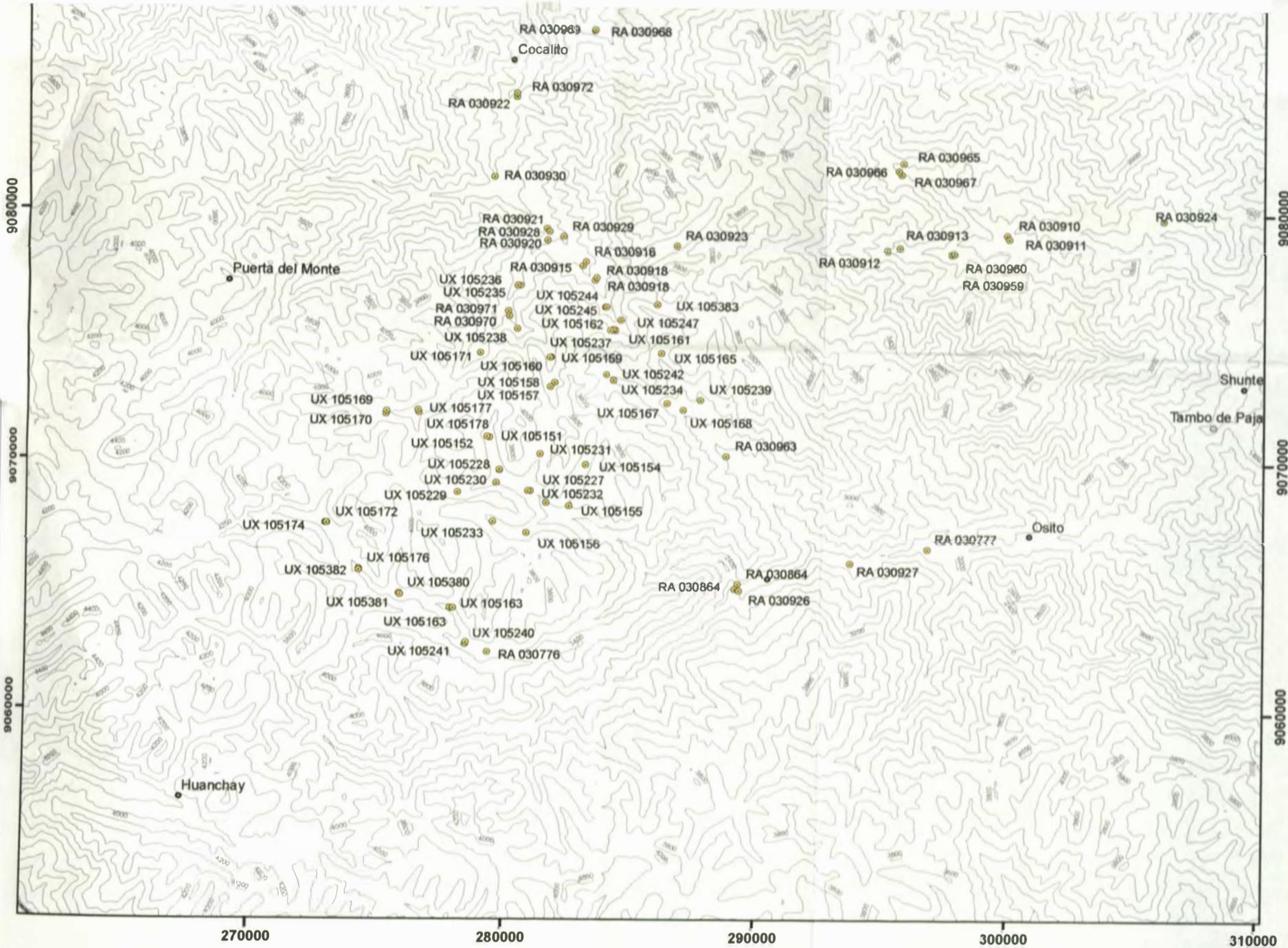


ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZÓICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Qh-fl DEPOSITOS FLUVIALES Qh-al DEPOSITOS ALUVIALES Qh-at DEPOSITO ALUVIAL TERRAZAS	
		PLEISTOCENO		
	NEÓGENO	MIOCENO	NQ-t FORMACIÓN TOCACHE	
		OLIGOCENO	PN-ch FORMACION CHAMBIRA P-p FORMACION POZO	
		EOCENO	P-y FORMACION YAHUARANGO	
		PALEOCENO		
MESOZÓICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	Ks-v FORMACION VIVIAN Ks-ch FORMACION CHONTA Kl-ac FORMACION AGUA CALIENTE	
		INFERIOR	Kl-e FORMACION ESPERANZA Kl-c FORMACION CUSHABATAY Ks-c FORMACION SARAYAQUILLO	
	JURÁSICO	SUPERIOR		
		INFERIOR		
	TRIÁSICO	SUPERIOR	GRUPO PUCARA	
	PALEOZÓICO	PERMICO	SUPERIOR	Ps-m GRUPO MITU
CARBONIFERO		SUPERIOR	Cs-l FORMACION LAVASEN	
		INFERIOR	Cl-a GRUPO AMBO	
NEO PROTE-ROZÓICO				

ESCALA 1:250,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA		
<b>Secciones Geológicas del Área Alto Tocache</b>		
Autor: A. Bustamante	Fecha: Noviembre 2008	Lámina : 3



Escala 1:200,000

**SIMBOLOS**

- Ubicación de muestras de sedimentos
- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA  
MINERA Y METALÚRGICA**

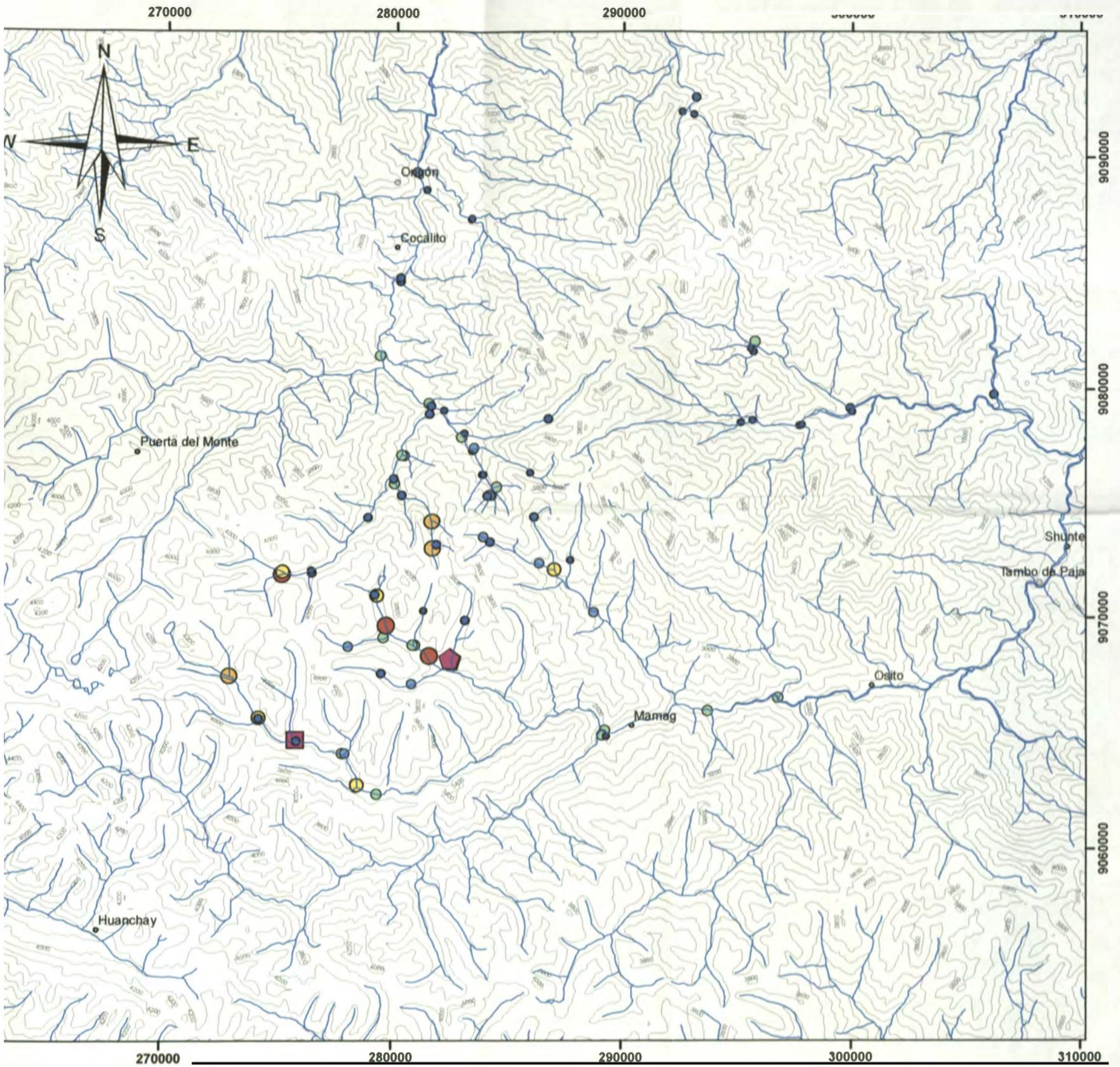
**INFORME DE INGENIERÍA**  
Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
en la Cordillera Oriental  
Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Mapa de ubicación de muestras**  
**Sedimentos de Corriente**

*Autor:*  
A. Bustamante

*Fecha:*  
Noviembre 2008

**Lámina : 4**



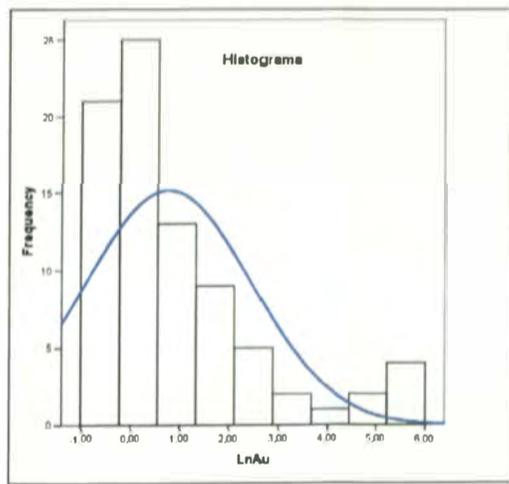
**LEYENDA**

**AUFA\_PPB**

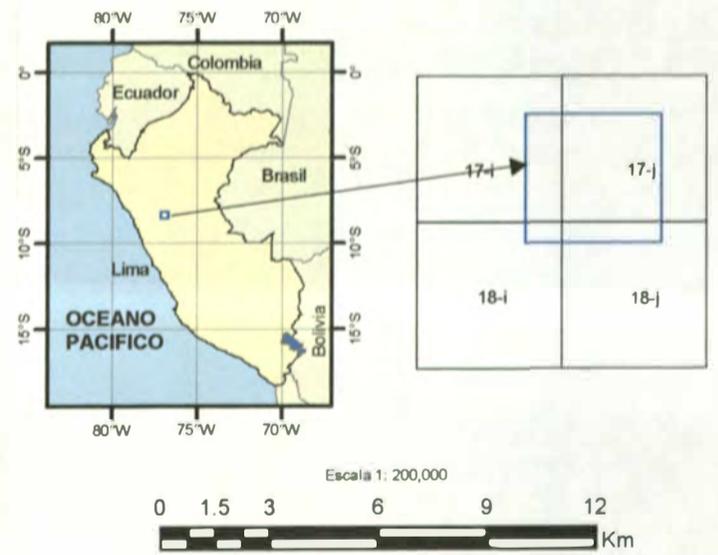
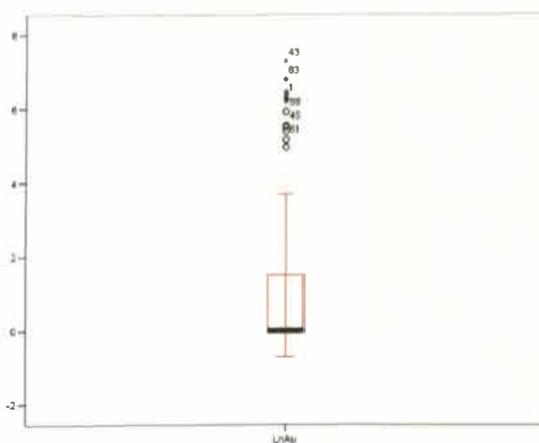
- 0.0 - 0.5
- 0.6 - 1.0
- 1.1 - 2.0
- 2.1 - 20.0
- 20.1 - 228.2
- 228.3 - 521.4
- 521.5 - 707.8
- 707.9 - 983.4
- 983.5 - 1500.0

**SIMBOLOS**

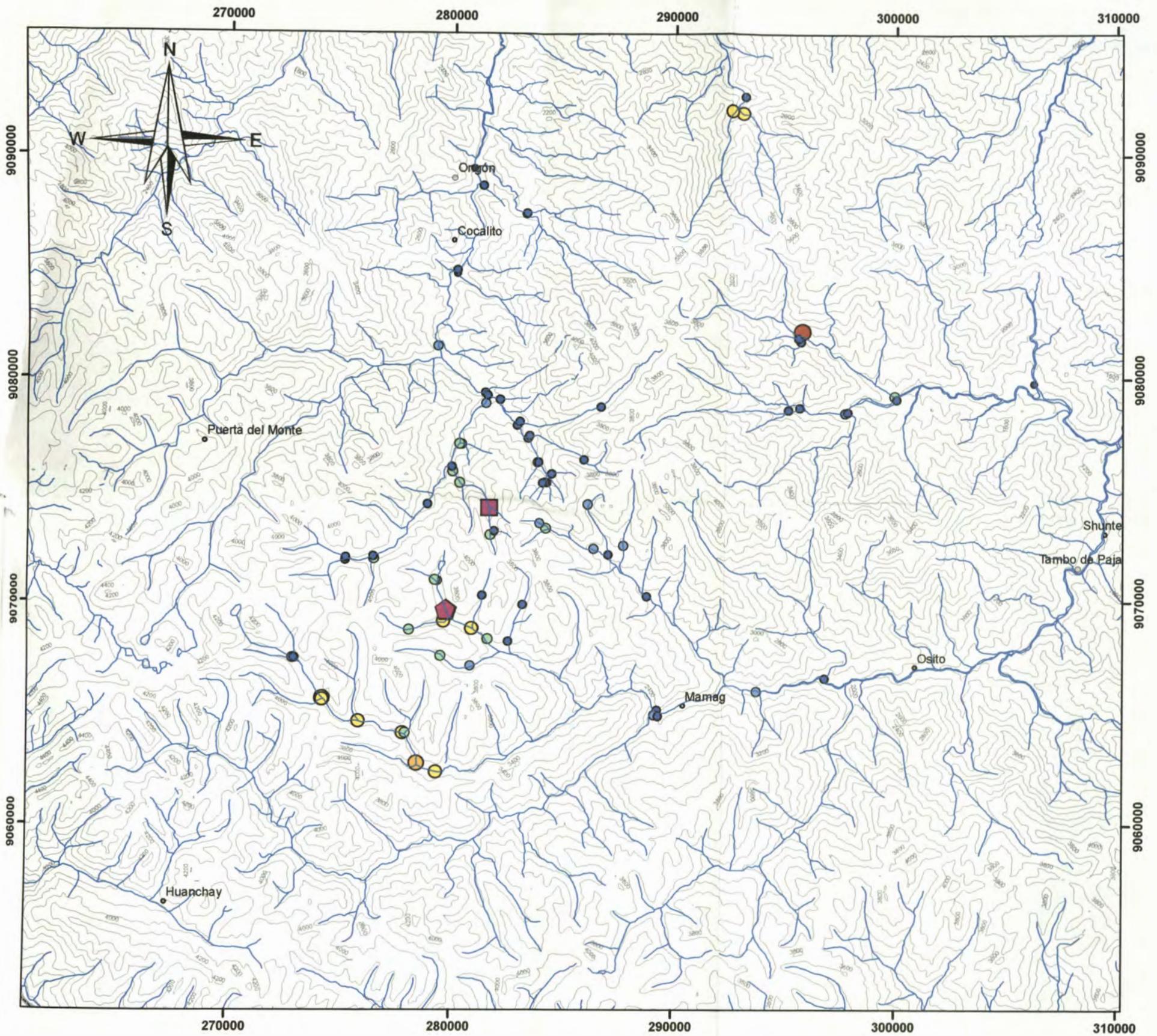
- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caseríos
- Vías de acceso



Número de muestras : 88  
 Valor mínimo : 0.5  
 Valor máximo : 1500  
 Desviación : 0.36  
 Media : 9.35  
 Threshold : 20.07



 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>  <b>MINERA Y METALÚRGICA</b></p>		
<p><b>INFORME DE INGENIERÍA</b>  <b>Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu</b>  <b>en la Cordillera Oriental</b>  <b>Departamentos de San Martín y La Libertad.</b></p>		
<p><b>Mapa Geoquímico - Oro</b>  <b>Sedimentos de Corriente</b></p>		
<p><i>Autor :</i> A. Bustamante</p>	<p><i>Fecha :</i> Noviembre 2008</p>	<p><b>Lámina : 5</b></p>



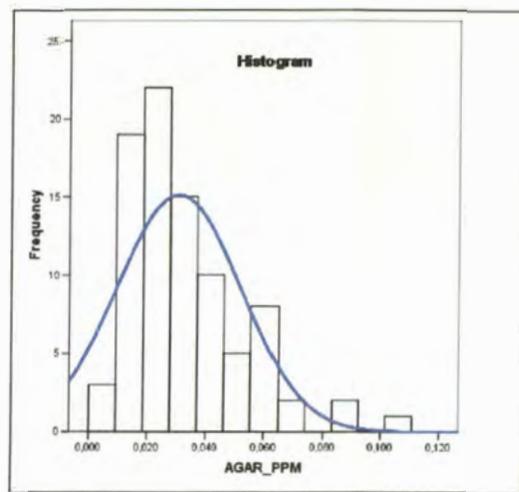
**LEYENDA**

**AGAR\_PPM**

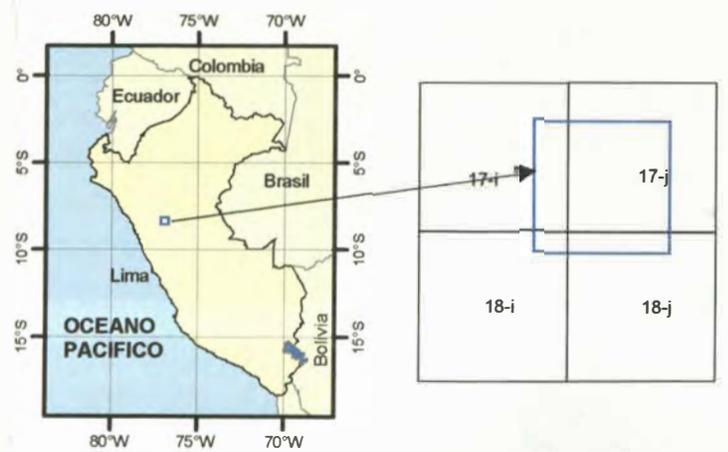
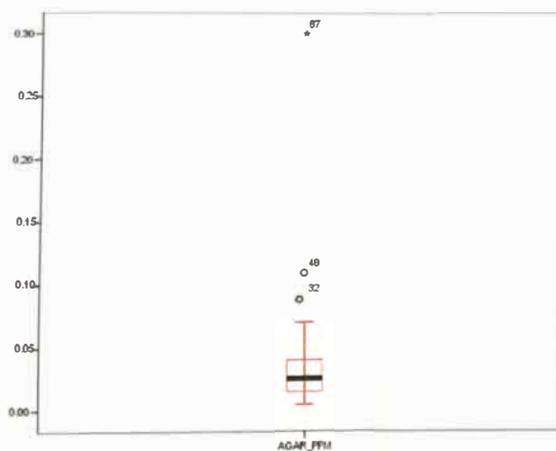
- 0.000 - 0.005
- 0.006 - 0.020
- 0.021 - 0.030
- 0.031 - 0.050
- 0.051 - 0.060
- 0.061 - 0.070
- 0.071 - 0.095
- 0.096 - 0.133
- ◆ 0.134 - 0.300

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



Número de muestras: 88  
 Valor mínimo: 0.01  
 Valor máximo: 0.3  
 Desviación: 0.02  
 Media: 0.03  
 Threshold: 0.07



Escala 1: 200,000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

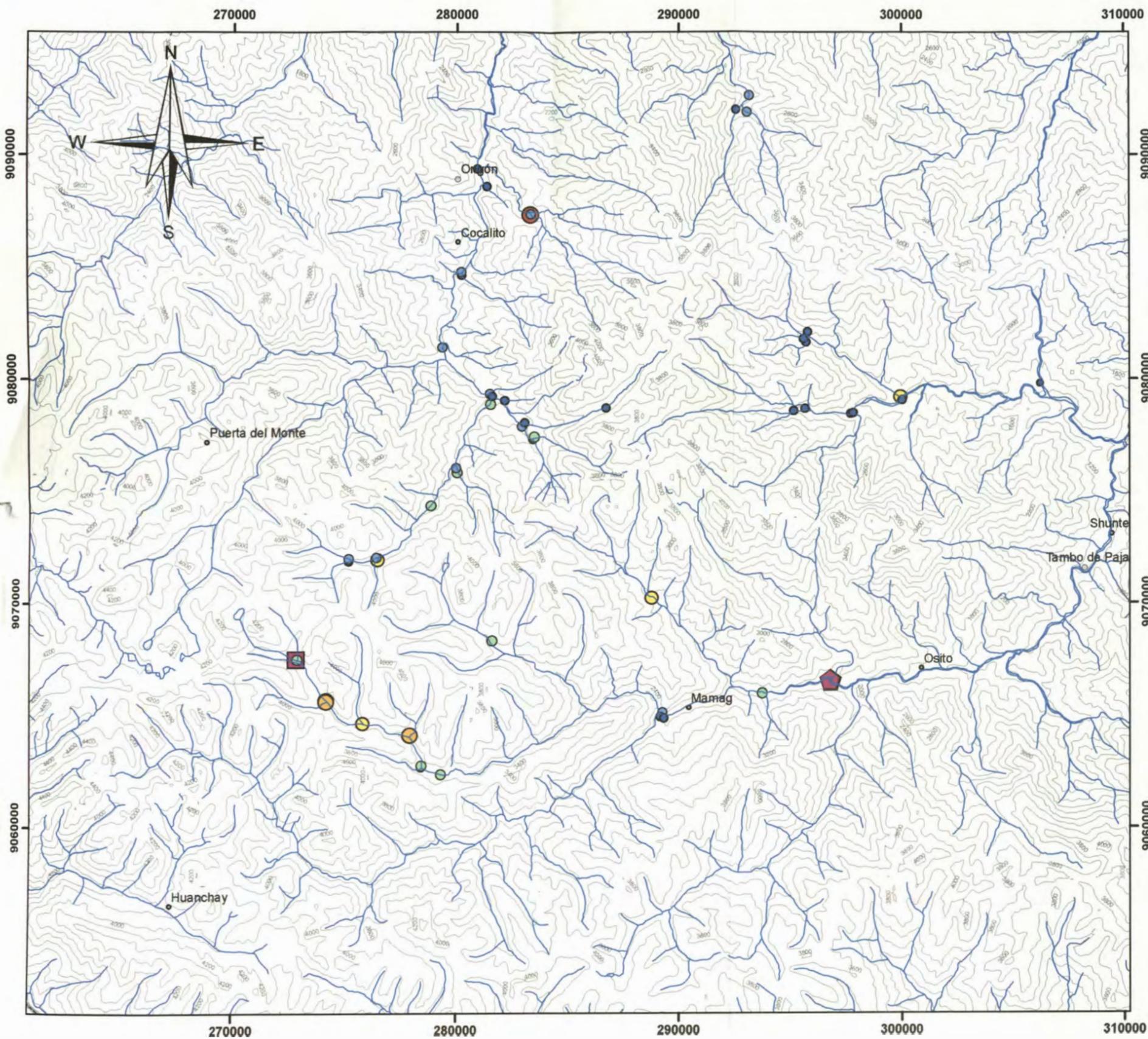
**INFORME DE INGENIERÍA**  
 Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
 en la Cordillera Oriental  
 Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Mapa Geoquímico - Plata**  
**Sedimentos de Corriente**

Autor:  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2007

Lámina : 6



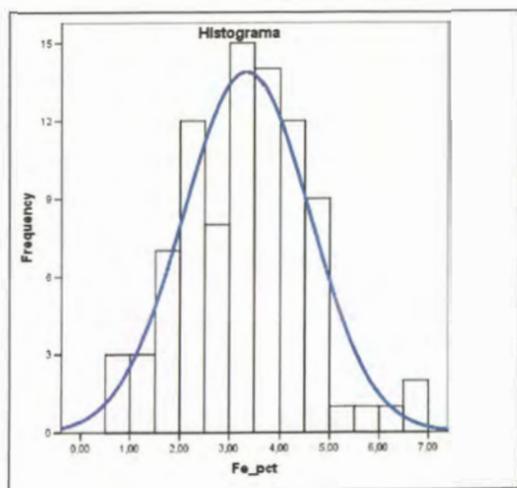
**LEYENDA**

**FEAR\_**

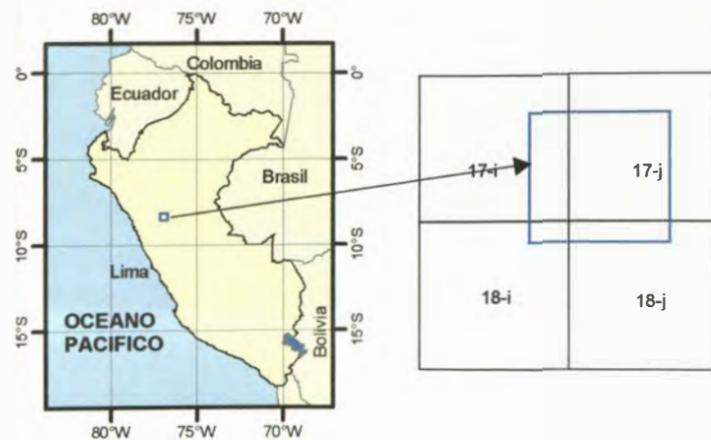
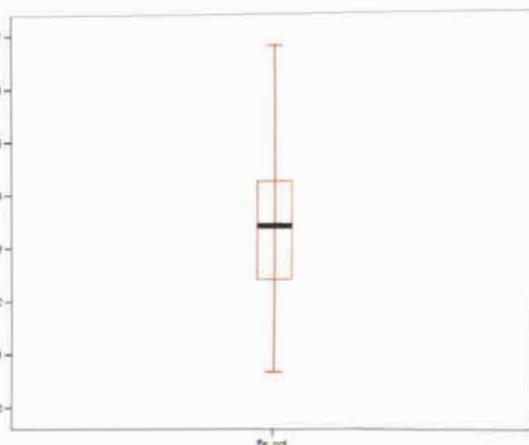
- 0.00 - 0.67
- 0.68 - 2.61
- 2.62 - 3.28
- 3.29 - 3.95
- 3.96 - 4.63
- 4.64 - 4.91
- 4.92 - 5.85
- 5.86 - 6.75
- 6.76 - 6.80

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



Número de muestras : 88  
 Valor mínimo : 0.7  
 Valor máximo : 6.8  
 Desviación : 1.25  
 Media : 3.32  
 Threshold : 5.86



Escala 1: 200,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA  
 MINERA Y METALÚRGICA

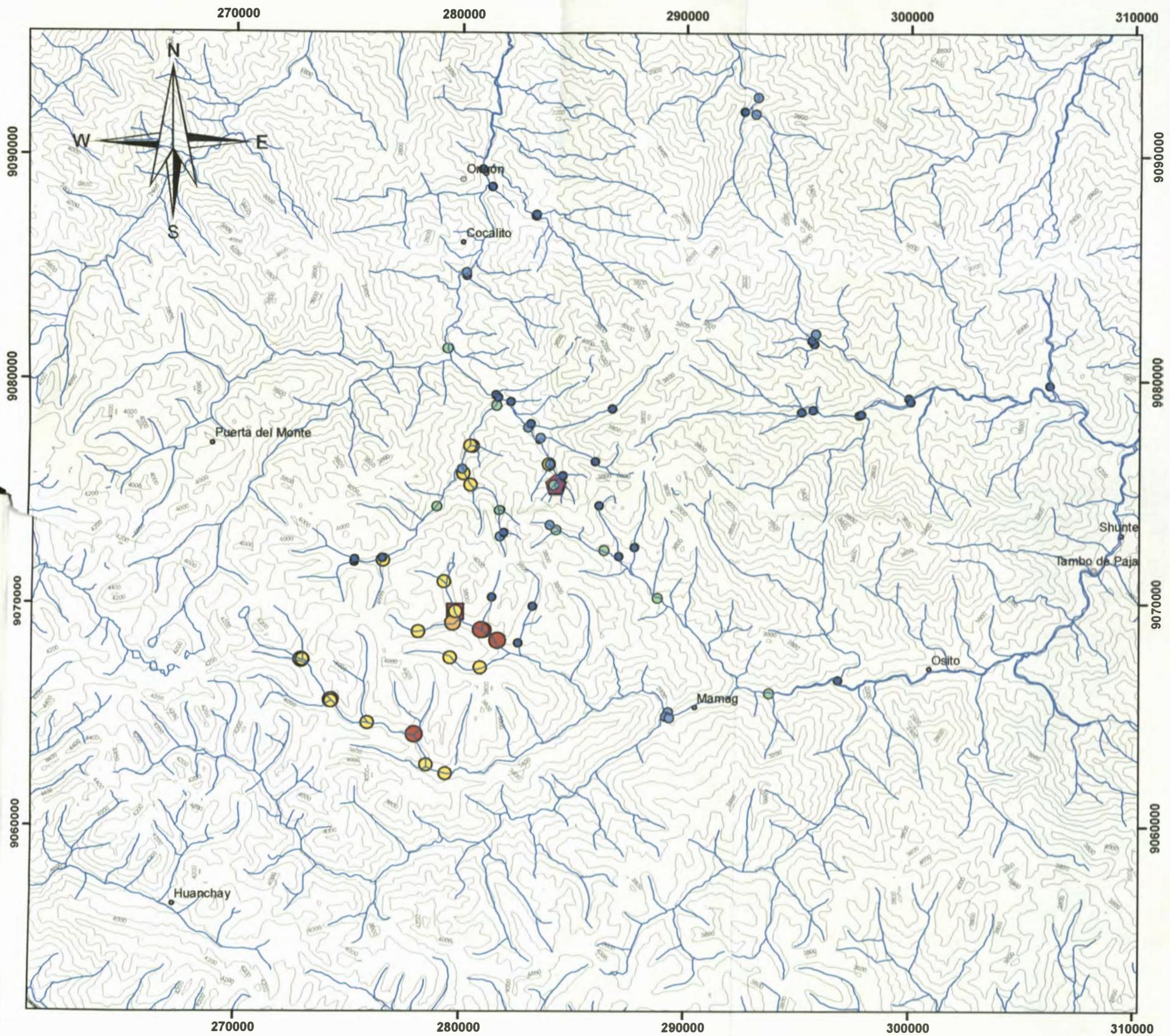
INFORME DE INGENIERÍA  
 Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
 en la Cordillera Oriental  
 Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Mapa Geoquímico - Fierro**  
**Sedimentos de Corriente**

Autor :  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2008

Lámina : 7



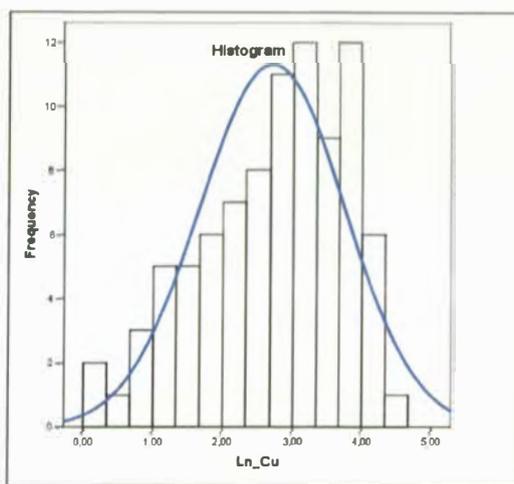
**LEYENDA**

**CUAR\_PPM**

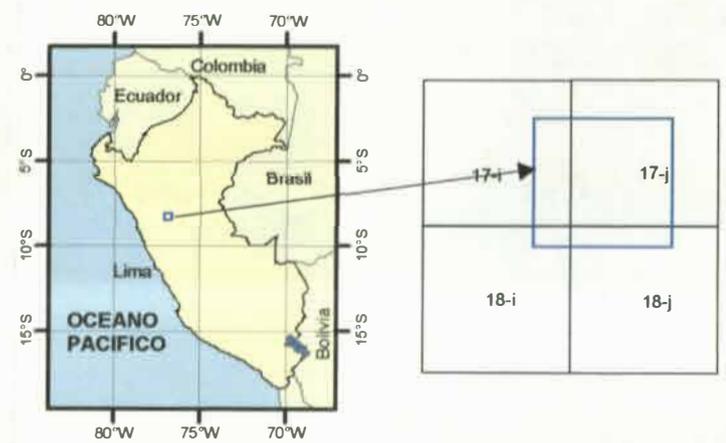
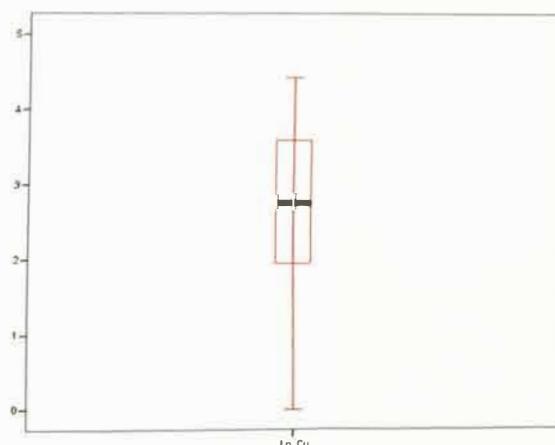
- 0.0 - 1.0
- 1.1 - 13.1
- 13.2 - 23.5
- 23.6 - 31.4
- 31.5 - 48.9
- 49.0 - 56.2
- 56.3 - 61.7
- 61.8 - 64.6
- 64.7 - 83.9

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caseríos
- Vías de acceso



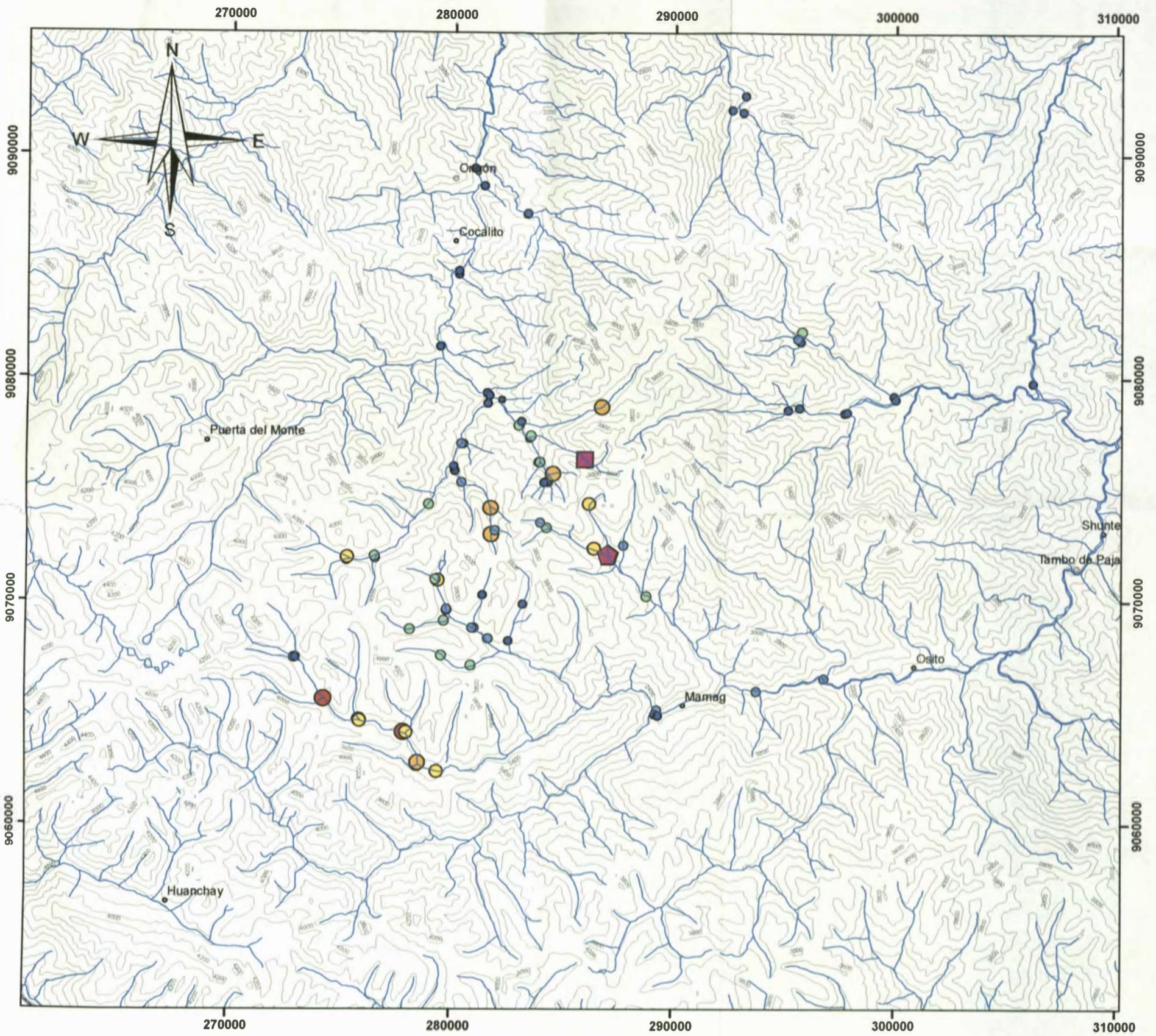
Número de muestras : 88  
 Valor mínimo : 1  
 Valor máximo : 83.9  
 Desviación :  
 Media : 28.1  
 Threshold : 31.54



Escala 1: 200,000



 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>  <b>MINERA Y METALÚRGICA</b></p>		
<p><b>INFORME DE INGENIERÍA</b>  <b>Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu</b>  <b>en la Cordillera Oriental</b>  <b>Departamentos de San Martín y La Libertad.</b></p>		
<p><b>Mapa Geoquímico - Cobre</b>  <b>Sedimentos de Corriente</b></p>		
<p><i>Autor :</i> A. Bustamante</p>	<p><i>Fecha:</i> Noviembre 2008</p>	<p><b>Lámina : 8</b></p>



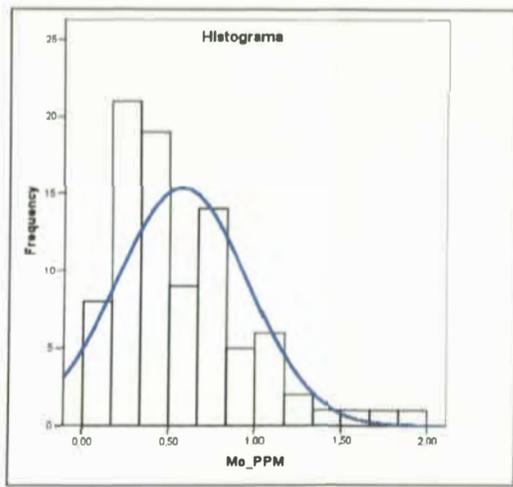
**LEYENDA**

**MOAR\_PPM**

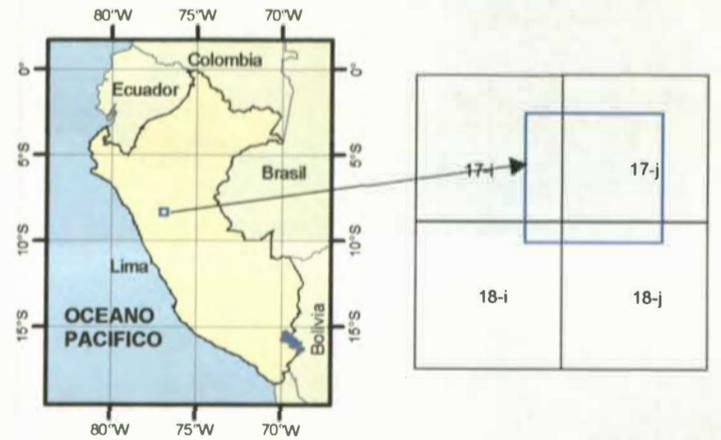
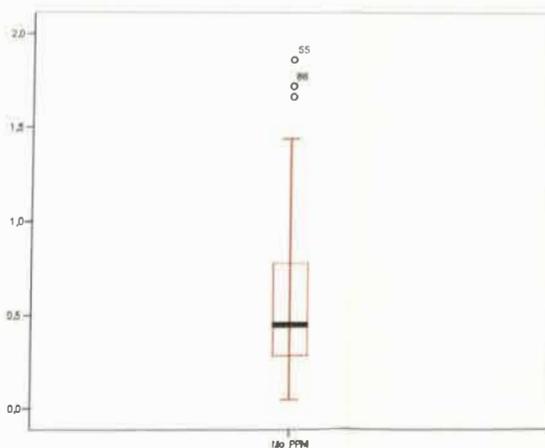
- 0.00 - 0.05
- 0.06 - 0.35
- 0.36 - 0.63
- 0.64 - 0.82
- 0.83 - 1.06
- 1.07 - 1.32
- 1.33 - 1.67
- 1.68 - 1.74
- ◆ 1.75 - 1.86

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



Número de muestras : 88  
 Valor mínimo : 0.1  
 Valor máximo : 1.9  
 Desviación : 1.09  
 Media : 0.78  
 Threshold : 1.33



Escala 1: 200,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA  
 MINERA Y METALÚRGICA

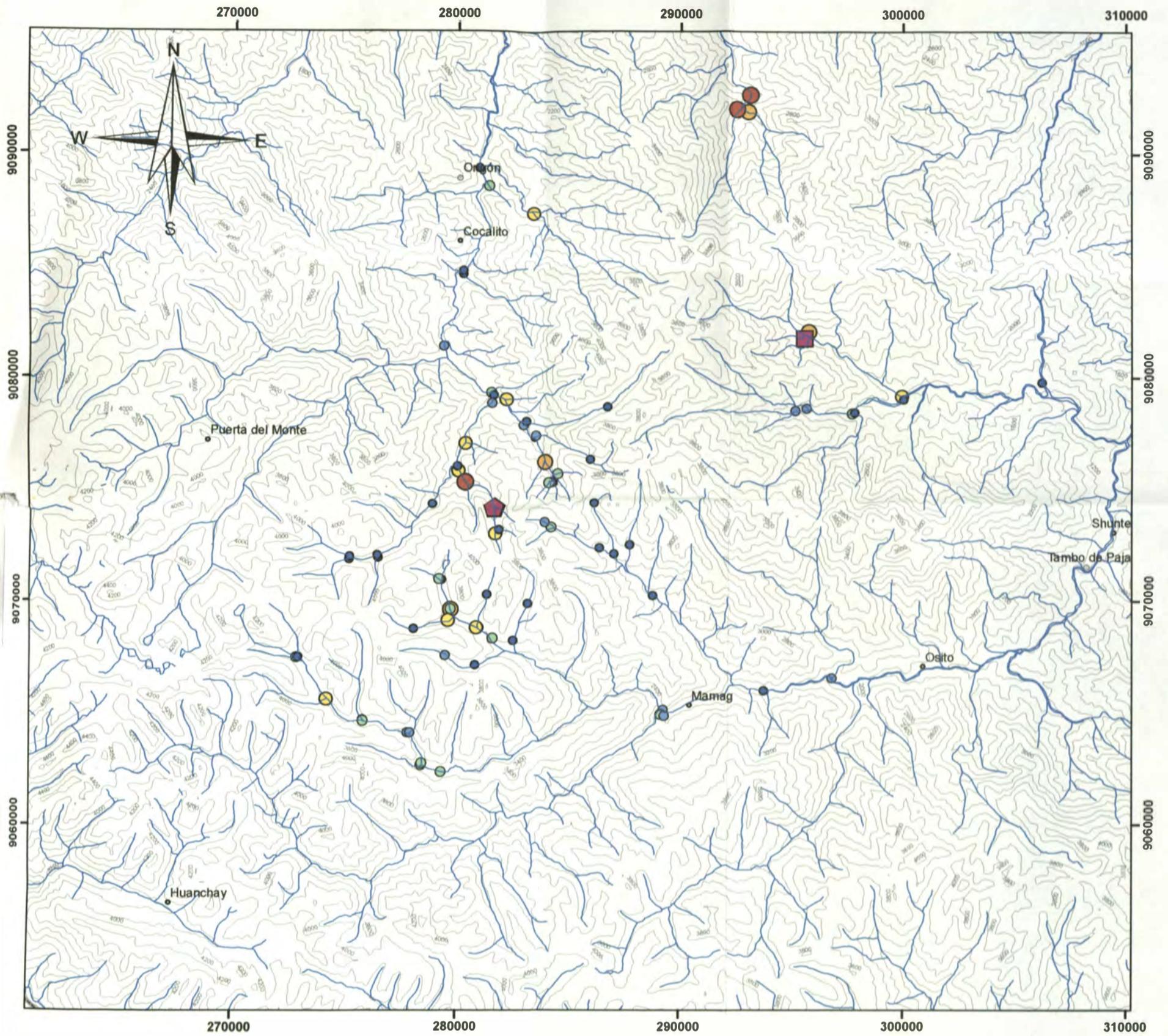
**INFORME DE INGENIERÍA**  
 Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
 en la Cordillera Oriental  
 Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Mapa Geoquímico - Molibdeno**  
 Sedimentos de Corriente

Autor :  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2008

Lámina : 9



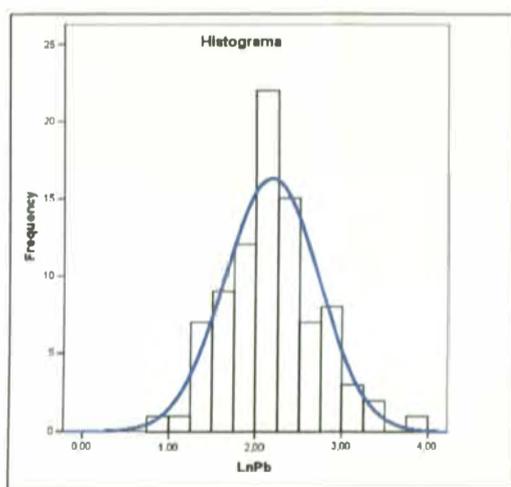
**LEYENDA**

**PBAR\_PPM**

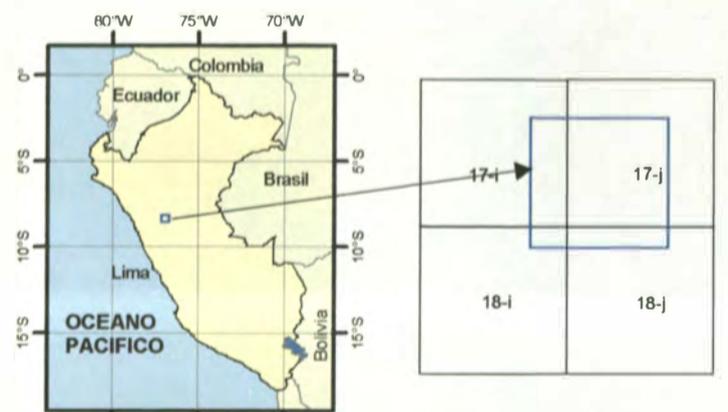
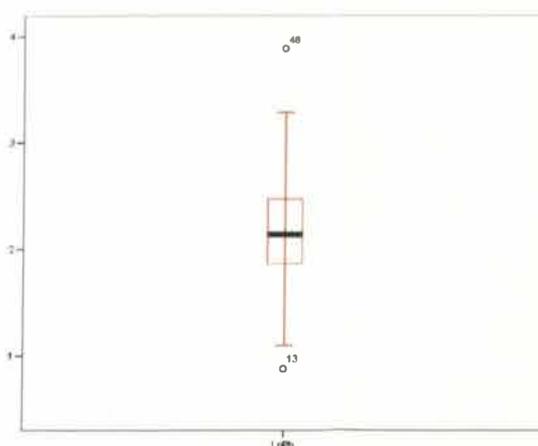
- 0.0 - 2.4
- 2.5 - 7.8
- 7.9 - 9.5
- 9.6 - 13.6
- 13.7 - 17.9
- 18.0 - 23.3
- 23.4 - 26.4
- 26.5 - 29.2
- 29.3 - 48.2

**SIMBOLOS**

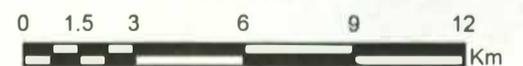
- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caseríos
- Vías de acceso



Número de muestras : 88  
 Valor mínimo : 2.4  
 Valor máximo : 48.2  
 Desviación : 1.72  
 Media : 10.23  
 Threshold : 13.87



Escala 1: 200,000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

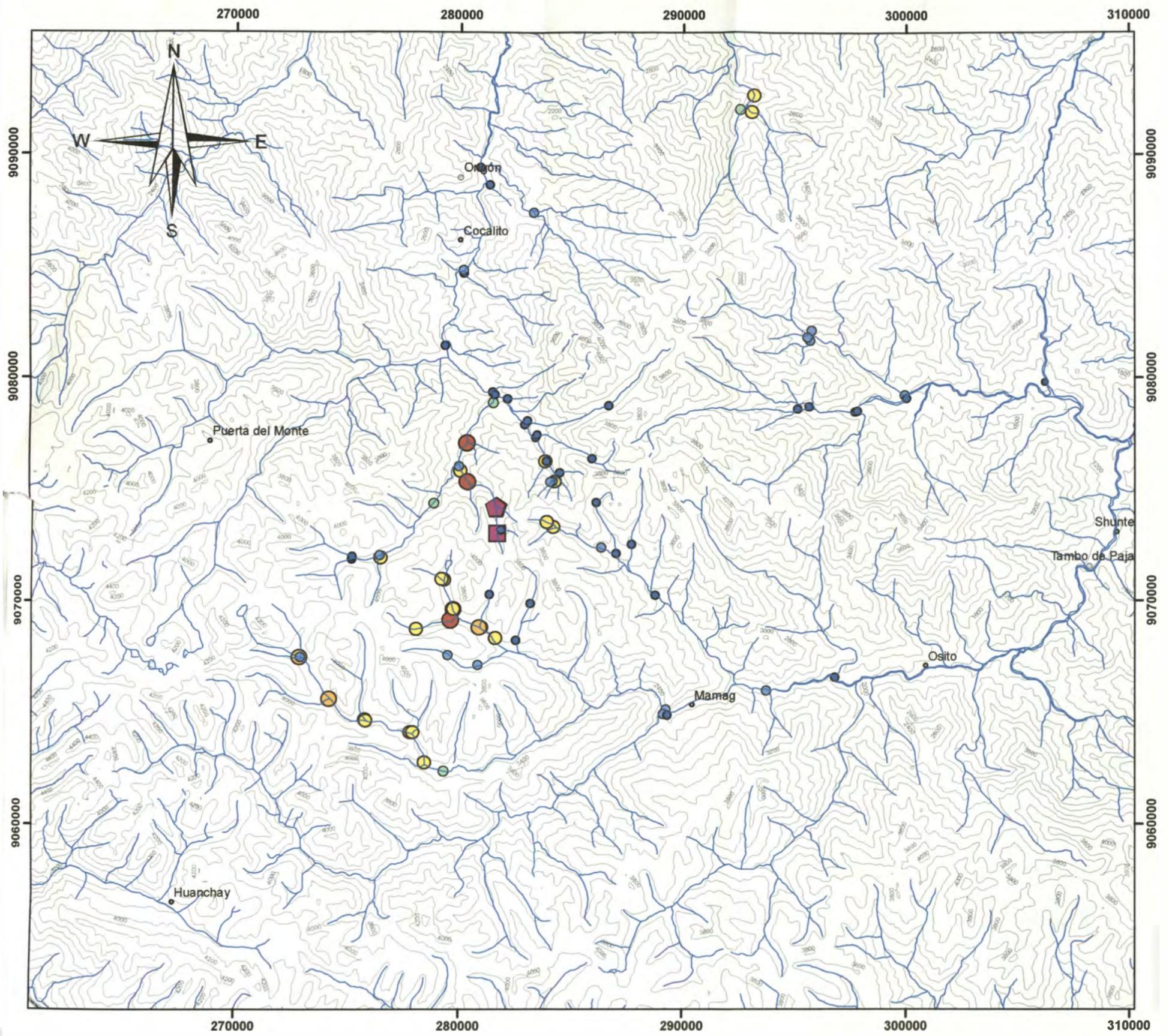
**INFORME DE INGENIERÍA**  
 Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
 en la Cordillera Oriental  
 Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Mapa Geoquímico - Plomo**  
**Sedimentos de Corriente**

Autor :  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2008

Lámina : 10



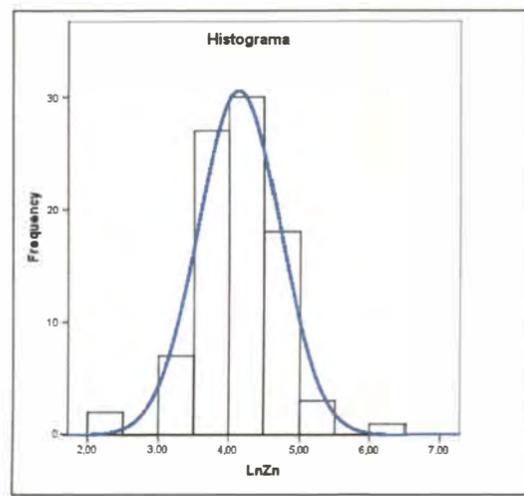
**LEYENDA**

**ZNAR\_PPM**

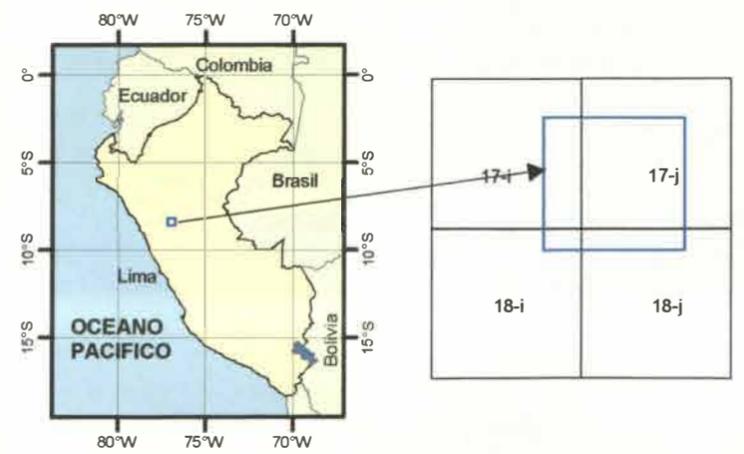
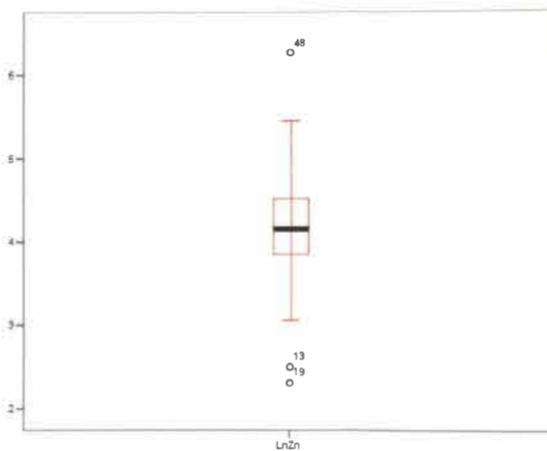
- 0.0 - 10.0
- 10.1 - 54.0
- 54.1 - 69.0
- 69.1 - 77.3
- 77.4 - 116.2
- 116.3 - 131.2
- 131.3 - 212.5
- 212.6 - 265.3
- 265.4 - 524.0

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vias de acceso



Número de muestras : 88  
 Valor mínimo : 10  
 Valor máximo : 524  
 Desviación : 1.78  
 Media : 73.80  
 Threshold : 77.35



Escala 1: 200,000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

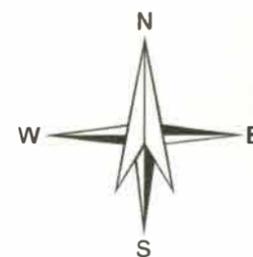
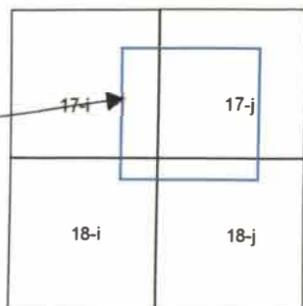
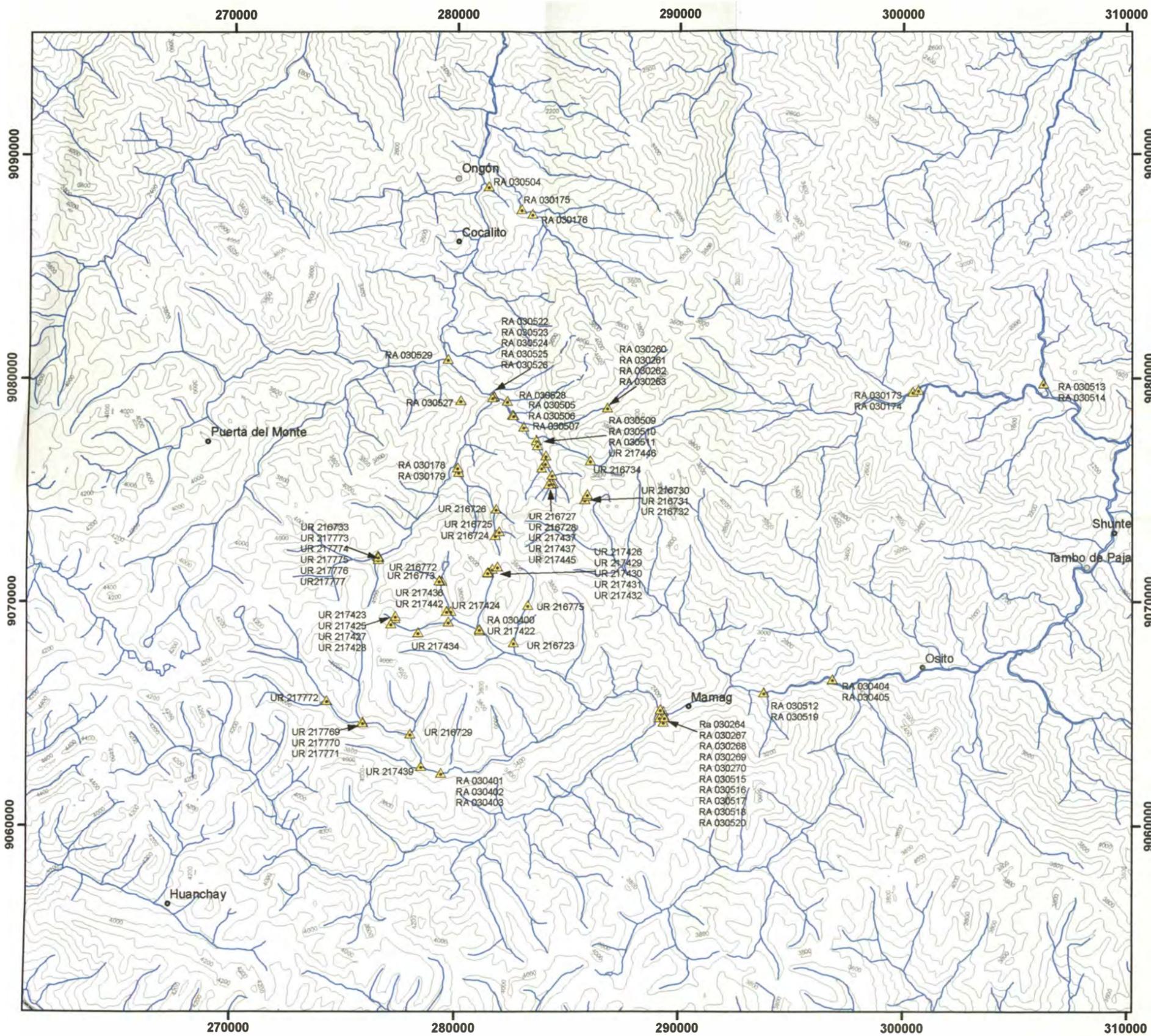
**INFORME DE INGENIERÍA**  
**Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu**  
**en la Cordillera Oriental**  
**Departamentos de San Martín y La Libertad.**

**Mapa Geoquímico - Zinc**  
**Sedimentos de Corriente**

Autor :  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2008

Lámina : 11



Escala 1: 200,000

**SIMBOLOS**

- ▲ Ubicación de muestras de rocas
- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

**INFORME DE INGENIERÍA**  
**Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu**  
**en la Cordillera Oriental**  
**Departamentos de San Martín y La Libertad.**

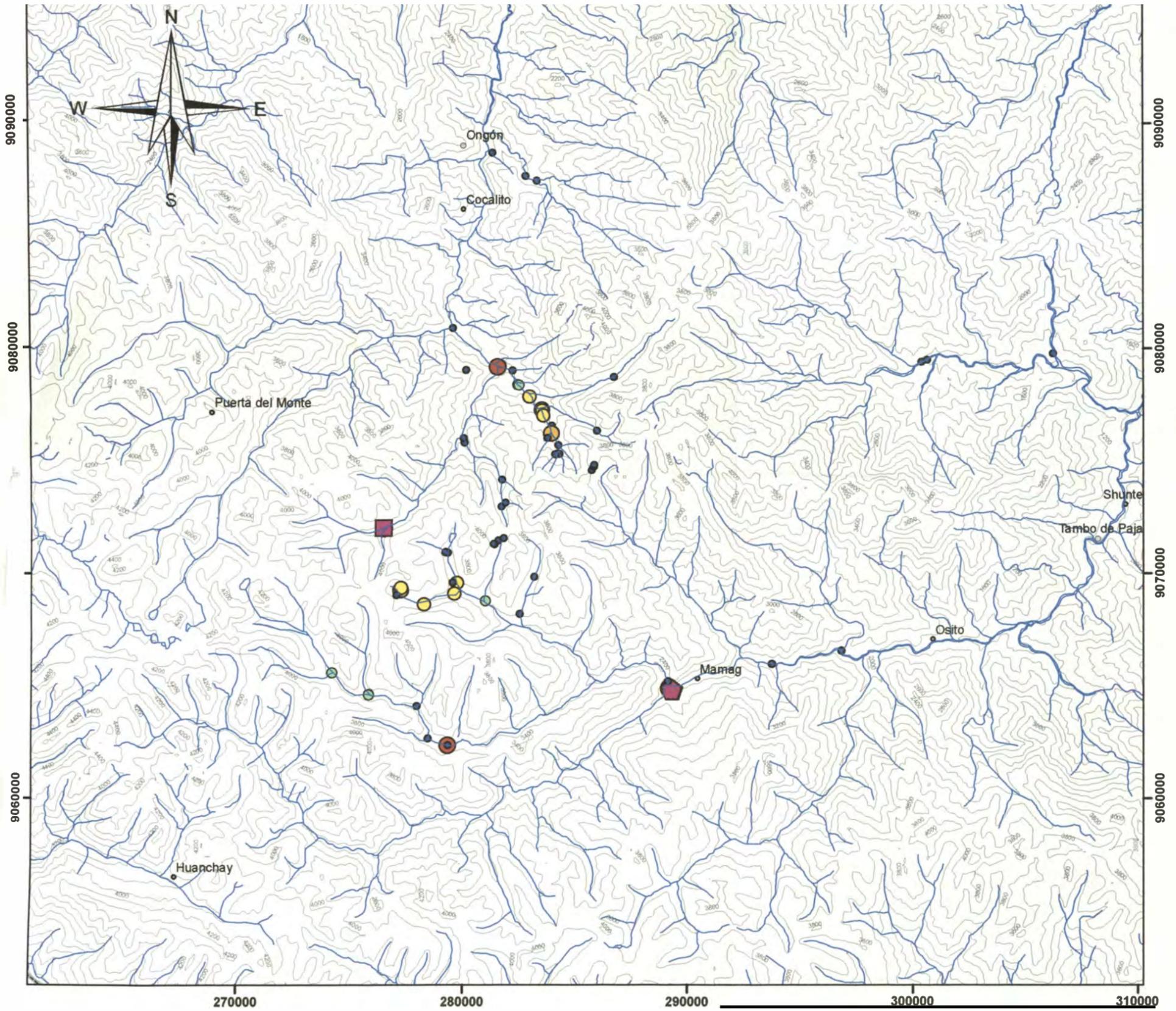
**Mapa de ubicación de muestras**  
**Rocas**

Autor :  
A. Bustamante

Fecha:  
Noviembre 2008

Lámina : 12

270000



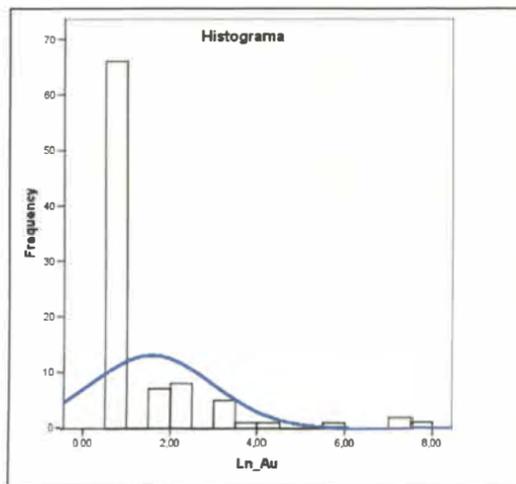
**LEYENDA**

**AU\_PPB**

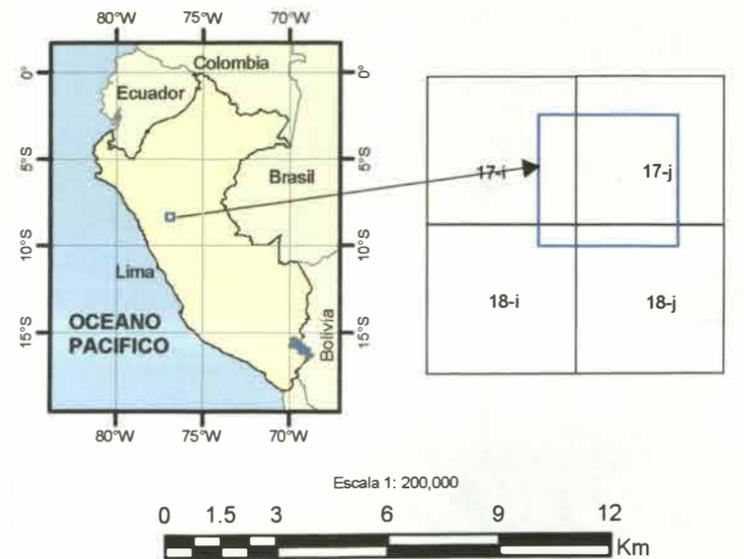
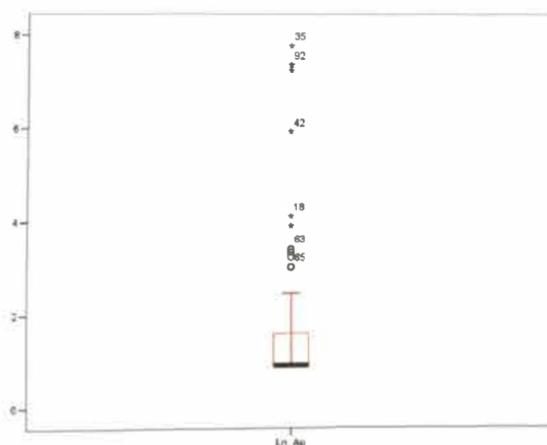
- 0.0 - 2.5
- 2.6 - 2.5
- 2.6 - 2.5
- 2.6 - 7.6
- 7.7 - 21.2
- 21.3 - 55.8
- 55.9 - 1432.2
- 1432.3 - 1637.8
- 1637.9 - 2360.0

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



Número de muestras : 92  
 Valor mínimo : 2.5  
 Valor máximo : 2360  
 Desviación : 4.13  
 Media : 13.03  
 Threshold : 21.28





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

---

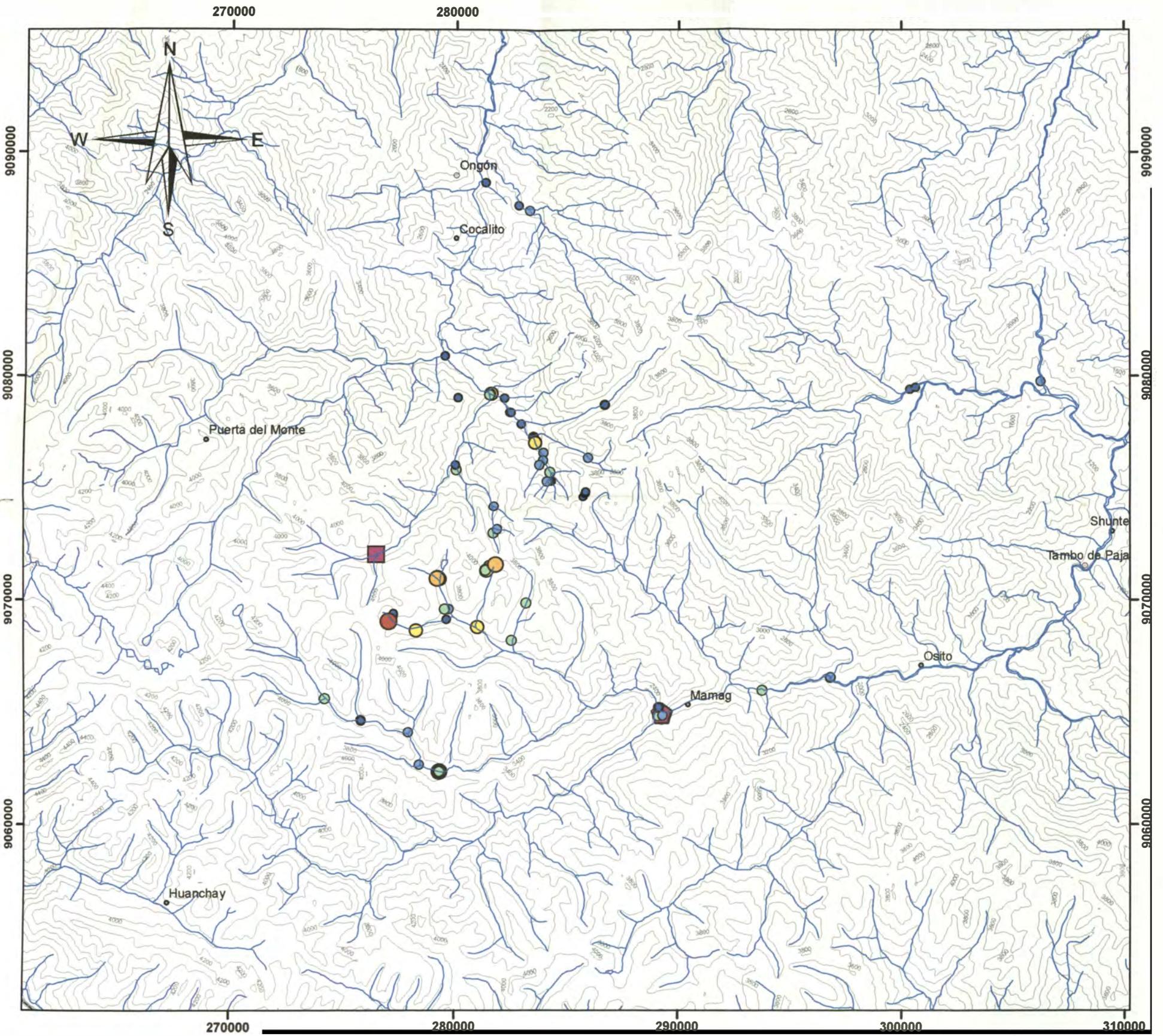
**INFORME DE INGENIERÍA**  
**Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu**  
**en la Cordillera Oriental**  
**Departamentos de San Martín y La Libertad.**

---

**Mapa Geoquímico - Oro**  
**Rocas**

---

Autor : A. Bustamante	Fecha: Noviembre 2008	Lámina : 13
--------------------------	--------------------------	-------------



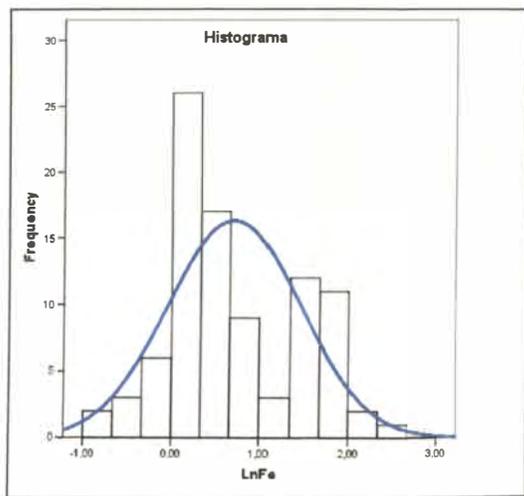
**LEYENDA**

**FE\_ %**

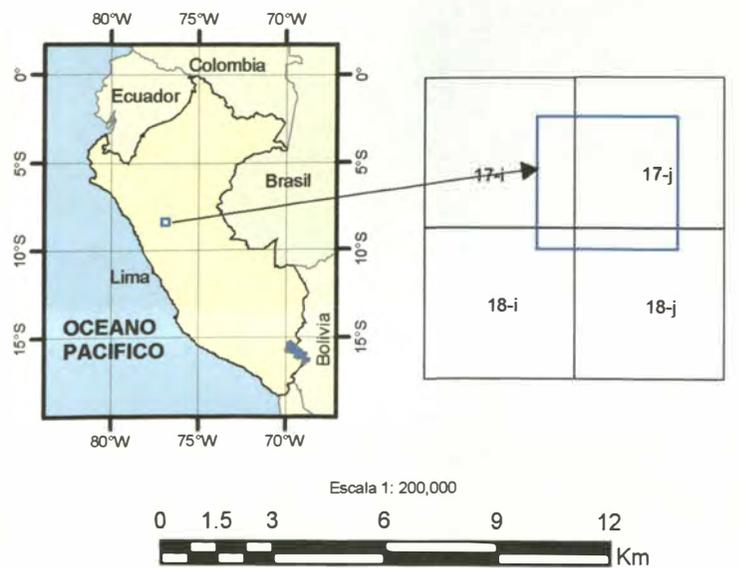
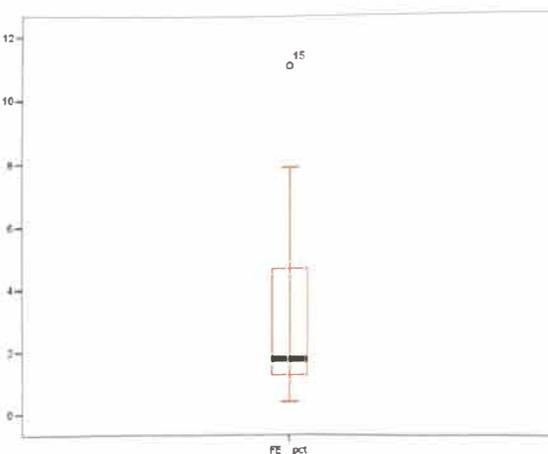
- 0.00 - 0.37
- 0.38 - 1.35
- 1.36 - 2.06
- 2.07 - 5.12
- 5.13 - 5.78
- 5.79 - 6.91
- 6.92 - 7.77
- 7.78 - 8.07
- 8.08 - 11.05

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



Número de muestras : 92  
 Valor mínimo : 0.4  
 Valor máximo : 11.1  
 Desviación : 2.12  
 Media : 2.68  
 Threshold : 6.92



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

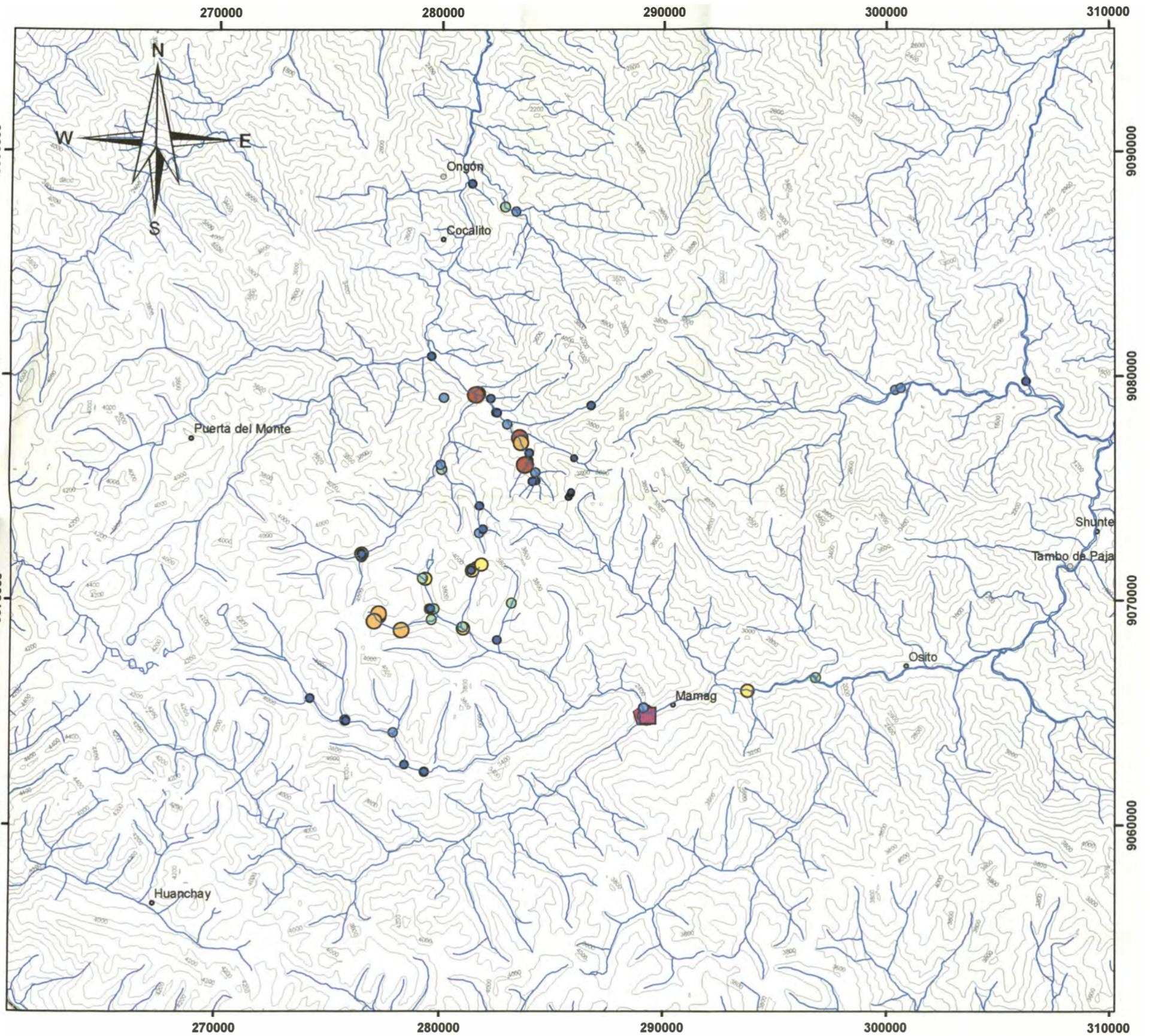
**INFORME DE INGENIERÍA**  
 Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
 en la Cordillera Oriental  
 Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Mapa Geoquímico - Fierro**  
**Rocas**

Autor:  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2008

Lámina : 14



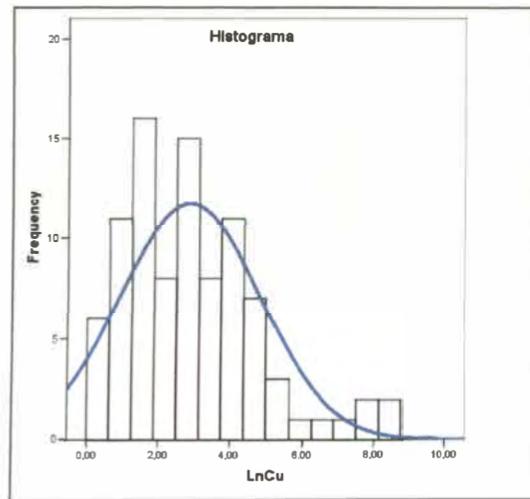
**LEYENDA**

**CU\_PPM**

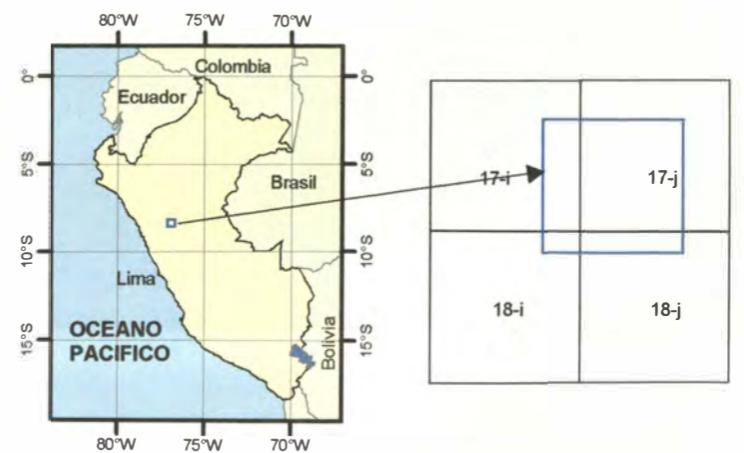
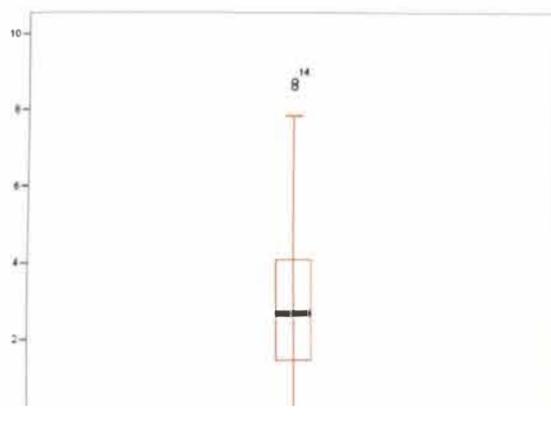
- 0 - 1
- 2 - 7
- 8 - 21
- 22 - 77
- 78 - 132
- 133 - 884
- 885 - 3076
- 3077 - 5581
- 5582 - 6280

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caseríos
- Vías de acceso



Número de muestras : 92  
 Valor mínimo : 1  
 Valor máximo : 6280  
 Desviación : 7.05  
 Media : 118.49  
 Threshold : 132.60



Escala 1: 200,000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

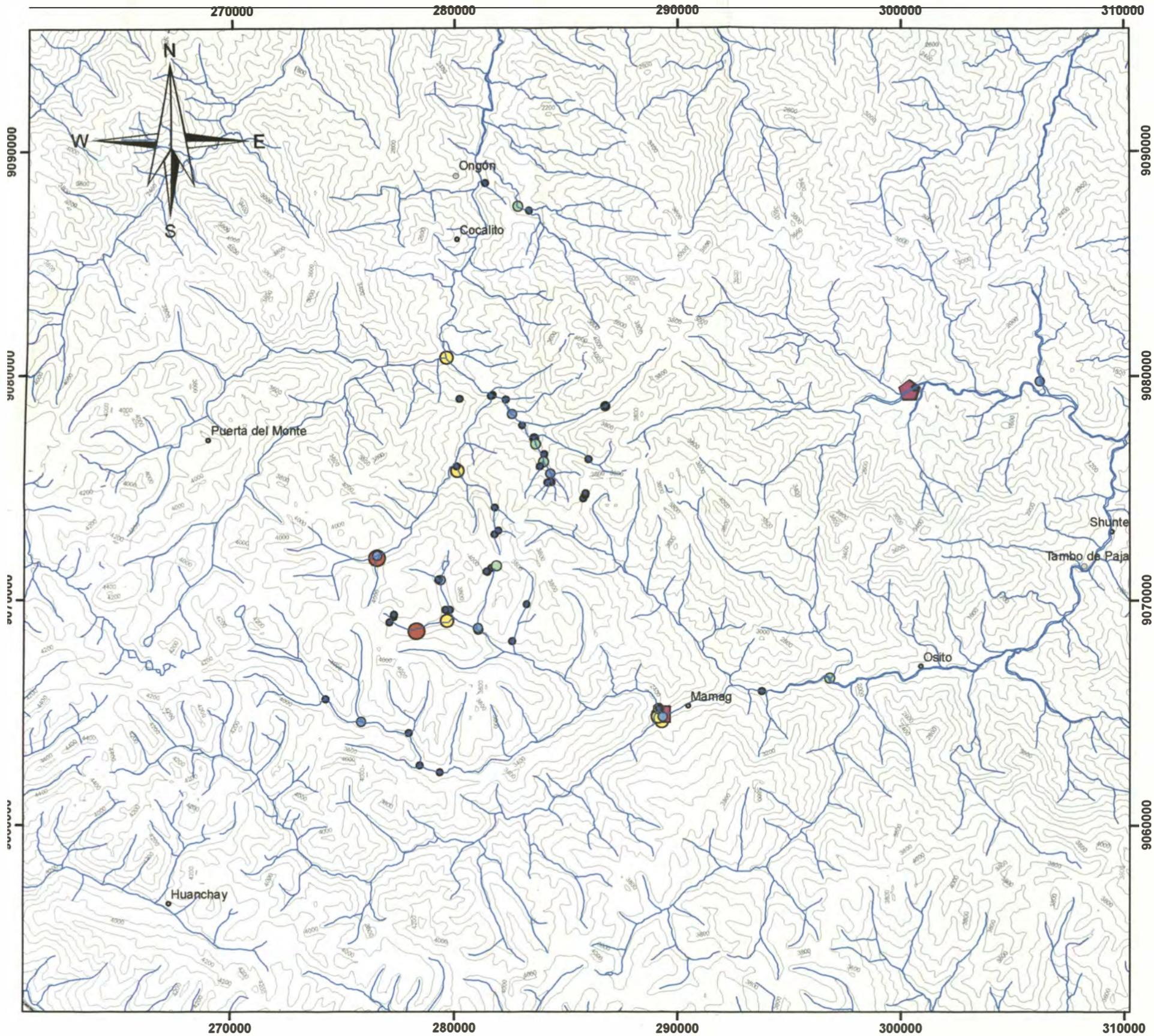
**INFORME DE INGENIERÍA**  
**Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu**  
**en la Cordillera Oriental**  
**Departamentos de San Martín y La Libertad.**

**Mapa Geoquímico - Cobre**  
**Rocas**

Autor :  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2008

Lámina : 15



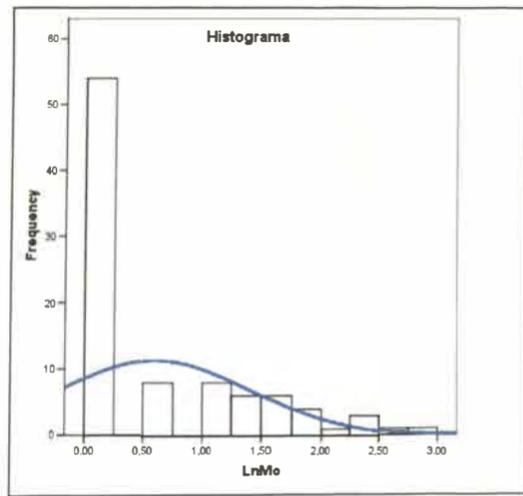
**LEYENDA**

**MO\_PPM**

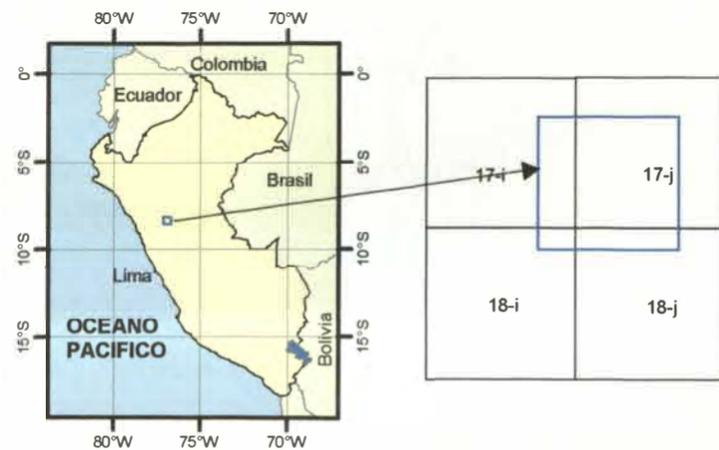
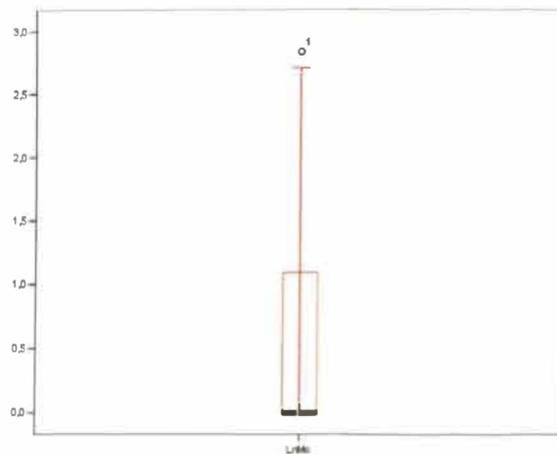
- 0 - 2
- 3 - 4
- 5 - 6
- 7 - 8
- 9 - 10
- 11 - 12
- 13 - 15
- 16 - 17

**SIMBOLOS**

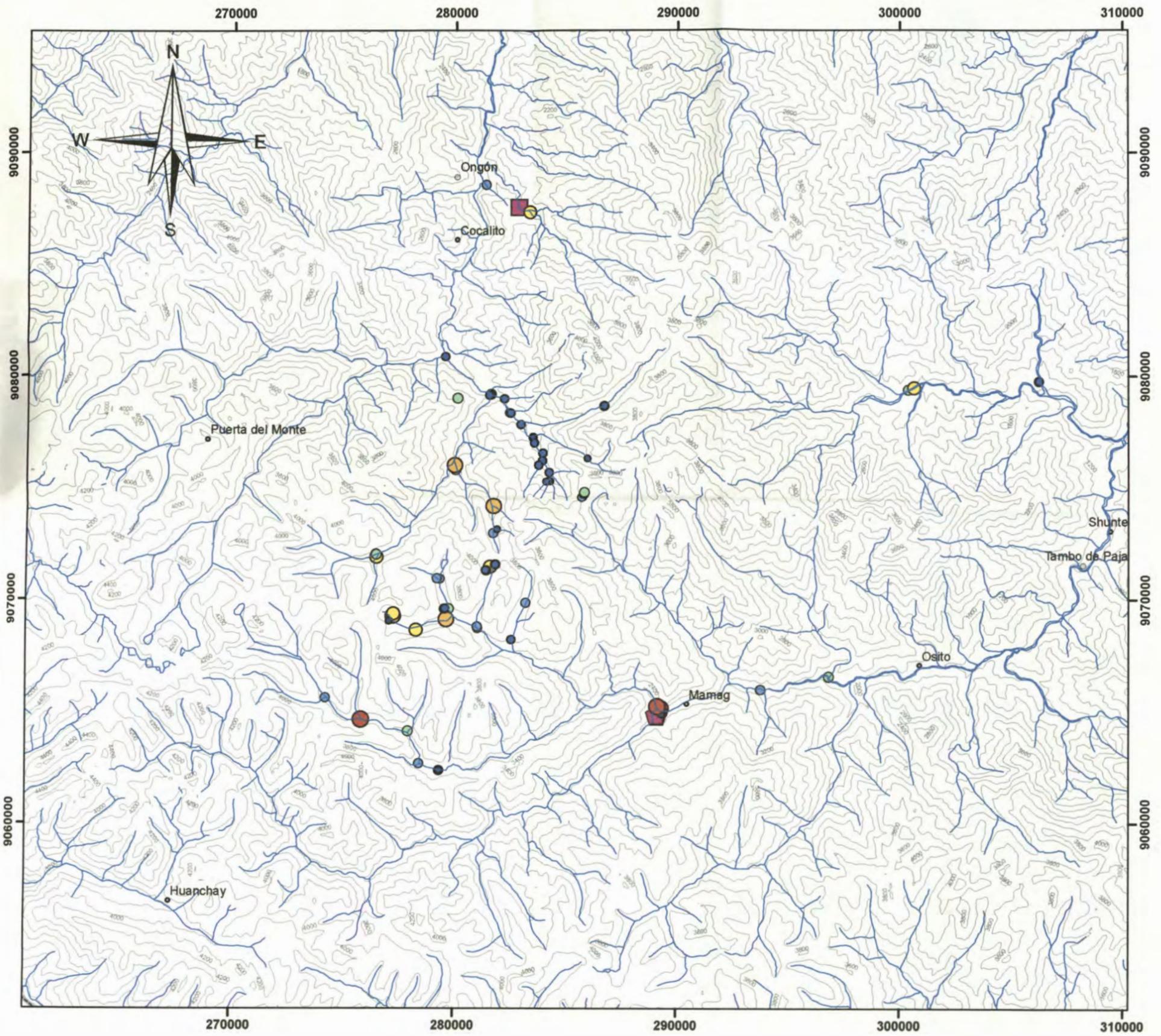
- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- ⊙ Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caseríos
- Vías de acceso



Número de muestras : 92  
 Valor mínimo : 1  
 Valor máximo : 10  
 Desviación : 2.25  
 Media : 2.52  
 Threshold : 7.02



 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>  <b>MINERA Y METALÚRGICA</b></p>		
<p><b>INFORME DE INGENIERÍA</b>  <b>Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu</b>  <b>en la Cordillera Oriental</b>  <b>Departamentos de San Martín y La Libertad.</b></p>		
<p><b>Mapa Geoquímico - Molibdeno</b>  <b>Rocas</b></p>		
<p><i>Autor :</i> A. Bustamante</p>	<p><i>Fecha:</i> Noviembre 2008</p>	<p><b>Lámina : 16</b></p>



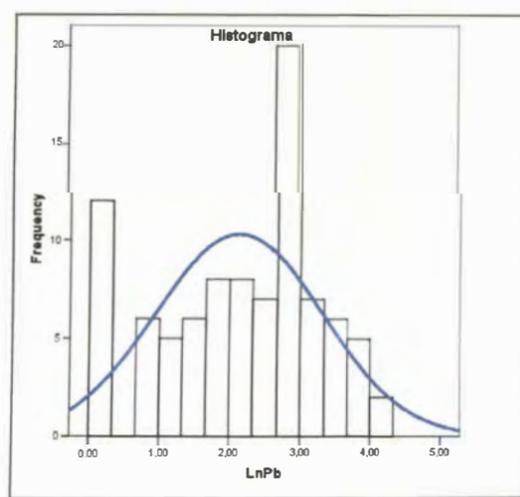
**LEYENDA**

**PB\_PPM**

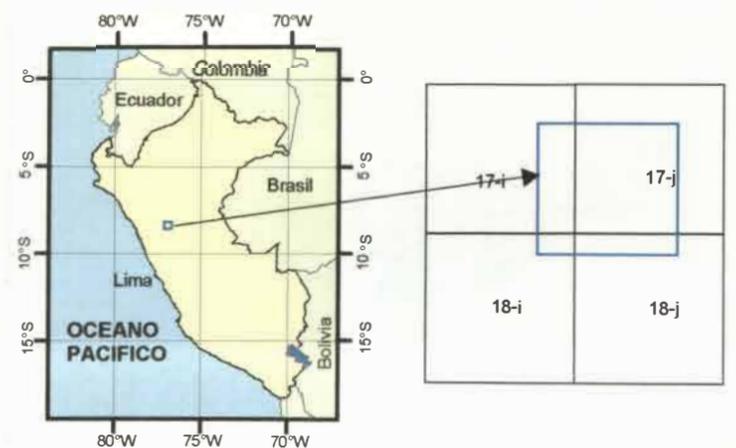
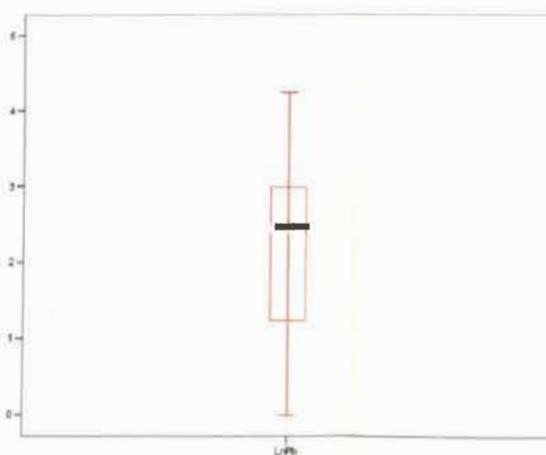
- 0 - 1
- 2 - 7
- 8 - 16
- 17 - 22
- 23 - 32
- 33 - 44
- 45 - 52
- 53 - 64
- 65 - 70

**SIMBOLOS**

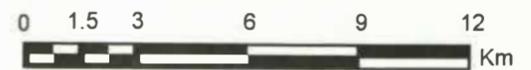
- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caseríos
- Vías de acceso



Número de muestras: 92  
 Valor mínimo: 1  
 Valor máximo: 40  
 Desviación: 3.28  
 Media: 17.0  
 Threshold: 23.56



Escala 1: 200,000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

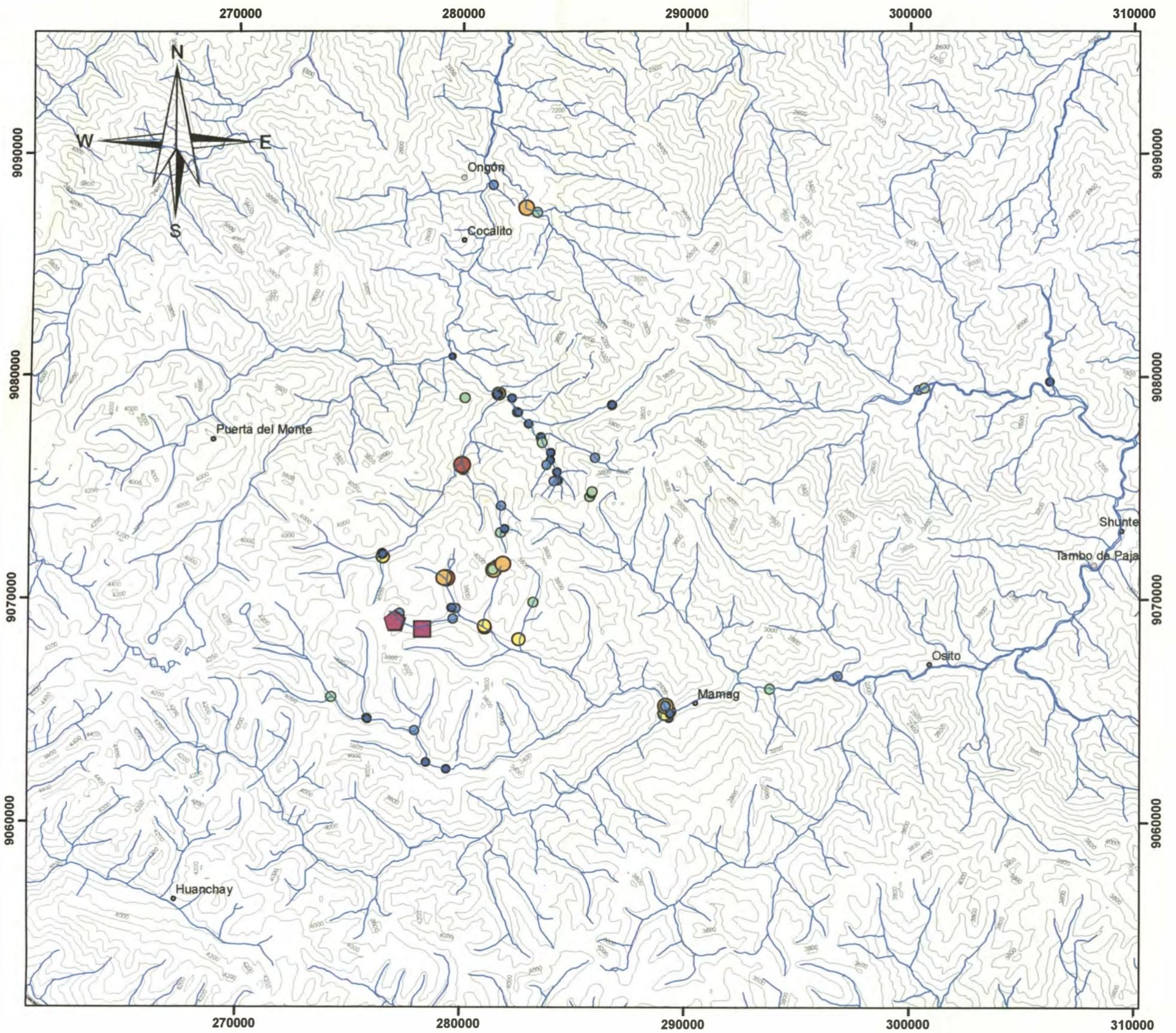
**INFORME DE INGENIERÍA**  
**Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu**  
**en la Cordillera Oriental**  
**Departamentos de San Martín y La Libertad.**

**Mapa Geoquímico - Plomo**  
**Rocas**

Autor:  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2008

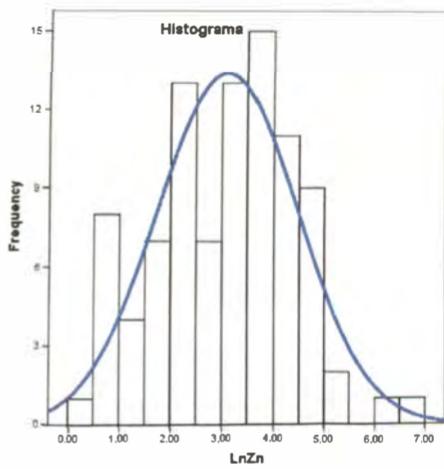
Lámina : 17



**LEYENDA**

**ZN\_PPM**

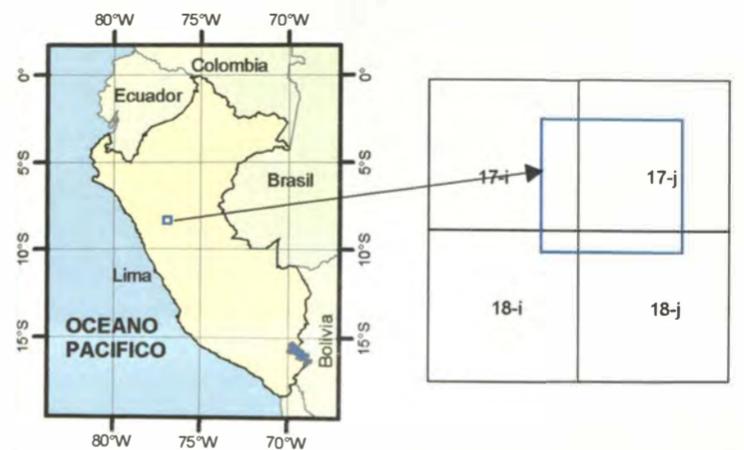
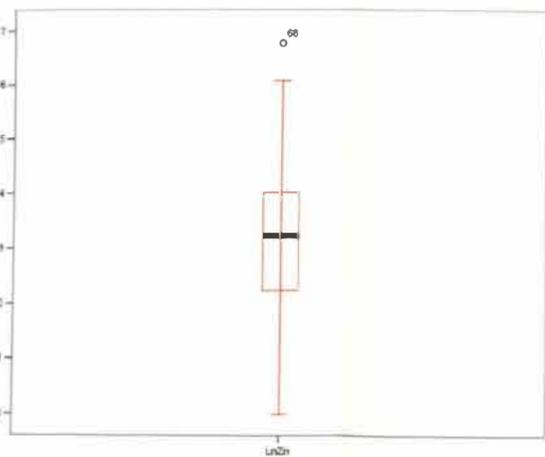
- 0 - 1
- 2 - 16
- 17 - 38
- 39 - 64
- 65 - 105
- 106 - 132
- 133 - 273
- 274 - 470
- 471 - 864



Número de muestras : 92  
 Valor mínimo : 1  
 Valor máximo : 864  
 Desviación : 3.94  
 Media : 57.02  
 Threshold : 64.90

**SIMBOLOS**

- ~ Curvas de nivel
- ~ Drenaje
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



Escala 1: 200,000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

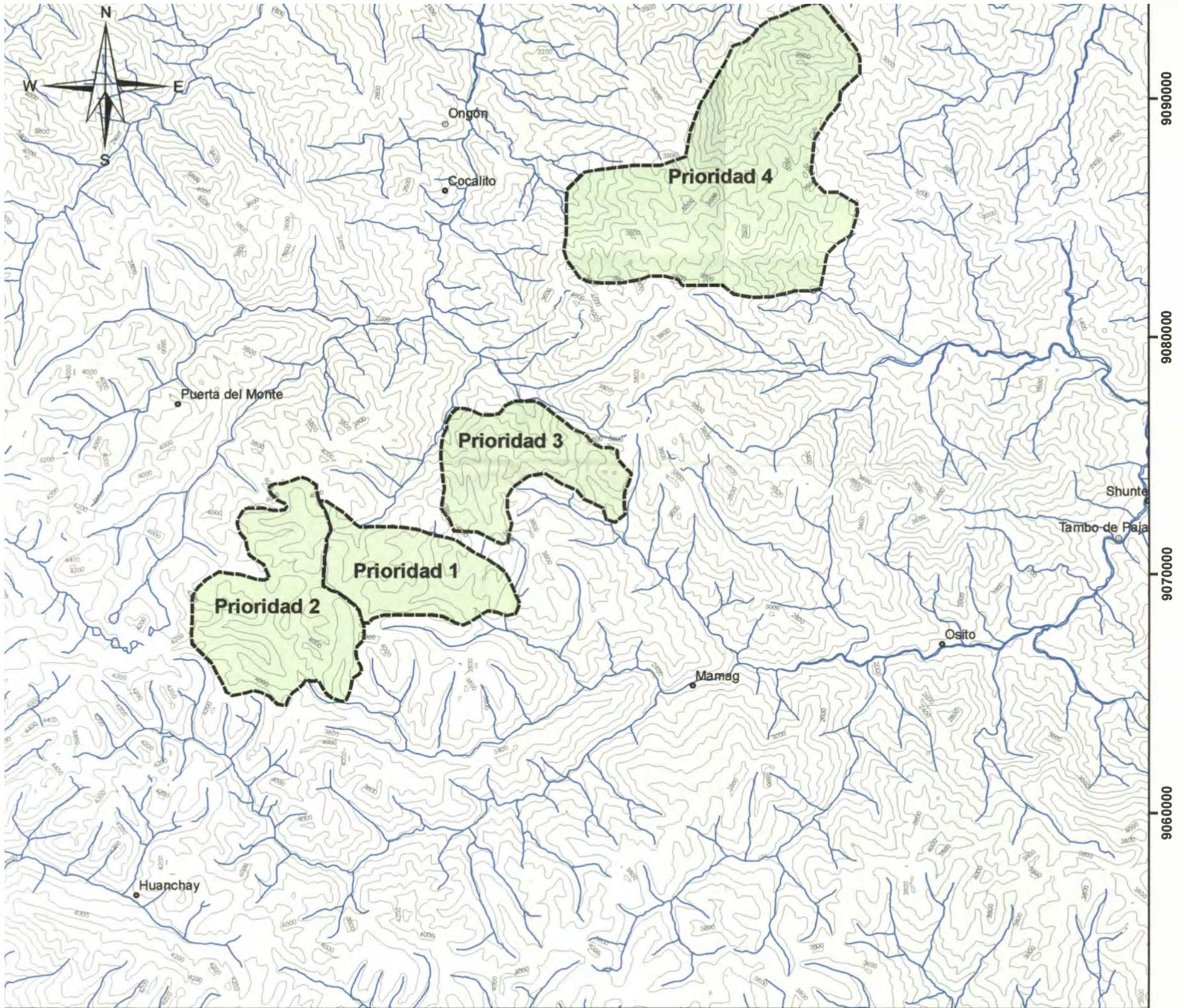
**INFORME DE INGENIERÍA**  
 Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu  
 en la Cordillera Oriental  
 Departamentos de San Martín y La Libertad.

**Mapa Geoquímico - Zinc**  
**Rocas**

Autor :  
 A. Bustamante

Fecha:  
 Noviembre 2008

Lámina : 18

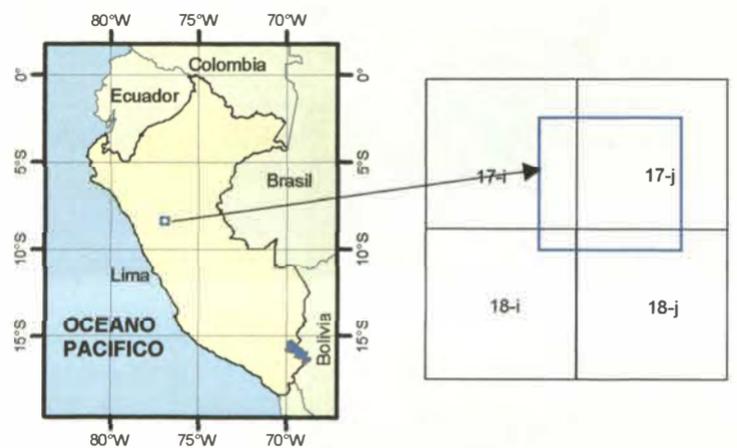


**SIMBOLOS**

- Curvas de nivel
- Drenaje
- Cuencas
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Pueblos, caserios
- Vías de acceso



Escala 1: 200,000



Zona de Prioridad I		Zona de Prioridad II	
Área	25.5 km <sup>2</sup>	Área	42.2 km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Cu, Ag, Zn, Au, ±Pb	Elementos anómalos	Cu, Au, Zn, ±Mo, ±Ag, ±Pb
Alteraciones reconocidas	Reconocida en rodados: Silicificación en andesitas e intrusivo féisico cuarzo - sericita en diorita / monzonita propilitica en monzonitas, andesitas y dioritas	Alteraciones reconocidas	Silicificación intensa identificada en rodados de composición andesítica y silicificación moderada identificada en intrusivo féisico
Mineralización	Cpy-py en venillas de intrusivo cuarzo-plagioclasa Cpy-py diseminada en monzonita Stockwork de qz-py en granito Py - hematina diseminada en monzonita	Mineralización	Py diseminada en volcánicos silicificados e intrusivos
Litología	Micaesquistos 30%, intrusivos (monzonitas, dioritas, granitos) 50%, volcánicos dacíticos 20%	Litología	micaesquistos 70%, volcánicos andesíticos 20%, vetas de cuarzo metamórfico 10%
Estructural	Intersección de estructura circular con lineamiento NW, intersección de lineamiento NW con N20E Intersección de lineamiento NW con NS	Estructural	Intersección de lineamientos EW con NE y N70W con N20E, Intersección de estructura circular con lineamientos N45 W y N70 W
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 62 ppm @ Cu, 0.3 ppm @ Ag, 132 ppm @ Zn, 643 ppb @ Au, 18.3 ppm @ Pb. Valores en muestras de roca: 726 ppm @ Cu, 1405 ppb @ Au 864 ppm @ Zn	Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 55 ppm @ Cu, 913 ppb @ Au, 130 ppm @ Zn. Valores de muestras de roca : 48 ppm @ Pb
Posible depósito asociado	Porfido de Cu	Posible depósito asociado	Filoneano, Vetas polimetálicas de Cuarzo asociadas a rocas metamórficas
Zona de Prioridad III		Zona de Prioridad IV	
Área	28.2 Km <sup>2</sup>	Área	89.3 Km <sup>2</sup>
Elementos anómalos	Au, Cu, Mo	Elementos anómalos	Pb, Ag, Zn ±Cu
Alteraciones reconocidas	Silicificación en andesitas, propilitica en monzonita	Alteraciones reconocidas	Propilitica
Mineralización	Py diseminada	Mineralización	No reconocida
Litología	Micaesquistos 20%, monzonita, diorita 70%, andesitas 10%	Litología	Intrusivos cuarzo-feldespatos, granodioritas, 60%, volcánicos andesíticos - dacíticos 40%
Estructural	Intersección de lineamientos EW con NW	Estructural	Intersección de falla NW con lineamientos NS y NE
Ph del H2O	6.72 levemente ácido	Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 0.1 ppm @ Ag, 26.6 ppm @ Pb, 21.8 ppm @ Cu, 78 ppm @ Zn, Valores de Muestras de rocas: 64 ppm @ Pb, 106 ppm @ Zn.
Comentarios	Valores en muestras de sedimentos : 1500 ppb @ Au, 83.9 ppm @ Cu, 1.86 ppm @ Mo. Valores en muestras de rocas: 51 ppb @ Au, 34.9 ppm @ Ag , 2250 ppb @ Cu	Posible depósito asociado	Vetas Polimetálicas Pb, Ag, Zn ±Cu asociada a rocas volcánicas.
Posible depósito asociado	Filoneano, vetas de cuarzo con Au ±Cu asociada a volcánicos		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**  
**MINERA Y METALÚRGICA**

**INFORME DE INGENIERÍA**  
**Prospección Geológica y Geoquímica por Yacimientos de Au y Cu**  
**en la Cordillera Oriental**  
**Departamentos de San Martín y La Libertad.**

**Mapa de niveles de prioridad de zonas anómalas**

Autor: A. Bustamante	Fecha: Noviembre 2008	Lámina : 19
-------------------------	--------------------------	-------------

## **ANEXO II**

# **FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA DE ESTUDIO**



**Foto 01** : Vista panorámica EW mirando al norte del área de estudio nótese el predominio de fuertes pendientes y la vegetación típica de ambientes subtropical. Cercanías a la localidad de Mamag.



**Foto 02** : Vista del río mostrando ausencia de afloramientos. Afluente de río Challhuayacu



**Foto 03** :Rodado de monzonita alterada, brechada con venilleo de cuarzo; pirita, calcopirita y calcosina diseminada 2259 ppm @ Cu.



**Foto 04** :Rodado de andesita con silicificación intensa, venillas de cuarzo blanco y pirita diseminada.



**Foto 5 :** Rodado de monzonita con “blobs” de máficos.



**Foto 06: Rodado** de esquistu cuarzo-sericita, foliación moderada, bandas de cuarzo blanco con diseminación de pirita. Complejo Marañón.



**Foto 07 :** Rodado de esquistos de grano fino con vetillas de cuarzo metamórfico.



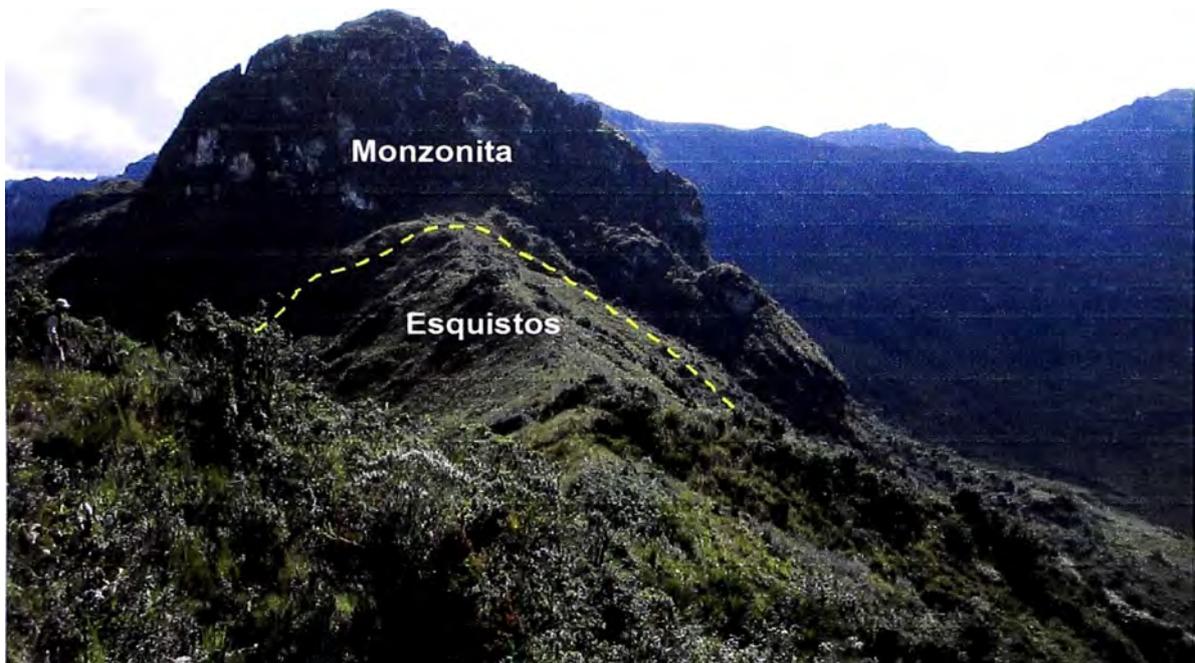
**Foto 08 :** Tobas de composición riodacítica, moderadamente silicificado, pirita diseminada, gohetita-jarosita en fracturas.



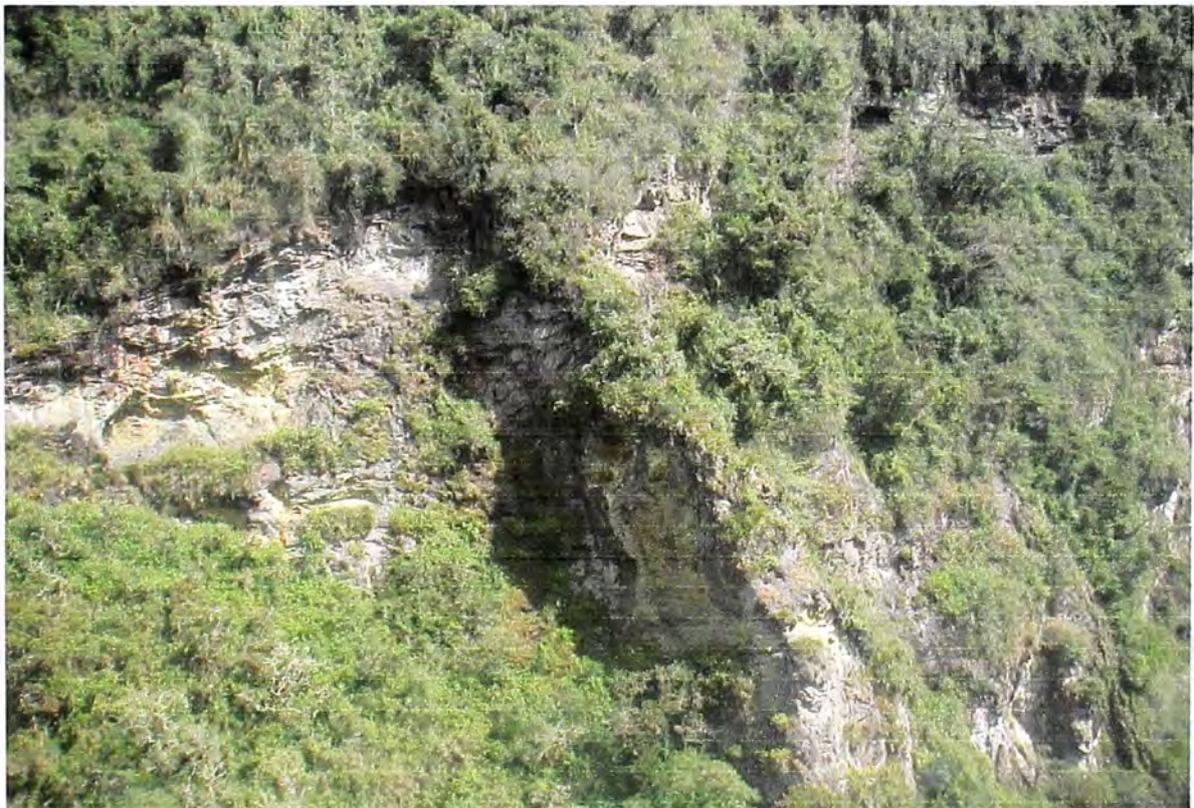
**Foto 09** : Zona de deslizamiento en sector noreste del área estudio que pone al descubierto rocas intrusivas monzoníticas.

**Foto 10** : Afloramiento de mica esquistos pertenecientes al Complejo Marañón en margen del río Tocache, nótese la presencia de óxidos de Fe que se generan producto de la alteración de la pirita y calcopirita presentes en la roca.





**Foto 11** :Vista EW mirando al norte, se aprecia el contacto entre intrusivo de composición monzonítica con esquistos del Complejo Marañón.



**Foto 12** : Zona de alteración argílica en rocas intrusivas. Complejo intrusivo Metal-Palina



**Foto 13 :** Imagen mostrando la técnica de muestreo de sedimentos de corriente



**Foto 14 :** Imagen mostrando la técnica de muestreo de rodados de drenaje



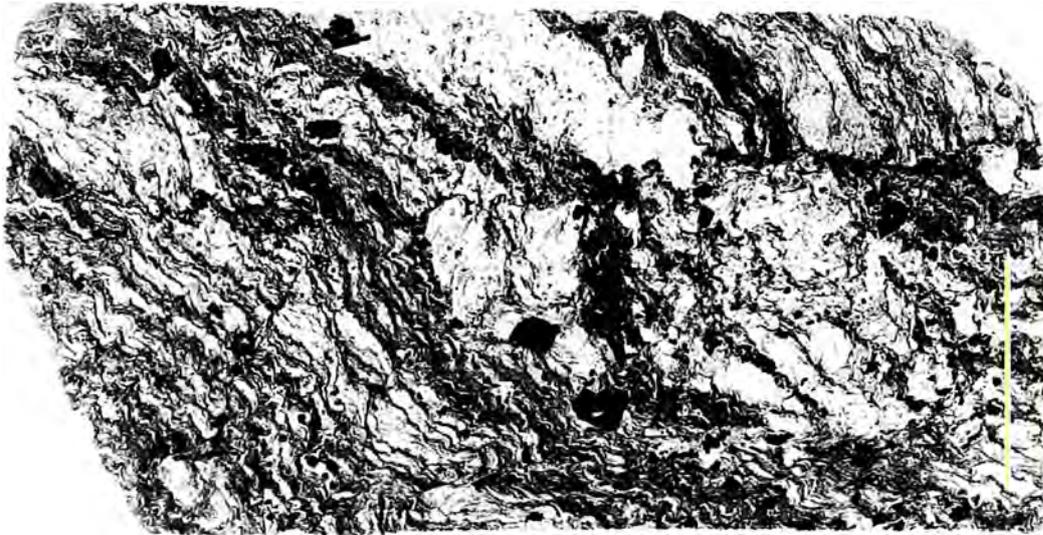
**Foto 15** : Punto de abordaje de helicóptero para transportar al personal y muestras extraídas



**Foto 16** : Aeropuerto de la localidad de Tocache, Base logística desde donde se manejó el Programa de Exploración.

**ANEXO III**  
**ESTUDIOS PETROGRÁFICOS**

## Muestra UR 030270



### **Nombre de la roca : Esquisto cuarzo - muscovita**

Se presenta en capas bandeadas y foliadas de cuarzo con presencia de muscovita y grafito

### **Minerales Primarios**

Cuarzo, grafito, muscovita/sericita

Intercrecimientos de cuarzo con muscovita, granulometría gruesa a fina

Cuarzo de textura fibrosa en fracturas y en cavidades alrededor de pirita. Algunas veces de grano fino intercrecida con sericita.

### **Minerales secundarios**

Clorita

Cuarzo, sericita, pirita (alteración)

### **Alteración**

Cuarzo – pirita

Limonita rodeando a pirita y en fracturas finas, trazas de carbonatos asociados a pirita

### **Minerales opacos**

Aproximadamente 3%

Pirita euhedral a subhedral con tamaños de 2 – 3 mm.

Calcopirita en trazas

Calcopirita y enargita? ocurren como pequeñas inclusiones en pirita.

Mineralization is very similar in composition and texture to that found in UR 217256.

**UR 030270 d**

Parte de esquistos enriquecidos en cuarzo con cristales de pirita de grano grueso

Nícoles paralelos

Campo de visión 4.4 mm



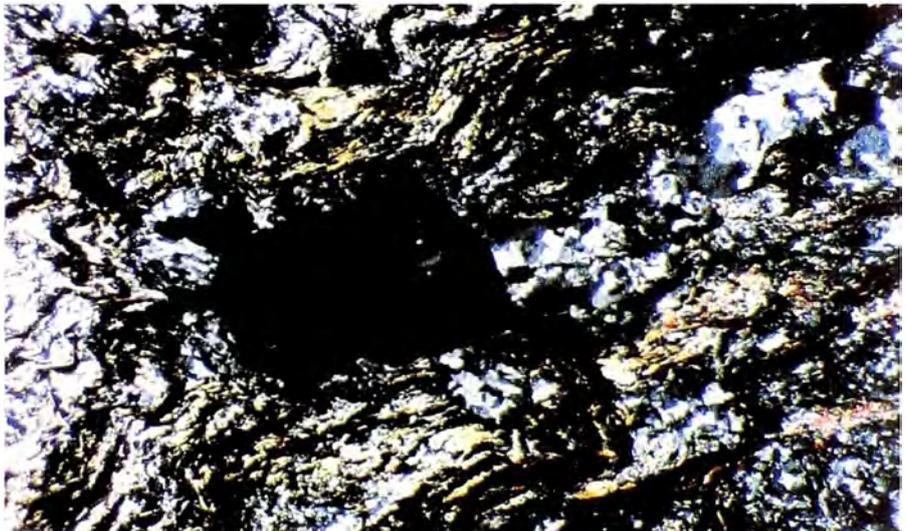
**UR 030270 e**

Parte de esquistos enriquecidos en cuarzo con cristales de pirita de grano grueso

Similar a figura anterior

Nícoles cruzados

Campo de visión 4.4 mm



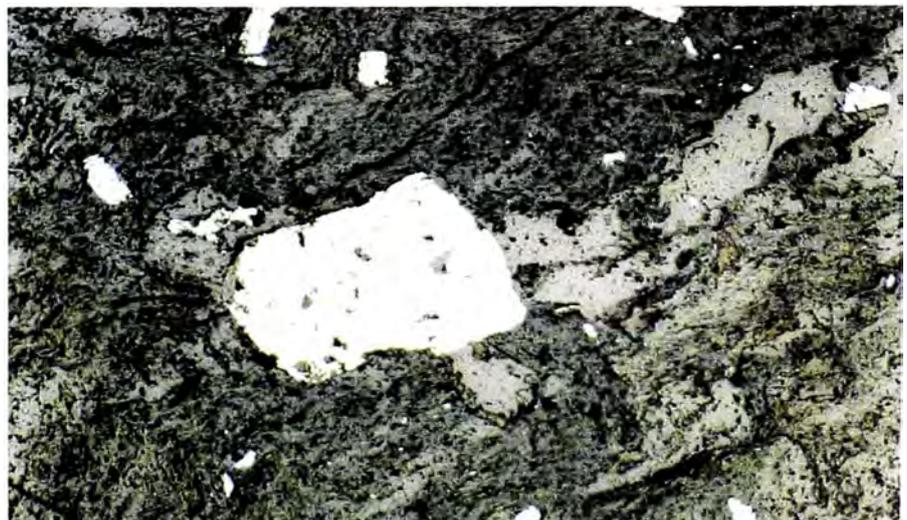
**UR 030270 f**

Parte de esquistos enriquecidos en cuarzo con cristales de pirita de grano grueso

Similar a figura anterior

Luz reflejada,

Campo de visión 4.4 mm

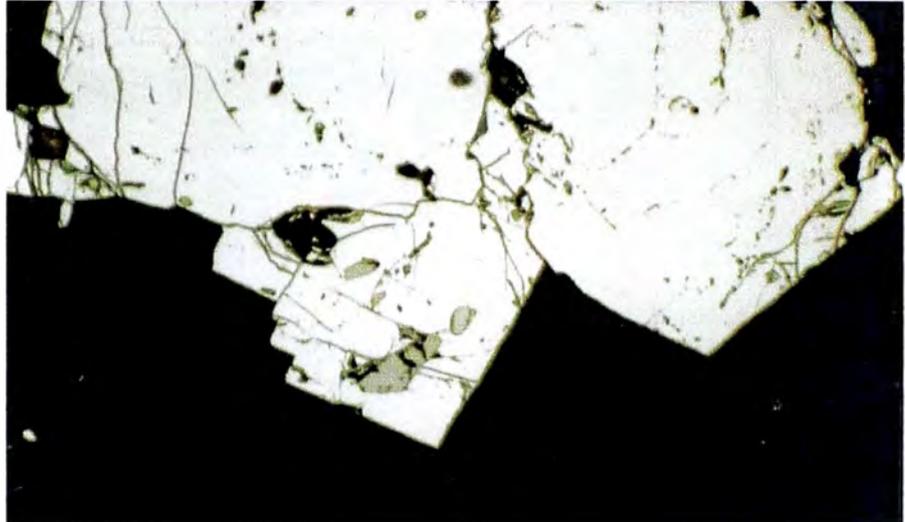


**UR 030270 g**

Enargita (gris pardusca)  
como inclusiones en  
cristal de pirita

Luz reflejada

Campo de visión 560  $\mu\text{m}$ .

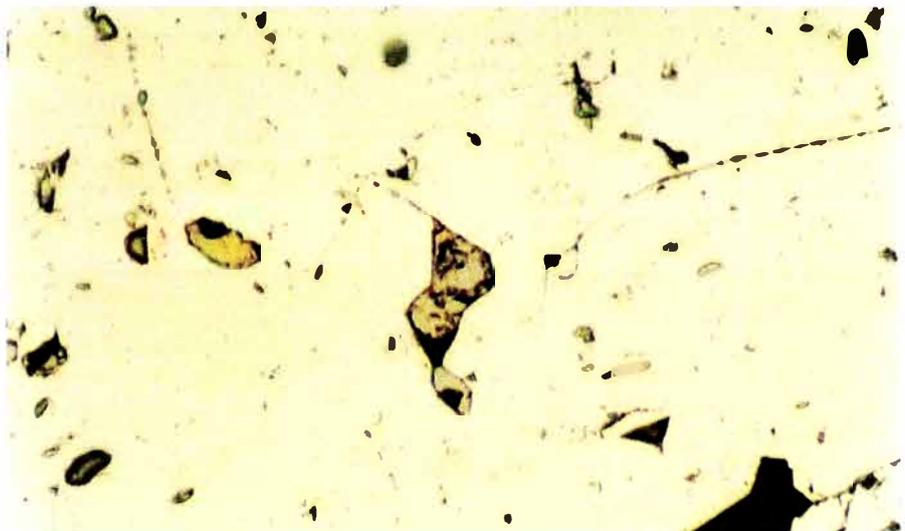


**UR 030270 h**

Calcopirita (amarilla) y  
enargita (pardusca)  
como inclusiones en  
pirita (amarillo claro)

Luz reflejada

Campo de visión 220  $\mu\text{m}$ .

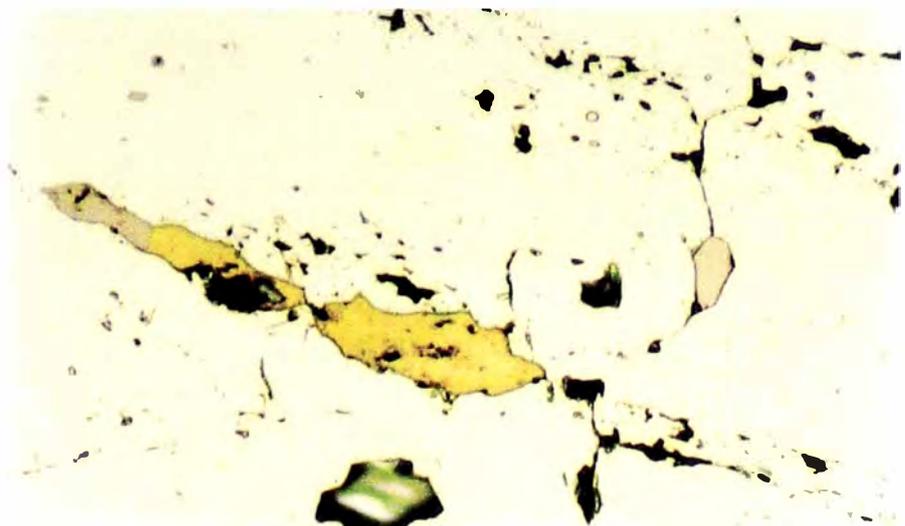


**UR 030270 i**

Calcopirita (amarilla) y  
enargita (pardusca)  
como inclusiones a  
manera de gotas y a lo  
largo de fracturas en  
pirita (amarillo claro)

Luz reflejada

Campo de visión 220  $\mu\text{m}$ .

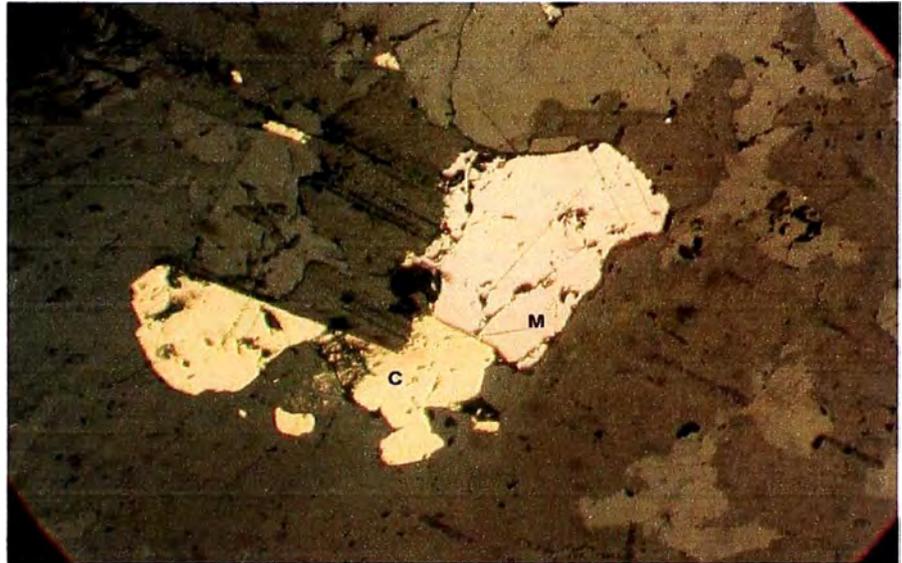


**RA 030920 a**

Calcopirita (C) y  
marcasita (M).

Luz reflejada 200x

Campo de visión 0.55  
mm.



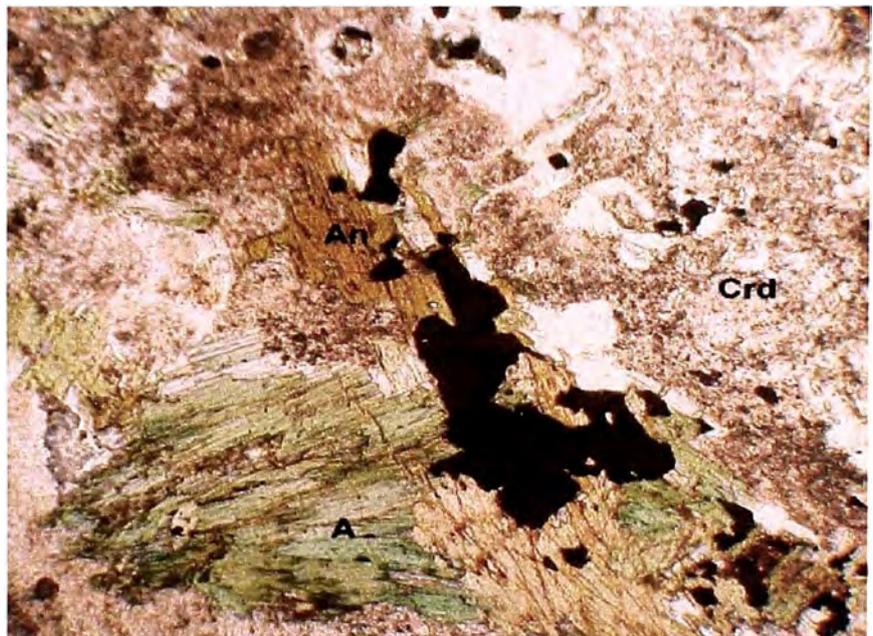
**RA 030920 b**

Skarn: Cordierita (Crd),  
antofilita (An) y actinolita  
(A)

Minerales opacos  
Marcasita y calcopirita

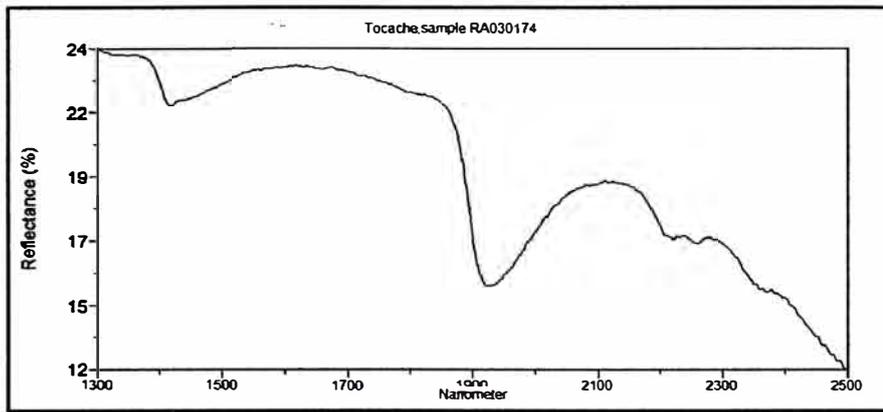
Nicoles cruzados

Campo de visión 1.0 mm.

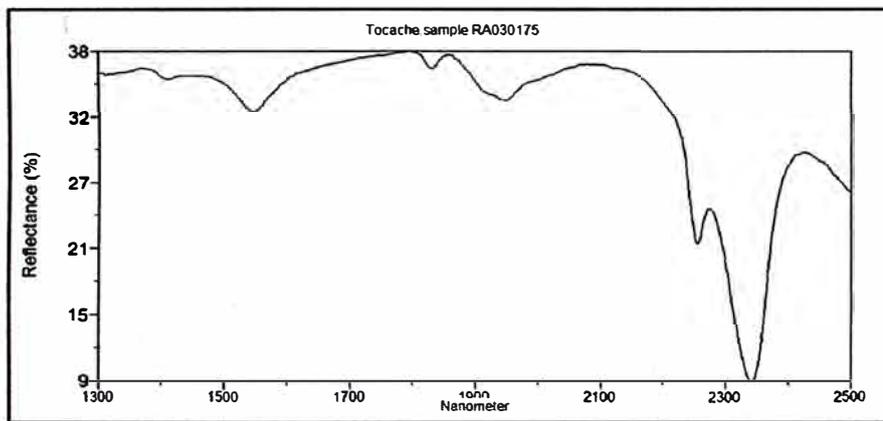


**ANEXO IV**

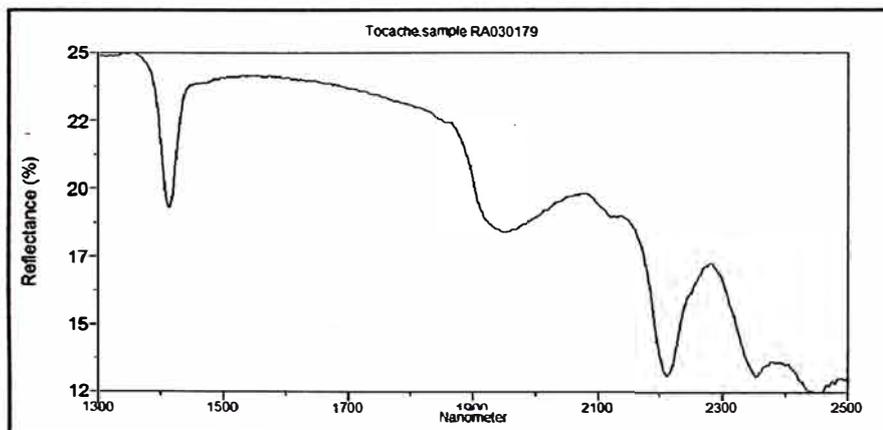
**ANÁLISIS DE MUESTRAS CON PIMA**



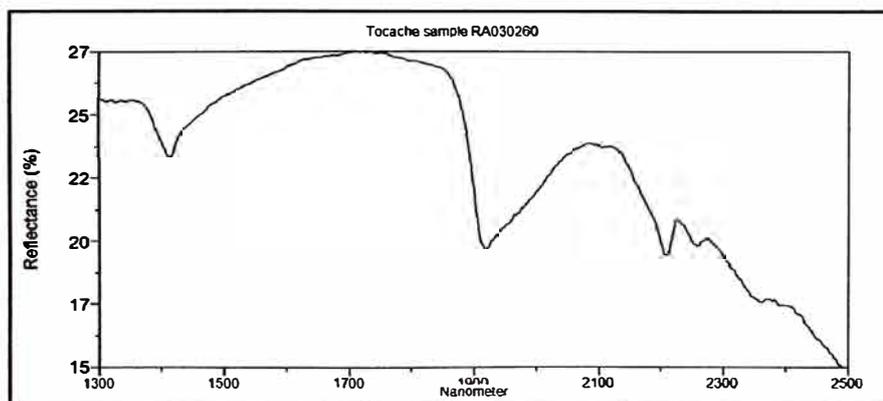
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030174</b>
<b>Mineral 1</b>	<b>Anhidrita</b>
<b>%</b>	<b>60</b>
<b>Mineral 2</b>	<b>Cuarzo</b>
<b>%</b>	<b>20</b>
<b>Mineral 3</b>	<b>Illita</b>
<b>%</b>	<b>20</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



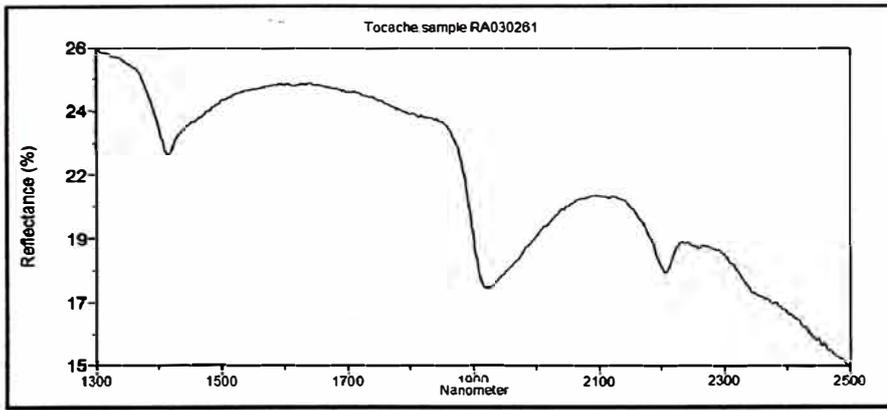
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030175</b>
<b>Mineral 1</b>	<b>Epidota</b>
<b>%</b>	<b>50</b>
<b>Mineral 2</b>	<b>Calcite</b>
<b>%</b>	<b>40</b>
<b>Mineral 3</b>	<b>Clorita</b>
<b>%</b>	<b>10</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Alteración</b>	<b>Propilitica</b>



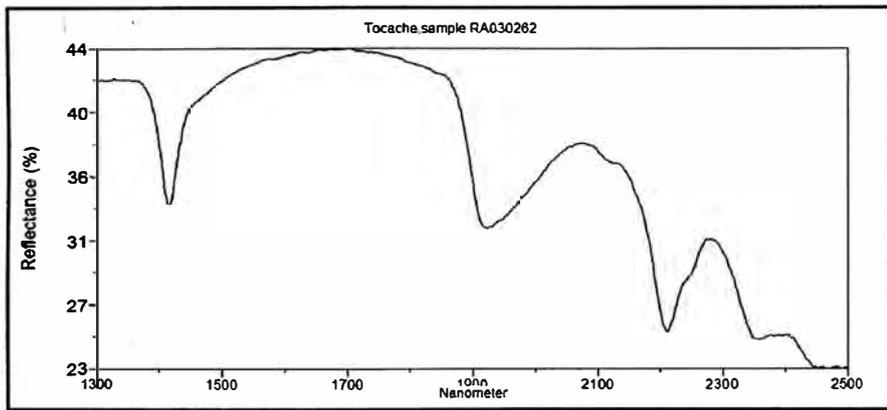
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030179</b>
<b>Mineral 1</b>	<b>Illita</b>
<b>%</b>	<b>75</b>
<b>Mineral 2</b>	<b>Sericita/ Mica</b>
<b>%</b>	<b>25</b>
<b>Mineral 3</b>	<b>-</b>
<b>%</b>	
<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Alteración</b>	<b>Fílica</b>



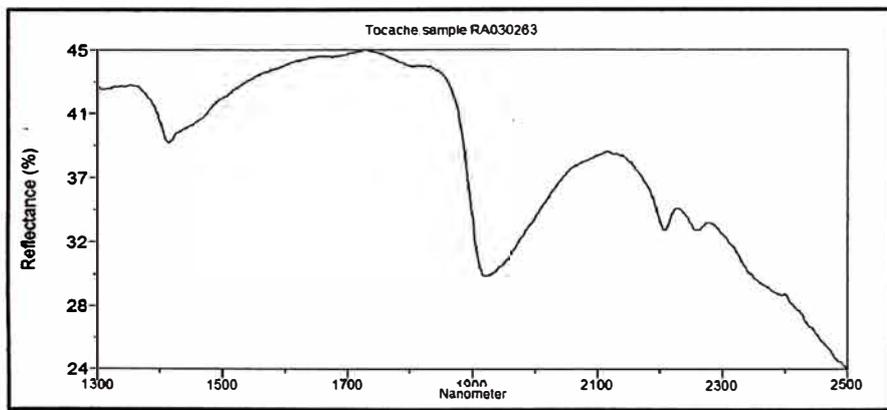
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030260</b>
<b>Mineral 1</b>	<b>Anhidrita</b>
<b>%</b>	<b>50</b>
<b>Mineral 2</b>	<b>Halloysita</b>
<b>%</b>	<b>45</b>
<b>Mineral 3</b>	<b>Cuarzo</b>
<b>%</b>	<b>5</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



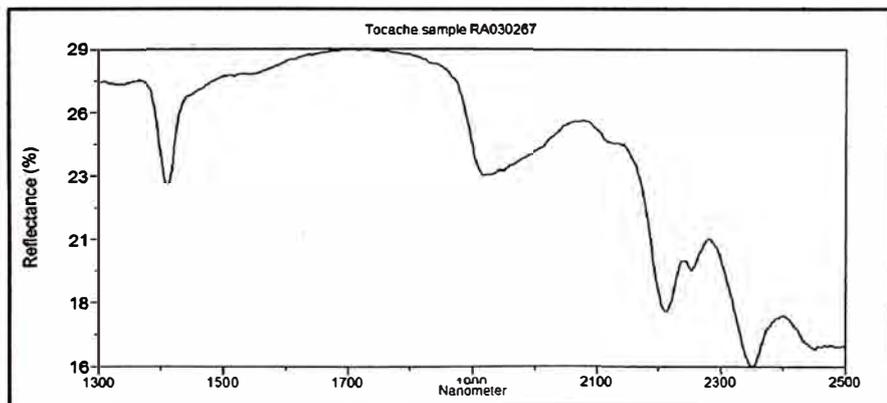
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030261</b>
<b>Mineral 1</b>	Halloysita
<b>%</b>	45
<b>Mineral 2</b>	Anhidrita
<b>%</b>	30
<b>Mineral 3</b>	Cuarzo
<b>%</b>	25
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



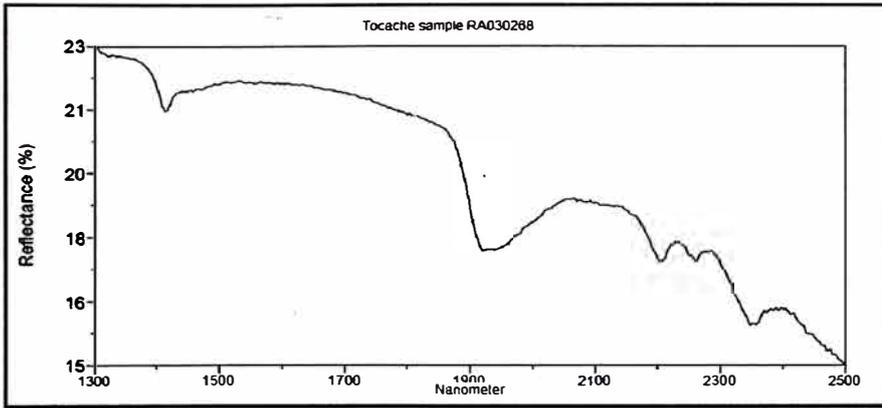
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030262</b>
<b>Mineral 1</b>	Sericita/ Mica
<b>%</b>	45
<b>Mineral 2</b>	Anhidrita
<b>%</b>	45
<b>Mineral 3</b>	Illita
<b>%</b>	10
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Fílica-Argílica</b>



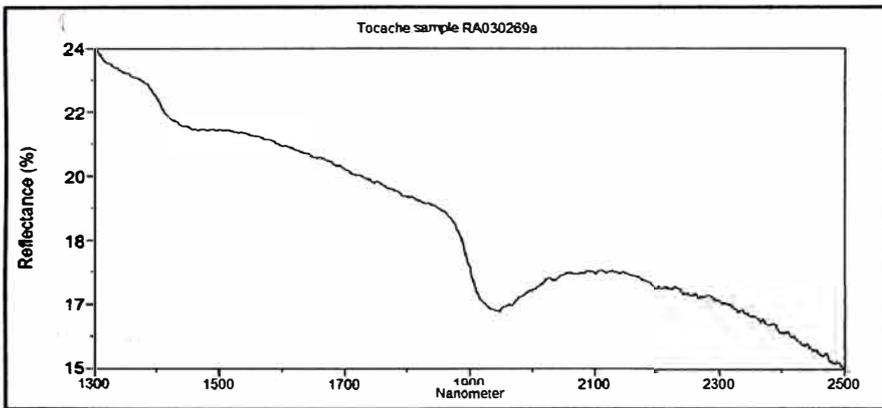
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030263</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	55
<b>Mineral 2</b>	Halloysita
<b>%</b>	25
<b>Mineral 3</b>	Cuarzo
<b>%</b>	20
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



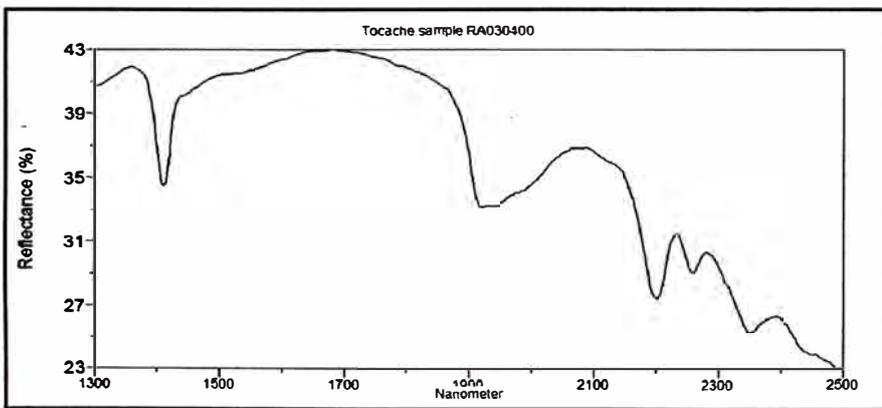
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030267</b>
<b>Mineral 1</b>	Illita
<b>%</b>	90
<b>Mineral 2</b>	Sericita/ Mica
<b>%</b>	10
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Fílica</b>



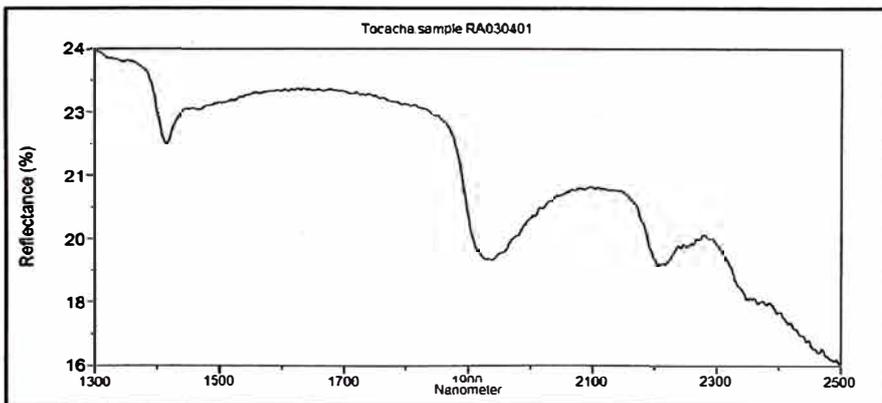
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030268</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	60
<b>Mineral 2</b>	Illita
<b>%</b>	25
<b>Mineral 3</b>	Clorita
<b>%</b>	15
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Propilítica



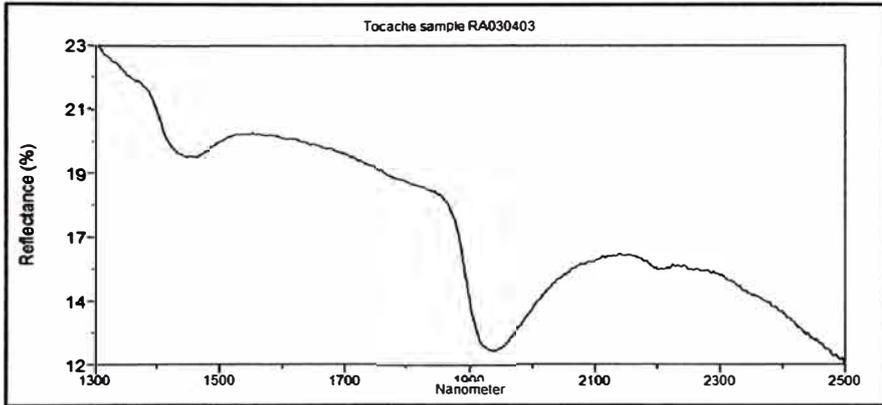
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030269a</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	60
<b>Mineral 2</b>	Cuarzo
<b>%</b>	40
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Argílica



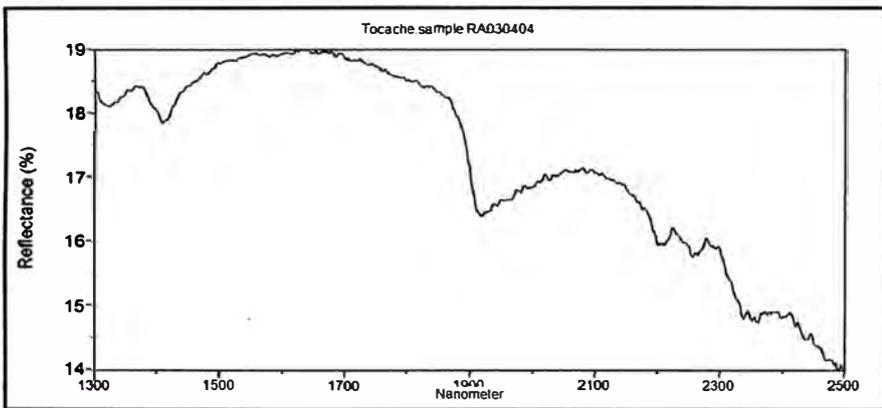
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030400</b>
<b>Mineral 1</b>	Halloysita
<b>%</b>	65
<b>Mineral 2</b>	Clorita
<b>%</b>	20
<b>Mineral 3</b>	Sericita/Mica
<b>%</b>	15
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Filica-Argílica



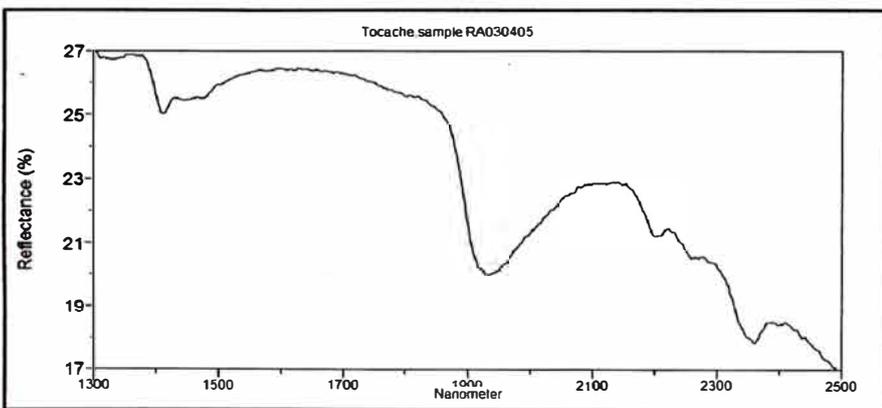
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030401</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	40
<b>Mineral 2</b>	Cuarzo
<b>%</b>	30
<b>Mineral 3</b>	Sericita/Mica
<b>%</b>	30
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Filica



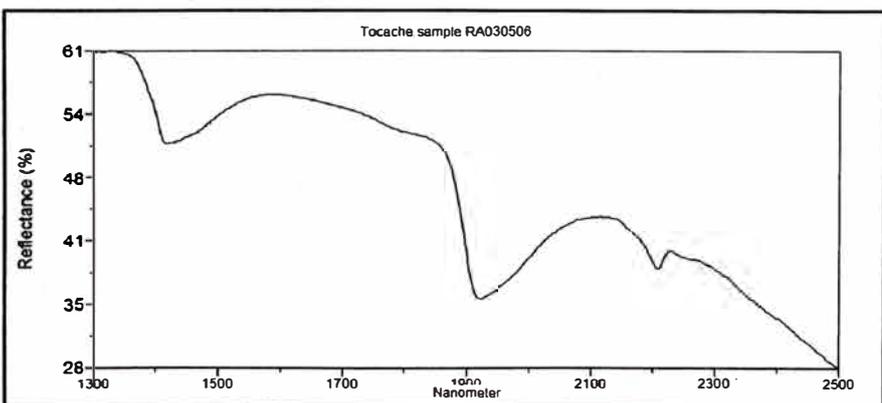
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030403</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	60
<b>Mineral 2</b>	Cuarzo
<b>%</b>	40
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



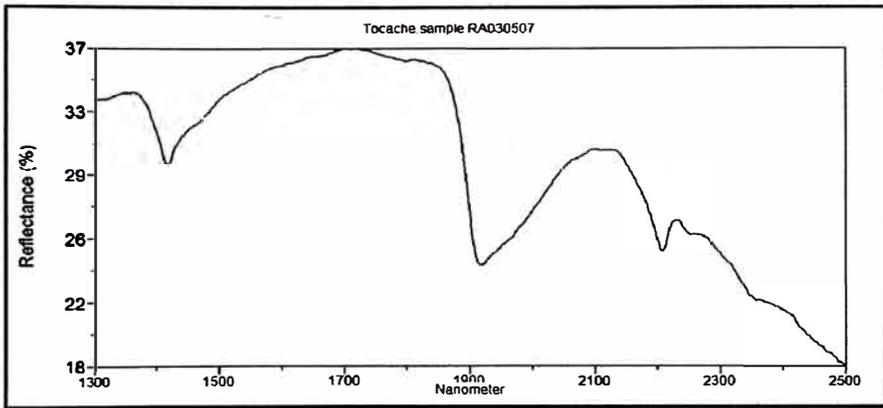
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030404</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	40
<b>Mineral 2</b>	Halloysita
<b>%</b>	35
<b>Mineral 3</b>	Clorita
<b>%</b>	25
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Propilítica</b>



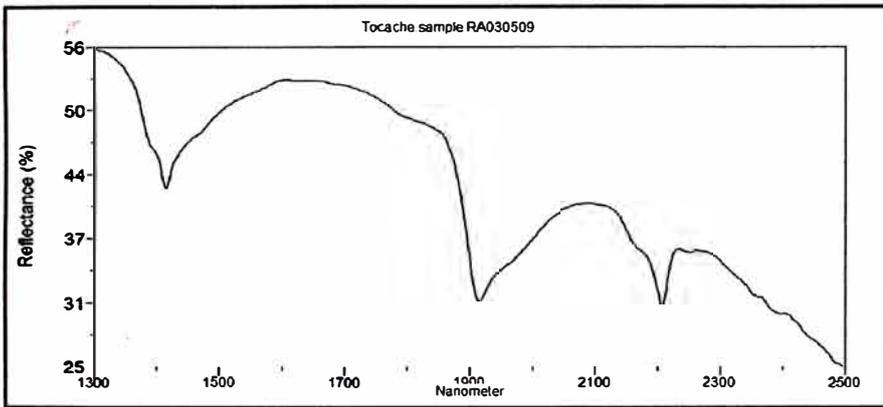
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030405</b>
<b>Mineral 1</b>	Cuarzo
<b>%</b>	65
<b>Mineral 2</b>	Clorita
<b>%</b>	20
<b>Mineral 3</b>	Illita
<b>%</b>	15
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Propilítica</b>



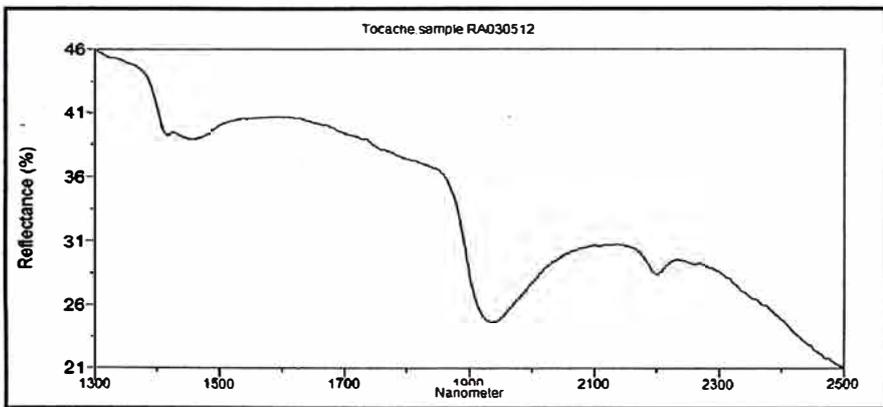
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030506</b>
<b>Mineral 1</b>	Cuarzo
<b>%</b>	45
<b>Mineral 2</b>	Anhidrita
<b>%</b>	30
<b>Mineral 3</b>	Halloysita
<b>%</b>	25
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



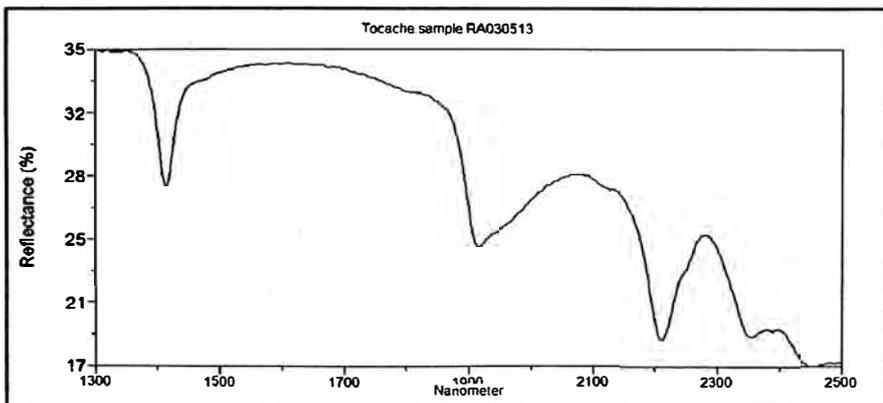
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030507</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	45
<b>Mineral 2</b>	Halloysita
<b>%</b>	35
<b>Mineral 3</b>	Cuarzo
<b>%</b>	20
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



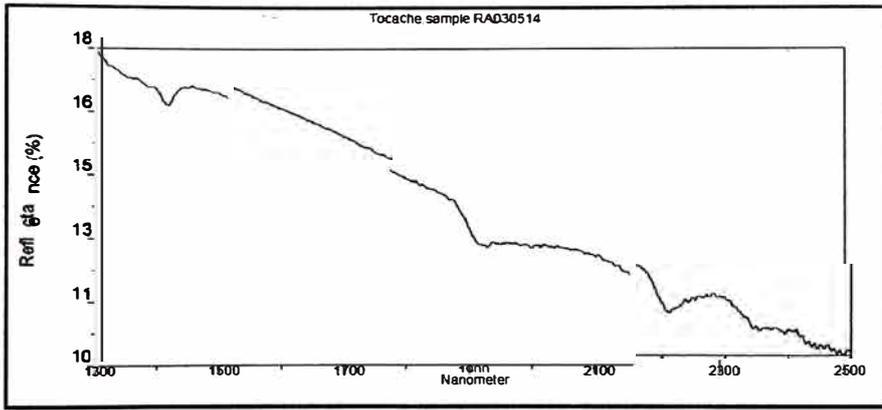
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030509</b>
<b>Mineral 1</b>	Halloysita
<b>%</b>	60
<b>Mineral 2</b>	Cuarzo
<b>%</b>	40
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



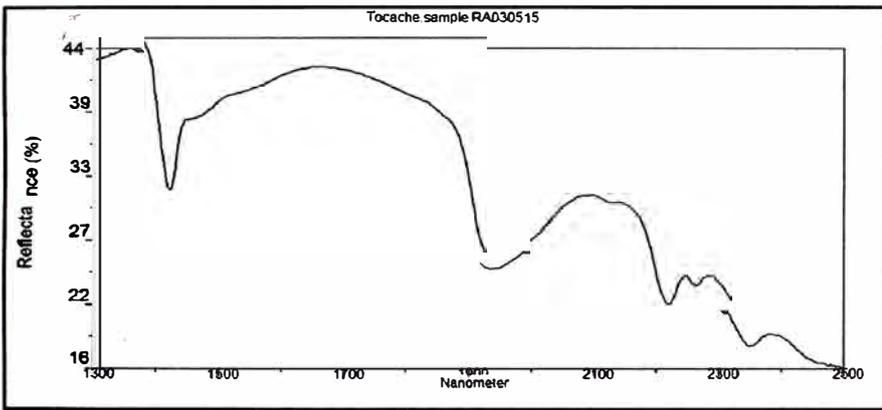
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030512</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	45
<b>Mineral 2</b>	Cuarzo
<b>%</b>	40
<b>Mineral 3</b>	Illita
<b>%</b>	15
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



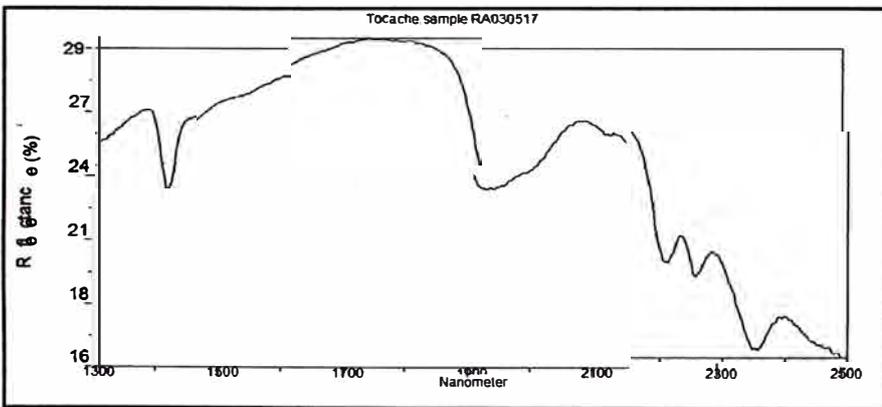
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030513</b>
<b>Mineral 1</b>	Illita
<b>%</b>	100
<b>Mineral 2</b>	-
<b>%</b>	
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



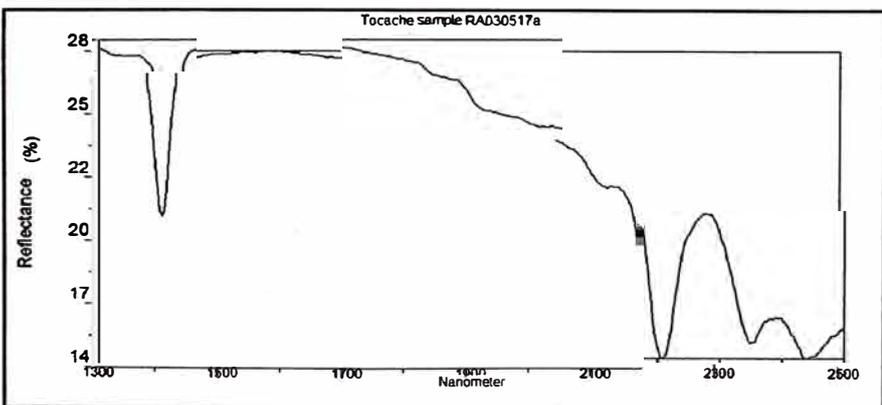
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030514</b>
<b>Mineral 1</b>	Illita
<b>%</b>	50
<b>Mineral 2</b>	Halloysita
<b>%</b>	45
<b>Mineral 3</b>	Sericita/Mica
<b>%</b>	5
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Fílica-Argílica



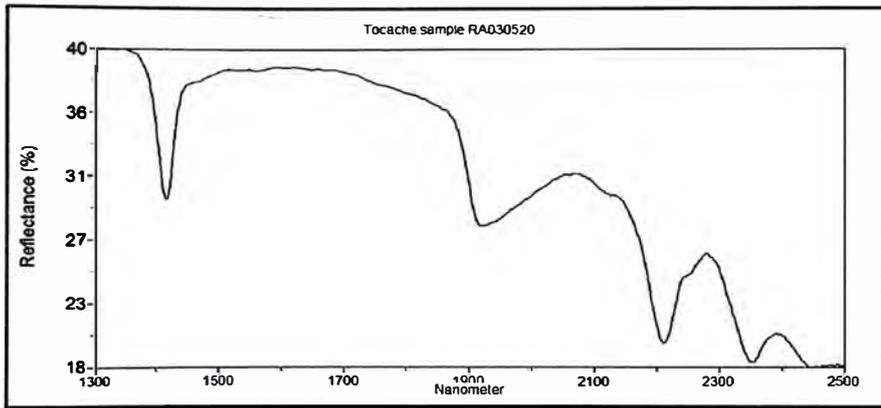
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030515</b>
<b>Mineral 1</b>	Illita
<b>%</b>	100
<b>Mineral 2</b>	-
<b>%</b>	
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Argílica



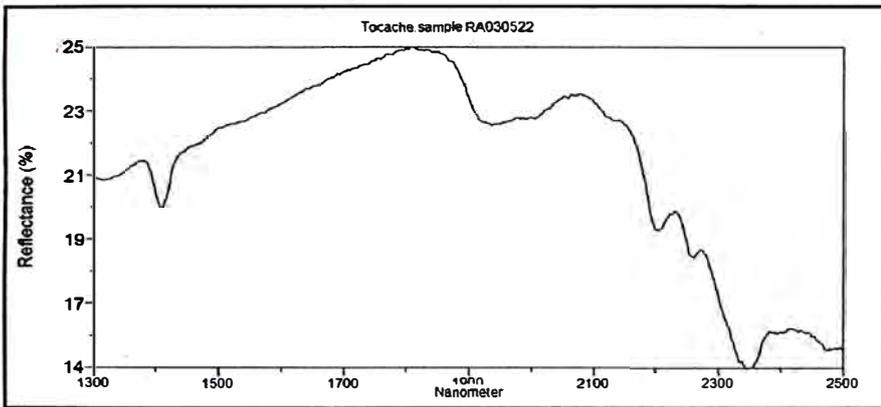
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030517</b>
<b>Mineral 1</b>	Illita
<b>%</b>	100
<b>Mineral 2</b>	-
<b>%</b>	
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Argílica



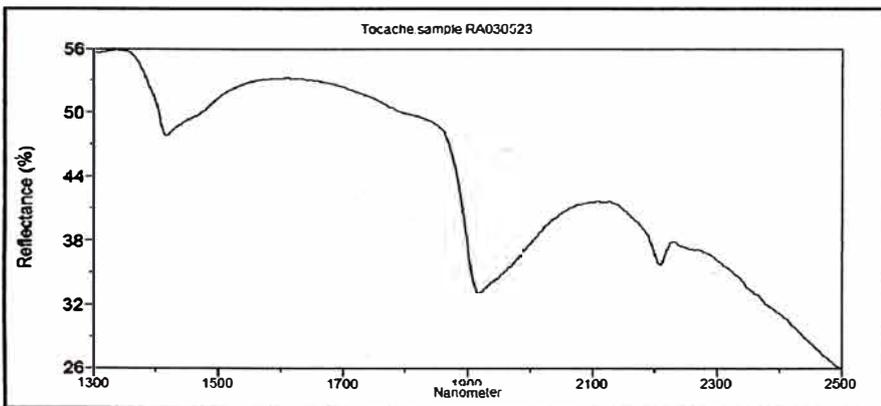
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030517a</b>
<b>Mineral 1</b>	Sericita/Mica
<b>%</b>	85
<b>Mineral 2</b>	Illita
<b>%</b>	15
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Fílica-Argílica



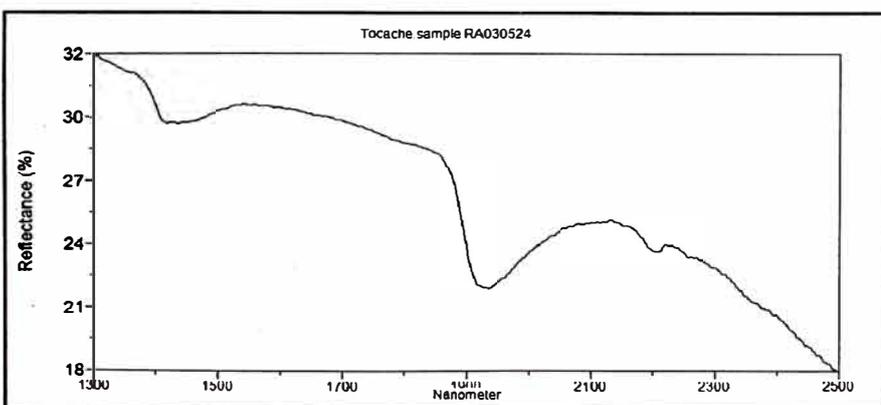
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030520</b>
<b>Mineral 1</b>	Illita
<b>%</b>	95
<b>Mineral 2</b>	Sericita/Mica
<b>%</b>	5
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Fílica-Argílica



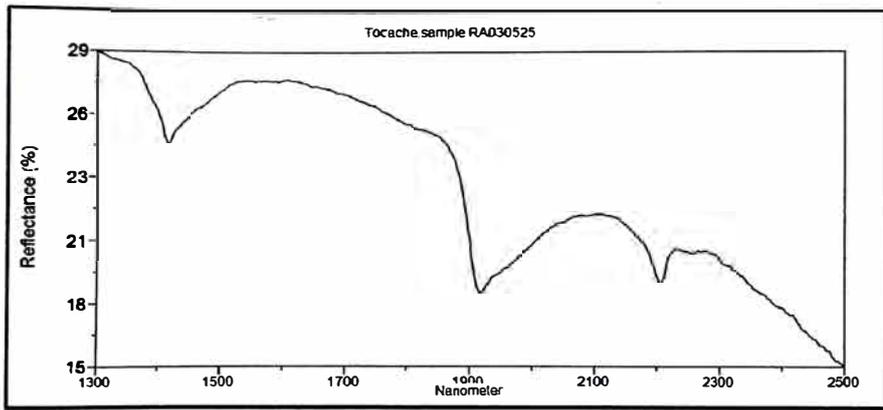
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030522</b>
<b>Mineral 1</b>	Clorita
<b>%</b>	65
<b>Mineral 2</b>	Sericita/Mica
<b>%</b>	35
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Fílica-Argílica



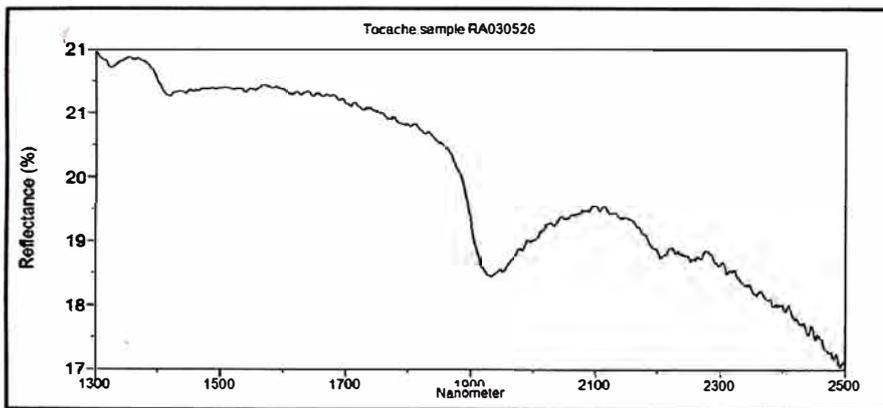
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030523</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	35
<b>Mineral 2</b>	Cuarzo
<b>%</b>	35
<b>Mineral 3</b>	Halloysita
<b>%</b>	30
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Argílica



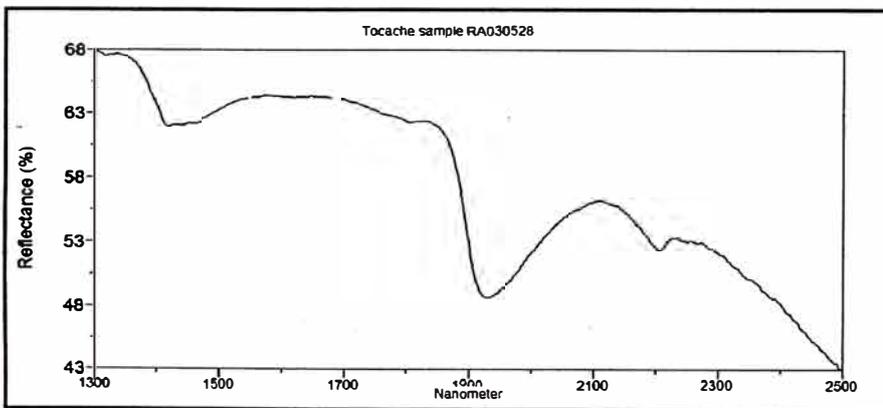
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030524</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	50
<b>Mineral 2</b>	Cuarzo
<b>%</b>	30
<b>Mineral 3</b>	Halloysita
<b>%</b>	20
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	Argílica



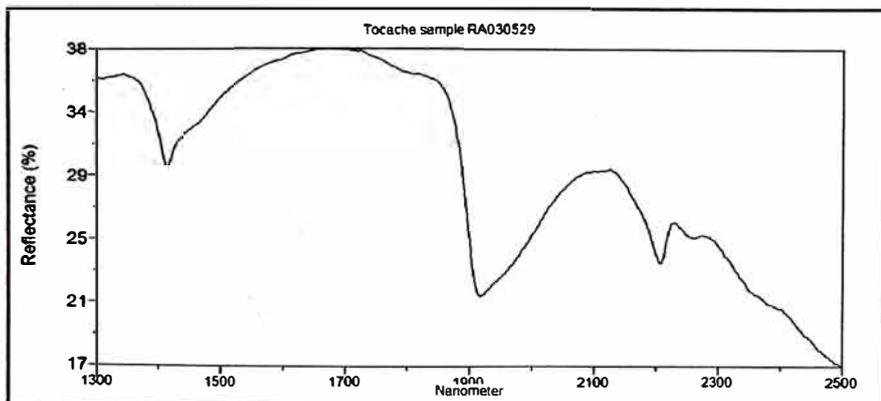
<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030525</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	55
<b>Mineral 2</b>	Halloysita
<b>%</b>	45
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030526</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	75
<b>Mineral 2</b>	Halloysita
<b>%</b>	25
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030528</b>
<b>Mineral 1</b>	Anhidrita
<b>%</b>	45
<b>Mineral 2</b>	Cuarzo
<b>%</b>	30
<b>Mineral 3</b>	Halloysita
<b>%</b>	25
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>



<b>Muestra</b>	<b>Ra - 030529</b>
<b>Mineral 1</b>	Cuarzo
<b>%</b>	60
<b>Mineral 2</b>	Halloysita
<b>%</b>	40
<b>Mineral 3</b>	-
<b>%</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Alteración</b>	<b>Argílica</b>