



Generación del conocimiento
geológico - económico
para Vivir Mejor

Gobierno
FEDERAL

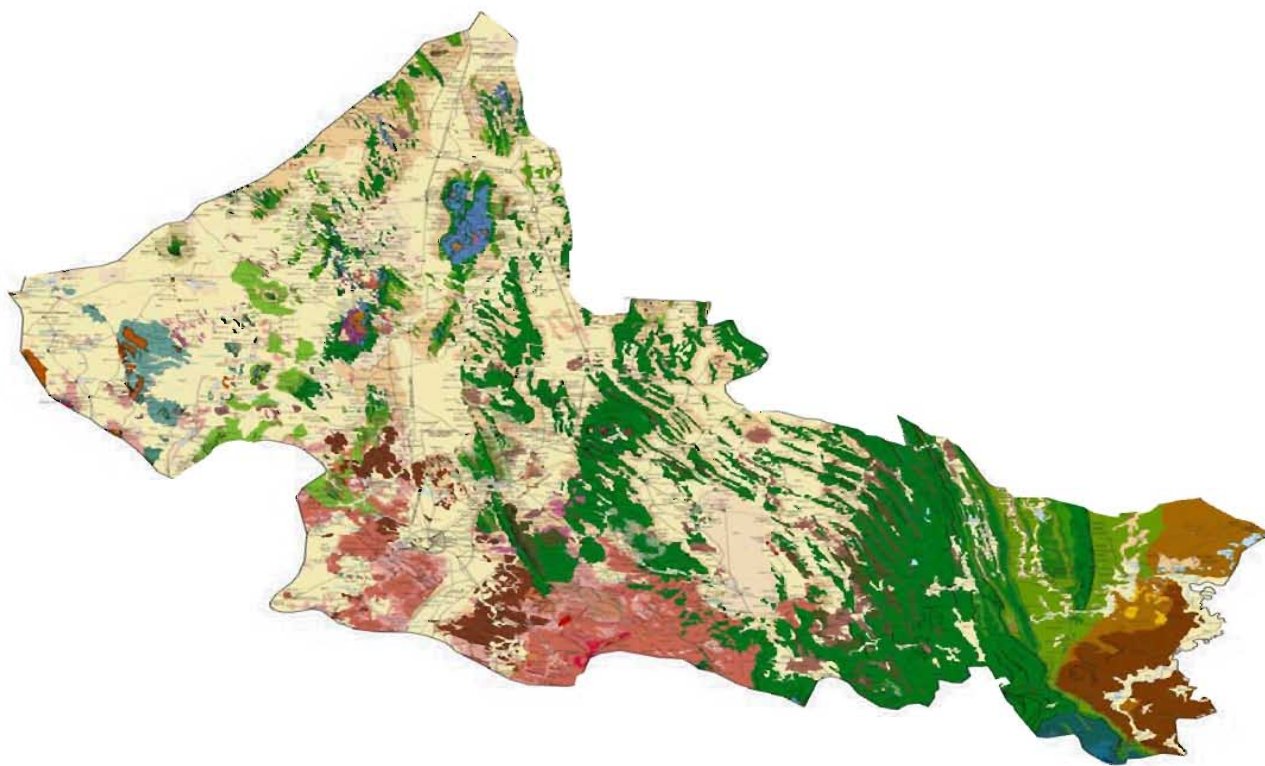


Servicio Geológico Mexicano

MONOGRAFÍA GEOLÓGICO-MINERA DEL ESTADO DE **SAN LUIS POTOSÍ**

SE

SECRETARÍA
DE ECONOMÍA



DIRECTOR GENERAL

Rafael Alexandri Rionda

DIRECTOR DE OPERACIÓN GEOLÓGICA

Alfonso Martínez Vera

DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

Cuauhtémoc Rodríguez Espinosa

GERENCIA REGIONAL CENTRO

RESPONSABLE

- Julián Eduardo López Reyes.

ACTUALIZACIÓN

- Gustavo Flores Aguillón.

REVISIÓN

- Julián Eduardo López Reyes

EDICIÓN CARTA GEOLÓGICA Y PORTAL S. G. M

SUBDIRECCIÓN DE GEOCIENCIA DIGITAL

DERECHOS RESERVADOS DEL SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

Boulevard Felipe Ángeles km. 93.50-4

Colonia Venta Prieta

C. P. 42080

Pachuca, Hgo.

Tels: (01771) 711 42 66; 711 42 44, 711 42 20

www.sgm.gob.mx

PROGRAMA DE ELABORACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE MONOGRAFÍAS GEOLÓGICO-MINERAS

ÍNDICE

Página

CAPÍTULO 3.- MINERÍA	1
3.1.- HISTORIA DE LA MINERÍA EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ.....	2
3.2.- INFRAESTRUCTURA DE APOYO A LA MINERÍA.....	6
3.2.1.- Organismo Oficiales de promoción y apoyo	7
A. Servicio Geológico Mexicano (SGM).....	7
B. Fideicomiso de Fomento Minero (FIFOMI).....	7
C. Dirección General de Minas (DGM)	8
D. Dirección General Desarrollo y Promoción Minera	8
E. Instituto de Geología de la UASLP	8
F. Facultad de Ingeniería Área de Ciencias de la Tierra de la UASLP	9
G. Instituto de Metalurgia de la UASLP.....	10
H. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)	10
I. Otros Organismos de Apoyo.....	10
I.1. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales....	10
I.2. Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad.....	10
3.2.2.- Cartografía básica de Información	11
A. Cartas topográficas	11
B. Cartas Geológicas.....	13
C. Cubrimientos aerofotográficos	16
C.1. Vuelos del INEGI.....	16
C.2 Otros Vuelos	16
D. Cubrimientos de Imágenes de satélite	20
D.1. Imágenes Landsat.....	20
D.2 Imágenes Spot.....	20

3.2.3.- Centros de documentación geológico minera	23
A. Archivo técnico y biblioteca del Servicio Geológico	
Mexicano	23
A.1. Exploración geológica regional terrestre.	23
A.2. Exploración geológica regional aérea.....	26
A.3. Exploración geofísica.....	26
A.4. Exploración geoquímica.....	30
A.5. Exploración preliminar.....	32
A.6. Proyecto de evaluación de reservas.....	32
A.7. Visitas de Reconocimiento.	32
B. Otros centros de información	32
3.3. PRINCIPALES REGIONES, DISTRITOS Y ZONAS MINERALIZADAS	
DEL ESTADO	41
3.3.1 Región minera de San Luis Potosí	45
A. Distrito minero Cerro de San Pedro	45
B. Zona mineralizada Villa de Reyes.....	53
C. Zona mineralizada Villa de Arriaga	56
3.3.2. Región minera Sierra de Catorce	60
A. Distrito minero Real de Catorce	60
B. Distrito minero Santa María de la Paz.....	68
C. Distrito minero La Maroma	75
D. Distrito minero San José Tierras Negras (Wadley).....	83
3.3.3. Región minera Charcas.....	87
A. Distrito minero Charcas.....	87
B. Zona mineralizada San Rafael	97
C. Zona mineralizada Santa Gertrudis.....	101
3.3.4 Región minera Guaxcamá	107
A. Distrito minero Guaxcamá	107
B. Distrito minero La Borreguita	114

3.3.5 Región minera Guadalcázar.....	119
A. Distrito minero Guadalcázar.....	120
B. Zona mineralizada La Tapona	127
C. Zona mineralizada Nuñez.....	131
3.3.6 Región Minera Salinas de Hidalgo	136
A. Distrito minero Salinas de Hidalgo.....	136
B. Distrito minero Peñón Blanco	143
3.3.7 Región minera Villa de Ramos	148
A. Distrito minero Villa de Ramos	148
B. Zona mineralizada La Herradura.....	156
C. Zona mineralizada Laguna de Hernández	160
3.3.8 Región minera Santo Domingo.....	163
A. Distrito minero Montaña de Manganeso	164
B. Zona mineralizada El Sabino	170
C. Zona mineralizada El calvo.....	174
3.3.9. Región minera Tamazunchale Xilitla.....	178
A. Zona mineralizada Tamazunchale Xilitla	178
3.3.10 Región, minera Ahualulco	182
A. Zona mineralizada Ahualulco	183
B. Zona mineralizada Moctezuma	188
3.3.11. Región minera Vanegas.....	192
A. Zona mineralizada San Vicente	192
3.3.12. Región minera Villa Hidalgo.....	198
A. Zona mineralizada Villa de Arista	199
B. Zona mineralizada Villa Hidalgo.....	203
3.3.13 Región minera Ciudad Valles.....	207
A. Zona mineralizada Ciudad Valles.....	208
B. Zona mineralizada Cárdenas	211
C. Zona mineralizada Ciudad del Maíz.....	215

D. Zona mineralizada San Ciro de Acosta.....	219
3.3.14. Región minera Zaragoza	221
A. Distrito minero Las Cuevas.....	221
B. Zona mineralizada Rioverde	226
C. Zona mineralizada Palo Verde	230
3.4. ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA MINERA	234
3.4.1 Propiedad minera.....	235
A. Concesiones ordinarias	238
B. Zonas Reservas Mineras Nacionales	238
C. Asignaciones mineras	240
D. Concesiones especiales.....	240
3.4.2. Empresas mineras que operan en el estado	240
3.4.3. Minas en producción	249
3.4.4. Plantas de beneficio y fundiciones	249
3.5. PRODUCCIÓN MINERA EN EL ESTADO	254
3.5.1 Sustancias y centros productores	256
3.6. POTENCIAL MINERO DEL ESTADO.....	264
3.6.1 Áreas geológicamente prospectivas.....	264
3.6.2 Áreas de interés minero	269
3.6.3 Yacimientos inactivos potencialmente productores	270
3.6.4 Nuevos proyectos mineros en desarrollo.....	271
3.6.5 Expectativas futuras de minería en el estado	271
BIBLIOGRAFÍA.....	272

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 17.- Cartografía topográfica y geológica de INEGI.....	12
Figura 18.- Cartografía geológica del instituto de Geología de la UASLP	14
Figura 19.- Cartografía geológica del Instituto de geología de la UNAM.....	17
Figura 20.- Aerofotografía del INEGI.....	18
Figura 21.- Cubrimientos aerofotográficos de empresas privadas.....	19
Figura 22.- Imágenes de satélite Land Sat.....	21
Figura 23.- Imágenes de satélite Spot.....	22
Figura 24.- Exploración regional a detalle y semidetalle.....	25
Figura 25.- Exploración regional aérea.....	27
Figura 26.- Exploración geofísica.....	29
Figura 27.- Exploración geoquímica.....	31
Figura 28.- Estudios de Evaluación.....	33
Figura 29.- Visitas de reconocimiento a minas y prospectos.....	34
Figura 30.- Regiones y distritos mineros.....	44
Figura 31.- Distrito minero Cerro de San Pedro.....	46
Figura 32.- Zona mineralizada Villa de Reyes.....	54
Figura 33.- Zona mineralizada Villa de Arriaga.....	57
Figura 34.- Distrito minero Real de Catorce.....	62
Figura 35.- Distrito minero Santa María de la Paz.....	70

Figura 36.- Zonamiento horizontal y vertical del distrito minero Santa María de la Paz.....	71
Figura 37.- Distrito minero La Maroma.....	77
Figura 38.- Distrito minero San José Tierras Negras (Wadley).....	84
Figura 39.- Distrito minero Charcas.....	90
Figura 40.- Zona mineralizada San Rafael.....	99
Figura 41.- Zona mineralizada Santa Gertrudis.....	104
Figura 42.- Distrito minero Guaxcamá.....	110
Figura 43.- Bloquediagramático del cuerpo mineralizado San Rafael (Guaxcamá)...	113
Figura 44.- Distrito minero La Borreguita.....	116
Figura 45.- Distrito minero Guadalcázar.....	122
Figura 46.- Zona mineralizada La Tapona.....	129
Figura 47.- Zona mineralizada Nuñez.....	133
Figura 48.- Distrito minero Salinas de Hidalgo.....	138
Figura 49.- Distrito minero Peñón Blanco.....	145
Figura 50.- Distrito minero Villa de Ramos.....	151
Figura 51.- Zona mineralizada La Herradura.....	157
Figura 52.- Zona mineralizada La Laguna de Hernández.....	161
Figura 53.- Distrito minero Montaña de Manganese.....	166
Figura 54.- Zona mineralizada El Sabino.....	171
Figura 55.- Zona mineralizada El Calvo.....	176
Figura 56.- Zona mineralizada Tamazunchale Xilitla.....	180
Figura 57.- Zona mineralizada Ahualulco.....	185
Figura 58.- Zona mineralizada Moctezuma.....	189

Figura 59.- Zona mineralizada San Vicente.....	194
Figura 60.- Zona mineralizada Villa de Arista.....	200
Figura 61.- Zona mineralizada Villa Hidalgo.....	205
Figura 62.- Zona mineralizada Ciudad Valles.....	210
Figura 63.- Zona mineralizada Cárdenas.....	213
Figura 64.- Zona mineralizada Ciudad del Maíz.....	217
Figura 65.- Zona mineralizada San Ciro de Acosta.....	220
Figura 66.- Distrito minero Las Cuevas.....	224
Figura 67.- Zona mineralizada Rioverde.....	228
Figura 68.- Zona mineralizada Palo Verde.....	232
Figura 69.- Área territorial de agencias de minería.....	236
Figura 70.- Reservas mineras nacionales y asignaciones.....	239
Figura 71.- Plantas de beneficio y fundiciones.....	253
Figura 72.- Participación en la producción nacional de los principales minerales 2000-2006.....	255
Figura 73.- Volumen de la producción minera minerales Metálicos.....	258
Figura 74.- Volumen de la producción minera, minerales No metálicos.....	259
Figura 75.- Valor de la producción minera minerales metálicos.....	261
Figura 76.- Valor de la producción minera minerales No metálicos.....	262

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla VI.- Cartografía geológica del instituto de Geología de la UASLP	15
Tabla VII.- Áreas estudiadas con geofísica.....	28
Tabla VIII.- Áreas estudiadas con geoquímica.....	30
Tabla IX.- Relación de visitas de reconocimiento.....	35
Tabla X.- Relación de minas del distrito minero Cerro de San Pedro.....	50
Tabla XI.- Relación de minas del distrito minero Real de Catorce.....	66
Tabla XII.- Relación de minas del distrito minero de Santa María de La Paz.....	72
Tabla XIII.- Relación de minas del distrito minero La Maroma.....	80
Tabla XIV.- Reservas de mineral del área mineralizada La Maroma.....	82
Tabla XV.- Reservas de mineral del área San Bartolo.....	83
Tabla XVI.- Relación de minas del distrito minero San José Tierras Negras (Wadley)...	86
Tabla XVII.- Relación de minas del distrito minero Charcas.....	92
Tabla XVIII.- Relación de minas de la zona mineralizada San Rafael.....	100
Tabla XIX.- Relación de minas de la zona mineralizada Santa Gertrudis.....	103
Tabla XX.- Relación de minas del distrito minero Guaxcamá.....	111
Tabla XXI.- Relación de minas del distrito minero La Borreguita.....	118
Tabla XXII.- Relación de minas del distrito minero Guadalcázar.....	125
Tabla XXIII.- Relación de minas de la zona mineralizada La Taponá....	130
Tabla XXIV.- Relación de minas de la zona mineralizada Nuñez.....	135
Tabla XXV.- Relación de minas del distrito minero Salinas de Hidalgo.....	140
Tabla XXVI.- Relación de minas del distrito minero Peñón Blanco.....	146

Tabla XXVII.- Relación de minas del distrito minero Villa de Ramos.....	153
Tabla XXVIII.- Relación de minas de la zona mineralizada La Herradura	159
Tabla XXIX.- Relación de minas del distrito minero Montaña de Manganeso.....	168
Tabla XXX.- Relación de minas de la zona mineralizada El Sabino.....	172
Tabla XXXI.- Relación de minas de la zona mineralizada El Calvo.....	177
Tabla XXXII.- Relación de minas de la zona mineralizada de Ahualulco... ..	186
Tabla XXXIII.- Relación de minas de la zona mineralizada Moctezuma... ..	191
Tabla XXXIV.- Relación de minas de la zona mineralizada San Vicente.	196
Tabla XXXV.- Relación de minas de la zona mineralizada Villa de Arista... ..	202
Tabla XXXVI.- Relación de minas del distrito minero Las Cuevas.....	226
Tabla XXXVII.- Relación de minas de la zona mineralizada Rioverde... ..	230
Tabla XXXVIII.- Relación de minas de la zona mineralizada Palo Verde... ..	233
Tabla XXXIX.- Agencias de minería y municipios que controlan.....	237
Tabla XL.- Relación de concesiones de exploración y explotación.....	238
Tabla XLI.- Empresas mineras que operan en el estado.....	242
Tabla XLII.- Relación de plantas de beneficio y fundiciones... ..	250
Tabla XLIII.- Participación en la producción nacional de los principales minerales 2000-2006.... ..	254
Tabla XLIV.- Cotizaciones internacionales de minerales metálicos 2000-2006.....	256
Tabla XLV.- Volumen de la producción minero metalúrgica (toneladas)	257
Tabla XLVI.- Valor de la producción minero metalúrgica	260
Tabla XLVII.- Áreas de interés minero en el Estado.	270

CAPÍTULO 3

MINERÍA

El estado de San Luis Potosí, con más de cuatrocientos años de actividad minera, es una entidad productora de minerales Metálicos y No Metálicos, que tiene importantes yacimientos de fluorita, yeso, azufre, plata, plomo, zinc, cobre y oro. También tiene yacimientos de estaño, antimonio y manganeso. A futuro se espera que la minería de los minerales No Metálicos alcance mayor auge, ya que la entidad cuenta con grandes yacimientos fluorita, yeso, azufre, dolomita, fosfatos, zeolitas, caolín, perlita, wollastonita, calcita, calcita óptica, barita, bentonita y cuarzo, además de rocas dimensionables como gabro, granito, cantera, ónix y mármol. En este capítulo se presenta un resumen sobre la historia de la minería en San Luis Potosí, se describen las principales regiones mineras, con sus respectivos distritos y zonas mineralizadas y se da a conocer la infraestructura con que cuenta la entidad para apoyar el desarrollo del sector minero-metalúrgico.

3.1. HISTORIA DE LA MINERÍA EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

En la época precolombina, el estado de San Luis Potosí pertenecía a la región denominada la “Gran Chichimeca”, cuyos habitantes eran nómadas cazadores y recolectores de frutos silvestres que no conocían la minería. Sin embargo Montejano (1991), señala que hubo una cultura que se desarrolló en el Valle de San Luis Potosí entre los años 200 y 1200 de la era cristiana, que explotó el almagre y cinabrio; pero estos grupos humanos desaparecieron y solo quedan en algunas cuevas y minas de Guadalcázar, restos de ese laboreo primitivo, por lo tanto puede decirse que la minería llegó a San Luis Potosí con los conquistadores españoles. El primer descubrimiento mineral en San Luis Potosí, fue en el año de 1561 y correspondió a “Las Reales Salinas de Peñón Blanco”, hecho de relevante importancia considerando que la sal era un elemento imprescindible en la obtención de los metales (Zacatecas, Fresnillo y Sombrerete se surtían de estas salinas). Sin embargo, la bravura de los guachichiles impedía el acceso hacia el oriente, en 1574 se comienza la explotación de los minerales de Charcas, situado precisamente en una frontera peligrosa y mal defendida, por lo que dos años después en 1576, fue atacada por los bárbaros y materialmente arrasada, pero se volvió a fundar en julio de 1584, en el lugar que actualmente se encuentra.

Se estima que al comenzar el último cuarto del siglo XVI, algunos gambusinos que salieron de Zacatecas a explorar las tierras de los guachichiles con el consentimiento de éstos, descubrieron un rico mineral que denominaron Cerro de San Pedro, aunque se dice que el descubrimiento de este mineral permaneció ignorado por algún tiempo, debido a que los gambusinos fundían allí mismo los minerales y llevaban a vender la plata y el oro en pasta a Zacatecas, sin embargo no fue sino hasta el año de 1592, en que el capitán Caldera, registró con todas las de la ley, las “Minas de San Pedro” y en poco tiempo se formó un pueblo, llegando a el experimentados mineros como Pedro Arismendi Gorrón, proveniente de Zacatecas, fue de los primeros en llegar y el primero en establecer haciendas de beneficio en el nuevo mineral.

Gracias a las minas de San Pedro se fundó el pueblo de San Luis Minas del Potosí de la Nueva España, trayendo consigo además el establecimiento de ranchos, pueblos y haciendas de beneficio, tanto en el Valle de San Luis Potosí como en los alrededores: San Antonio de La Saucedá, Monte Caldera o Real del Monte, San Francisco de los Pozos, La Pila, Armadillo y otros, asimismo en el pueblo y sus alrededores se establecieron también fundiciones.

Posteriormente en el año de 1624 el laboreo de las minas no era fácil, pues existían problemas serios debido al comportamiento de las vetas, problemas para el apartado del oro y de la plata, falta de experiencia de los mineros improvisados y las sequías.

A pesar de tal problemática, en 1628 se abrió en San Luis Potosí la Real Caja y fue ese mismo año que en la “Mina de los Briones” del mineral de San Pedro se descubrió una veta de oro nativo que en tan solo dos meses y días produjo más de un millón de pesos de oro.

A principios del siglo XVII el Señor Don Juan Dozal descubrió, El Mineral de Ramos, tomándose como fecha original el inicio de la explotación del mineral de Villa de Ramos en el año de 1608. La primera época de bonanza de este mineral, comprendió de 1608 a 1640, se explotaron ricos minerales que se beneficiaron en Ramos, Salitral de Carrera Llecas y Espíritu Santo, en 1640. El Mineral fue sorprendido por una partida de indios bárbaros, arruinando las casas, y dejando en ruinas El Mineral.

En el año de 1796, se descubrió la rica mina de San Juan Nepomuceno alias “La Cocinera”, iniciándose así una segunda época de bonanza de la que da testimonio el escribano de cabildo y diputado don Miguel Alejo Torres a la diputación de Zacatecas, informando que este mineral produjo de 1798 a 1807, \$918,000 pesos, según los registros reales, aunque Montejano (1991), menciona que de 1798 a 1809, la mina La Cocinera dio a su dueño la cantidad de nueve millones de pesos.

En esa época los minerales de la zona de Ramos eran beneficiados en Zacatecas, Pinos y Ojo Caliente, Zacatecas. En este tiempo se construyeron fincas espaciosas y de buen gusto según el tiempo de la colonia y también calles y casas alineadas. La guerra de independencia iniciada en 1810, ocasionó la suspensión de explotación de estas minas por algunos años. La tercer bonanza, se desarrolló de 1819 a 1827, produciendo algunos centenares de barras de plata y en esta época intensa (1826), fue que J.H. Burkart, visitó este Mineral del que incluyó una descripción detallada en su obra *Authenthalt and Riesen un México un den Jahren* publicada en Stuttgart, Alemania el año de 1836.

Posteriormente a ésta época de bonanza, la explotación de Ramos ha sido muy esporádica y prácticamente restringida al aprovechamiento de terreros, graseros y extracción de rezagas de las minas antiguas.

Posteriormente al descubrimiento de mineral de Cerro de San Pedro por el capitán Caldera en el año de 1592, su amigo y compañero don Juan de Oñate descubre el mineral de Guadalcázar, cabe hacer mención que en épocas muy anteriores los nativos ya habían trabajado mas de 100 minas de mercurio y oro. Este mineral comenzó a poblarse de manera formal en los años de 1614 a 1620. El año de 1629 ocurrió un gran auge de denuncios y trabajos en el cerro de San Cristóbal y como consecuencia de esto se estableció tres haciendas de beneficio por el sistema de patio.

En 1722 una tromba inunda todas las minas que estaban en operación por ese año y no fue sino hasta 1743 en que se hicieron nuevos descubrimientos de más de 80 minas, la mayor parte en el cerro de San Cristóbal.

El descubrimiento del Real de Catorce en 1772, propició la emigración de los mineros de Guadalcázar y el abandono de este Mineral, reanudándose los trabajos en el año de 1790, los que se abandonaron nuevamente en 1794.

A partir de entonces y hasta el presente siglo, la explotación de las minas de plata de esta localidad se desarrolla a nivel gambusino y dirigida especialmente al disfrute de terreros. Sin embargo, la explotación de mercurio adquirió gran importancia, al grado de que en 1843 el gobierno premia su gran producción.

En el presente siglo la explotación de este metal tuvo gran auge, especialmente durante la década de los 60, suspendiéndose los trabajos en 1973. A partir de entonces se han ejecutado diversos trabajos de exploración sin resultados positivos, actualmente este distrito minero permanece en estado de total abandono.

En 1773 los gambusinos Sebastián Coronado y Antonio Llamas encontraron un filón argentífero en la Sierra de Catorce, comenzando de inmediato su explotación, habiéndole puesto a la mina el nombre de Descubridora, pero fue hasta 1778, cuando los gambusinos de Don Bernabé Antonio de Zepeda, beneficiador y minero de Matehuala, descubrió el rico crestón de la Rica Veta Grande y abrieron sobre ella el tiro de "Guadalupe", cuya asombrosa riqueza llamó la atención del mundo entero, hecho que propició la llegada de una muchedumbre de mineros que se volcaron a disfrutar de esta riqueza argentífera, en tal desorden que de pronto se formó una congestionada población carente de agua, víveres y caminos, la mayoría de los primeros mineros eran pobres, sin experiencia, que pasaban grandes dificultades para sacar los metales de las minas y para beneficiarlos.

En vista de lo anterior el tribunal de la minería y la audiencia, comisionaron a Don Silvestre López Portillo para resolver todo lo conducente al establecimiento y beneficio de las minas del Real de Catorce, misión que cumplió eficientemente iniciándose así la explotación de dicho mineral en todo su esplendor.

En la mejor bonanza conocida en Real de Catorce, la veta madre La Purísima produjo tres millones de pesos, la del Padre Flores tres y medio millones de pesos y otras más que produjeron enormes riquezas como Valenciana, Concepción, San Agustín y Socavón del Refugio, entre otras.

Con el estallido de la guerra de Independencia decayó la minería en Catorce, pero en el México independiente volvieron a surgir gracias al capital inglés con la compañía Gordo y Murphy, que instaló en Catorce la primer caldera de vapor que se aplicó en una mina mexicana.

En 1824 el gobierno del Estado ratificó las ordenanzas de minerías, en esos tiempos había “Juzgados de Minería” en San Luis Potosí, Catorce, Charcas y Guadalcázar. Sin embargo, las constantes guerras civiles de la época obstaculizaron el desarrollo de la minería.

En 1857 se contrató el arrendamiento de la casa de moneda en San Luis Potosí y el permiso de establecer otra en Catorce, lográndose solamente lo segundo, por lo que en enero de 1865 se abrió la casa de moneda de Catorce, misma que se clausuró en 1866. El 16 de noviembre de 1864, se constituyó la negociación minera de Santa María de La Paz, que hoy en día continúa en operación.

En 1873, en la mina La Purísima de Catorce se usó por primera vez en México la dinamita para el laboreo de minas; ese mismo mes, también por primera vez en México se instalaron perforadoras de vapor, posteriormente, en 1877 se empleó por primera vez el aire comprimido para las perforaciones mecánicas, y en 1880, Don Francisco M. Coghlan instaló la primera planta eléctrica que movió un malacate en Santa Ana.

Entonces solo había otros dos malacates eléctricos en Estados Unidos y ninguno en el país, finalmente en junio de 1896, fueron inauguradas por el General Porfirio Díaz, presidente de la República las bombas que el señor Coghlan había mandado hacer en San Francisco, California, para el desagüe del tiro general de Santa Ana.

Durante la época Porfirista se introduce el ferrocarril y otras innovaciones técnicas y se lleva a cabo la transición entre la minería artesanal de las sociedades particulares a la gran minería de las empresas transnacionales.

De septiembre de 1880 a 1885 se publicó, El Minero Potosino, compañero del minero mexicano de la capital, que informó y orientó a los mineros potosinos sobre asuntos mineros. En Real de Catorce aparecieron otras publicaciones como El Eco Minero y La Voz Catorceña, en 1891 se termina de edificar la fundición de Morales en San Luis Potosí, misma que en 1900 pasó a ser propiedad de ASARCO.

Con la muerte de Don Francisco M. Coghlan en 1903 y el regreso definitivo a España de Don Vicente Irizar en 1905, hechos aunados a otras circunstancias como la inundación de algunas minas y la incosteabilidad de algunos métodos tradicionales, comenzó la decadencia de Real de Catorce, de tal manera que a principios de 1910, únicamente trabajaba de manera regular la famosa mina de Santa Ana.

En 1910, comenzó la Revolución Mexicana, hecho que paralizó casi en su totalidad a la minería en el estado de San Luis Potosí, Real de Catorce se convirtió prácticamente en una ciudad fantasma, mientras que Ramos, Guadalcázar y Cerro de San Pedro entre otras, solo eran trabajados de manera artesanal por reducidos grupos de gambusinos, pepenando terreros, extrayendo rezagas antiguas de las minas abandonadas minerales de alta ley en pequeñas cantidades.

Al terminar la Revolución comienza nuevamente a resurgir la minería, comportándose ésta con altas y bajas debido en parte al propio desarrollo de la economía y también a variaciones en la cotización internacional de los metales. Durante las dos Guerras mundiales tuvo gran auge la explotación de minerales de mercurio y antimonio en Guadalcázar y Wadley.

La segunda mitad del siglo XX y hasta el fin de la década de los 80, la minería potosina acusa un incremento sostenido de las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales.

En los comienzos de la década de los 50, se descubrió accidentalmente el yacimiento de fluorita de “Las Cuevas” por un gambusino. Es de hacer mención que en un principio el aprovechamiento de este yacimiento consistió en la recolección de mineral de muy alta ley que formaba las cercas de piedra (fluorita casi pura), de corrales y terrenos de cultivo de las áreas adyacentes al yacimiento.

Enseguida comenzó la explotación minera que, en el inició se hizo de manera artesanal obteniendo mineral de muy alta ley y posteriormente la Compañía Noranda adquirió la propiedad y realizó un amplio programa de exploración que le permitió descubrir los grandes cuerpos de mineral que hasta la fecha explota.

En 1970 el Consejo de Recursos Naturales No Renovables instala su departamento de geoquímica en la Ciudad de San Luis Potosí, con el fin de dar mayor agilidad al proceso de análisis de muestras obtenidas en los programas de exploración geoquímica desarrollados en la entidad en esa época, posteriormente en 1978, dejó de funcionar únicamente como laboratorio para constituirse como Residencia del Consejo de Recursos Minerales y tener mas capacidad en cuanto a desarrollo de programas de exploración geológica y minera en apoyo de la industria minera del Estado.

Actualmente continúa como Subgerencia Regional con el apoyo a la minería en general y sus programas de cartografía geológico-minera e inventarios mineros y con un amplio acervo bibliográfico de información relacionada a la minería del Estado y del País.

En 1970 la Comisión de Fomento Minero abrió una sucursal en el estado de San Luis Potosí, con sede en la capital de la entidad con el fin de fomentar y apoyar la actividad minera en el Estado.

3.2. INFRAESTRUCTURA DE APOYO A LA MINERÍA

En el estado de San Luis Potosí se cuenta con cuatro organismos federales uno del Gobierno Estatal, la escuela de Ciencias de la Tierra, el Instituto de Geología, Instituto de Metalurgia, ambos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), que apoya el desarrollo de la industria minero metalúrgica de la entidad, cada uno dentro del ámbito de su competencia y en la medida de su capacidad tecnológica y económica.

3.2.1. ORGANISMOS OFICIALES DE PROMOCIÓN Y APOYO

Con el fin de fomentar la actividad minera en el estado de San Luis Potosí, los gobiernos federal y estatal mantienen en la entidad los organismos oficiales cuya función especial es apoyar a la minería con asesoría técnica y financiamiento. También la escuela de Ciencias de la Tierra y el Instituto de Geología y Metalurgia de la UASLP constituyen un pilar de apoyo a la actividad minera. Los organismos oficiales de apoyo a la minería son los siguientes.

A. Servicio Geológico Mexicano (SGM)

El Servicio Geológico Mexicano, en cumplimiento a las atribuciones que le confiere la ley Reglamentaria del artículo 27 en materia minera, participa directamente en la exploración geológica-minera del territorio, realizando continuamente diversos proyectos de prospección de minerales Metálicos y No Metálicos en el nivel regional, de semidetalle, de detalle y de evaluación, y realiza el levantamiento de inventarios de minerales así mismo, apoya a la pequeña y mediana minería mediante la realización de visitas de reconocimiento y la celebración de contratos de exploración para la cuantificación de reservas de minerales, servicio de análisis físico-químicos, caracterización e investigación metalúrgica, consulta de información geológica, investigación, asistencia técnica y geología ambiental, venta de informes técnicos y publicaciones. La representación del SGM en el Estado es la Gerencia Regional Centro, con domicilio en:

Mariano Jiménez Núm. 465

Col. Alamos C.P. 78280

San Luis Potosí, S.L.P.

Tel y Fax (444) 8127968

www.sgm.gob.mx

Correo Electrónico: orslp@sgm.gob.mx

B. Fideicomiso de Fomento Minero (FIFOMI)

Es el organismo federal encargado de apoyar la actividad minera mediante financiamiento y apoyo técnico a empresas, y su cadena productiva en el desarrollo de proyectos rentables. Las oficinas de la Gerencia Regional se ubican en:

Av. Himno Nacional No. 670 2º piso

Colonia las Águilas CP 78268 San Luis Potosí, S.L.P.

Tel. 01 (444) 817 20 83 y 8 17 29 51 Fax. 01 (444) 817 50 81

<http://www.fifomi.gob.mx> jhernandez@fifomi.gob.mx

C. Dirección General de Minas (DGM)

Agencia de Minería

Dependiente de la Dirección General de Minas responsable de aplicar la ley reglamentaria del artículo 27 en materia minera en lo que respecta al otorgamiento y control de concesiones de exploración, explotación y beneficio de las sustancias concesionables a que se refiere dicha ley.

Av. Himno Nacional No. 670 3º piso

Colonia Las Águilas CP.78268

San Luis Potosí, S.L.P.

Tel 01(444) 811 79 77 ó 8 11 79 78 Fax. 01 (444) 811 45 68

D. Dirección General de Desarrollo y Promoción Minera

El Gobierno del Estado cuenta con la Dirección General de Desarrollo y Promoción Minera dependiente de la Secretaría de Desarrollo Económico, encargado de apoyar y orientar el desarrollo de la minería y de asesorar al ejecutivo estatal en la toma de decisiones referentes a la promoción y desarrollo de la industria minero-metalúrgica en la entidad.

Jardín Colón No. 23 Planta Alta

Centro Histórico CP. 7400

San Luis Potosí, S.L.P.

Tel. 01 (444) 812 68 14 y 814 67 64 Fax 01 (444) 814 13 85

nietoja@prodigy.net.mx / sedeco_janieto@slp.gob.mx

E. Instituto de Geología de la UASLP

El Instituto de Geología de San Luis Potosí es una entidad dedicada a la investigación geológica, y de servicio a la sociedad, difunde los resultados de sus investigaciones, como universitarios e investigadores, son profesores de ciencias de la tierra en las carreras de licenciatura y maestría e impartición de cursos para estudiantes y profesores cuyas líneas fundamentales son:

Cartografía geológica 1:50,000

Es un trabajo de infraestructura geológica indispensable como base para estudios de tipo económico, ya sea mineros, geohidrológicos o geotécnicos, a la fecha se tienen cartografiados 35,000 km².

Cartografía geológica a detalle de 1:20,000 a 1:10,000

En lugares de especial interés desde el punto de vista científico o económico se han efectuado levantamientos con mayor detalle en estas escalas:

Estudios geohidrológicos

Siendo el abastecimiento de agua un problema no solo local sino nacional, se da un énfasis especial al estudio de las cuencas geohidrológicas del Estado.

Contrato de Servicios Geológicos

Coadyuvando con la industria minera en la solución de problemas geológicos se han efectuado diversos estudios que van desde cartografía 1:250,000 hasta 1:1,000, así como evaluación de proyectos.

Proporcionar información geológica a usuarios

Todos los estudios que se hacen son accesibles y están a disposición de cualquier persona o institución que los solicite, salvo los contratados con la industria minera que tienen el carácter de confidencial, su dirección es:

Av. Manuel Nava No. 6

Zona Universitaria, C.P. 78290

San Luis Potosí, S.L.P.

Tel. 01 (444) 817 10 39 Fax. 01 (444) 811 17 41

rbarboza@uaslp.mx

F. Facultad de Ingeniería, Área de Ciencias de la Tierra de la UASLP

La principal contribución de esta escuela al desarrollo del sector minero de la entidad es participar en la formación de recursos humanos, de ella egresan ingenieros geólogos.

Av. Manuel Nava No 8

Zona Universitaria CP. 78290

San Luis Potosí, S.L.P.

Tel 01 (444) 826 23 30 al 34

G. Instituto de Metalurgia de la UASLP

El Instituto de Metalurgia es una entidad dedicada a la investigación metalúrgica y apoyar proyectos mineros y asesorar empresas a resolver problemas de recuperación metalúrgica.

H. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

Es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público con autonomía técnica y administrativa. Su objetivo básico es coordinar los sistemas nacionales estadísticos y de información geográfica y brindar el servicio público de información sobre el territorio, la población y la economía de México.

Venustiano Carranza No. 1138

Fracc. Tequisquiapan C. P 78150

San Luis Potosí, S.L.P.

Tel. 01(444) 834 1872 www.inegi.gob.mx

I. Otros Organismos de Apoyo

I.1. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Es la dependencia de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Gobierno, que tiene como propósito fundamental la protección restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable.

Vista Hermosa No. 480

Facc. Fundadores C.P 78270

San Luis Potosí, S.L.P.

Tel. 01(444) 8340610

fax. 01(444) 834 06 01

I. 2. Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad

Impulsa el trabajo productivo y empresarial de la población rural, campesinos, indígenas y grupos de áreas urbanas del sector social, mediante otorgamiento y apoyos económicos a proyectos productivos. El domicilio de la delegación estatal es:

Comonfort No. 395 Zona Centro C.P. 7800

San Luis Potosí, S.L.P.

Tel. 01 (444) 814 68 41 Fax. 01 (444) 814 65 76

www.fonaes.gob.mx fonaesslp@prodygy.net.mx

3.2.2. CARTOGRAFÍA BÁSICA DE INFORMACIÓN

Considerando la importancia que reviste el hecho de contar con una documentación gráfica del territorio del estado de San Luis Potosí, donde se representen los accidentes topográficos, la hidrografía, las obras hechas por el hombre y la distribución espacio temporal de las rocas existentes en la entidad, a continuación presentamos los diferentes tipos de cartografía básica que cubren el Estado.

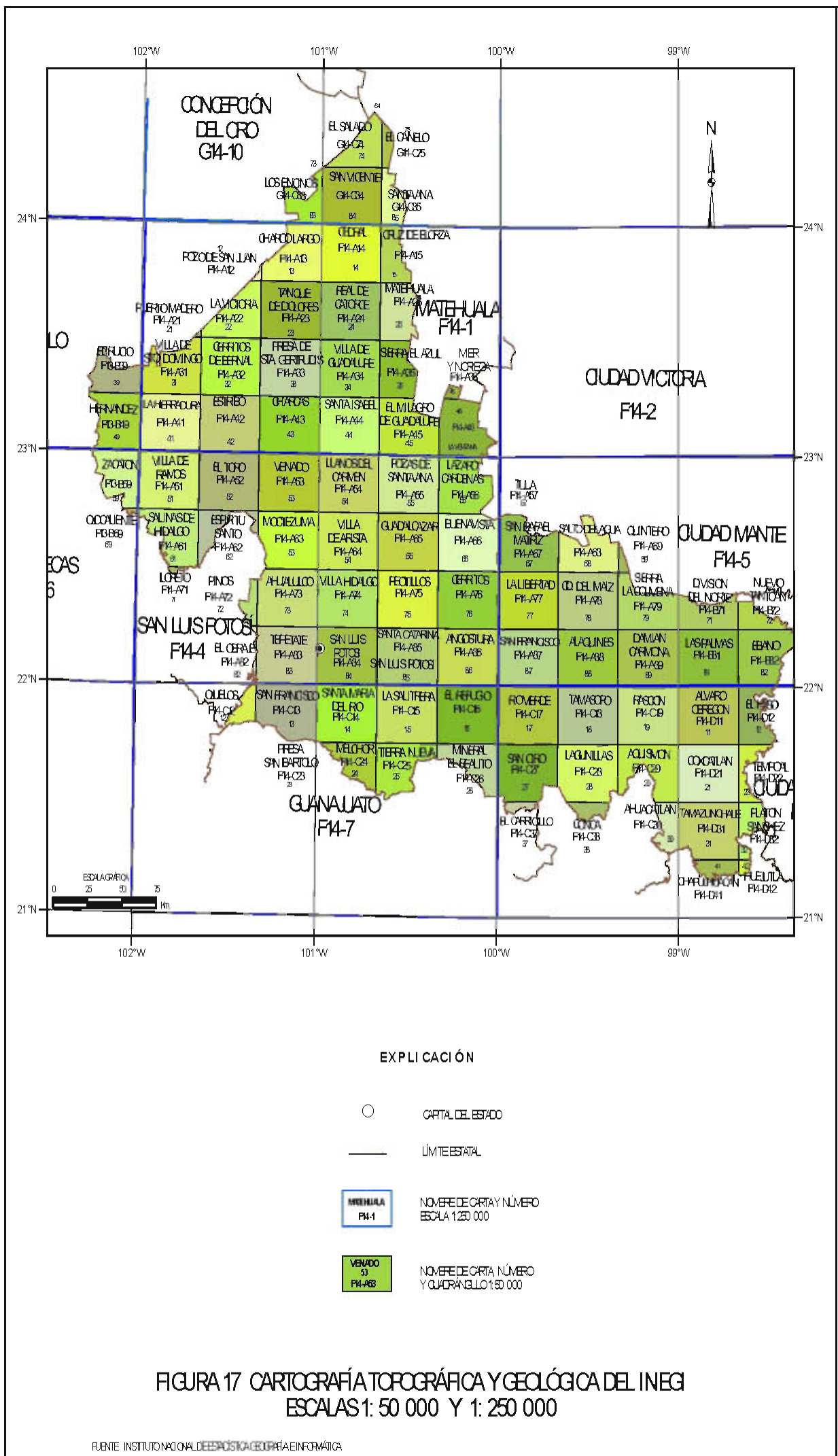
A. Cartas topográficas

San Luis Potosí esta cubierto en su totalidad por la cartografía topográfica de gran precisión del INEGI. Este organismo ha elaborado cartas topográficas del territorio nacional en escalas 1:50,000 y 1:250,000, de las cuales a continuación se anotan sus características principales. El cubrimiento total de la entidad consta de 93 cartas topográficas, escala 1:50,000, la distribución de estas cartas se muestra en la (Figura 17) y sus características principales son las siguientes:

Proyección transversal de Mercator, cuadrícula a cada 1,000 m, equidistancia entre curvas de nivel 10 metros en terreno plano y 25 metros en terreno montañoso. El cubrimiento total por la cartografía topográfica escala 1:250,000 cuyas características son las siguientes:

El relieve del terreno esta representado con curvas de nivel cada 50 y 100 metros, dependiendo de las características del mismo. Las obras hechas por el hombre están representadas mediante puntos, líneas, áreas y símbolos.

Cartas escala 1:1'000,000 y 500,000. En escala a un millón el Estado comprende parte de las cartas Monterrey, Chihuahua, Guadalajara y México siendo esta última la que abarca una mayor superficie de la carta.



B. Cartas geológicas

Cartografía geológico-minera, geoquímica y geofísica del SGM, comprende cubrimiento aeromagnético a las escalas antes mencionadas tomando como formato la base cartográfica, generada por el INEGI en las escalas indicadas, el objetivo principal de éste proyecto es incentivar, promover y apoyar la inversión de capitales, tanto nacionales como extranjeros en materia de exploración y/o explotación minera, ofreciéndoles la información básica y de investigación, de alta confiabilidad, manejando grandes volúmenes de información, como son datos geológicos, geoquímicos y geofísicos.

El Estado está cubierto al 100% por la cartografía escala 1:250,000 en donde intervienen 8 cartas de ésta escala y 37,050 km² equivalente al 59.46 % de la superficie del Estado en 39 cartas escala 1:50,000 y una carta escala 1:100,000 que cubre 3,220 km², así mismo ha realizado los cubrimientos aeromagnéticos a las mismas escalas antes mencionadas como una nueva aportación a la cartografía del Estado, en el 2007, se elaboró la carta geológica-minera escala 1: 500,000 que forma parte de este trabajo al cual se anexa.

Estas cartas geológicas representan las rocas y los suelos superficiales clasificados de acuerdo con su naturaleza y el tiempo de formación, las estructuras que presentan los sitios de interés geológico, una descripción generalizada de la zona y de cada unidad litológica, así como una bibliografía y un cuadro con el orden cronológico por familia de rocas y suelos. El INEGI también ha publicado cartas geológicas escala 1:1'000,000 que comprenden el estado de San Luis Potosí y son las cartas de Monterrey, Guadalajara y México.

El Instituto de Geología de la UASLP., en 1974, inició la cartografía geológica del estado de San Luis Potosí a escala 1:50,000 teniendo a la fecha una cobertura de aproximadamente 45,000 km² que representan un 60 % del total del territorio potosino. La distribución de las cartas terminadas y publicadas por el Instituto se muestra en la (Figura 18) y (Tabla VI). Estas cartas geológicas con un amplio texto explicativo, están disponibles para su venta al público en las instalaciones del mencionado instituto en la ciudad de San Luis Potosí.

En 1972, el Instituto de Geología de la UNAM, auspició la compilación de una carta geológica del estado de San Luis Potosí, escala 1:500,000, misma que realizó el ingeniero Ernesto López Ramos, y que se utilizó parcialmente para la elaboración de la carta geológica de la primera versión de la monografía del Estado.

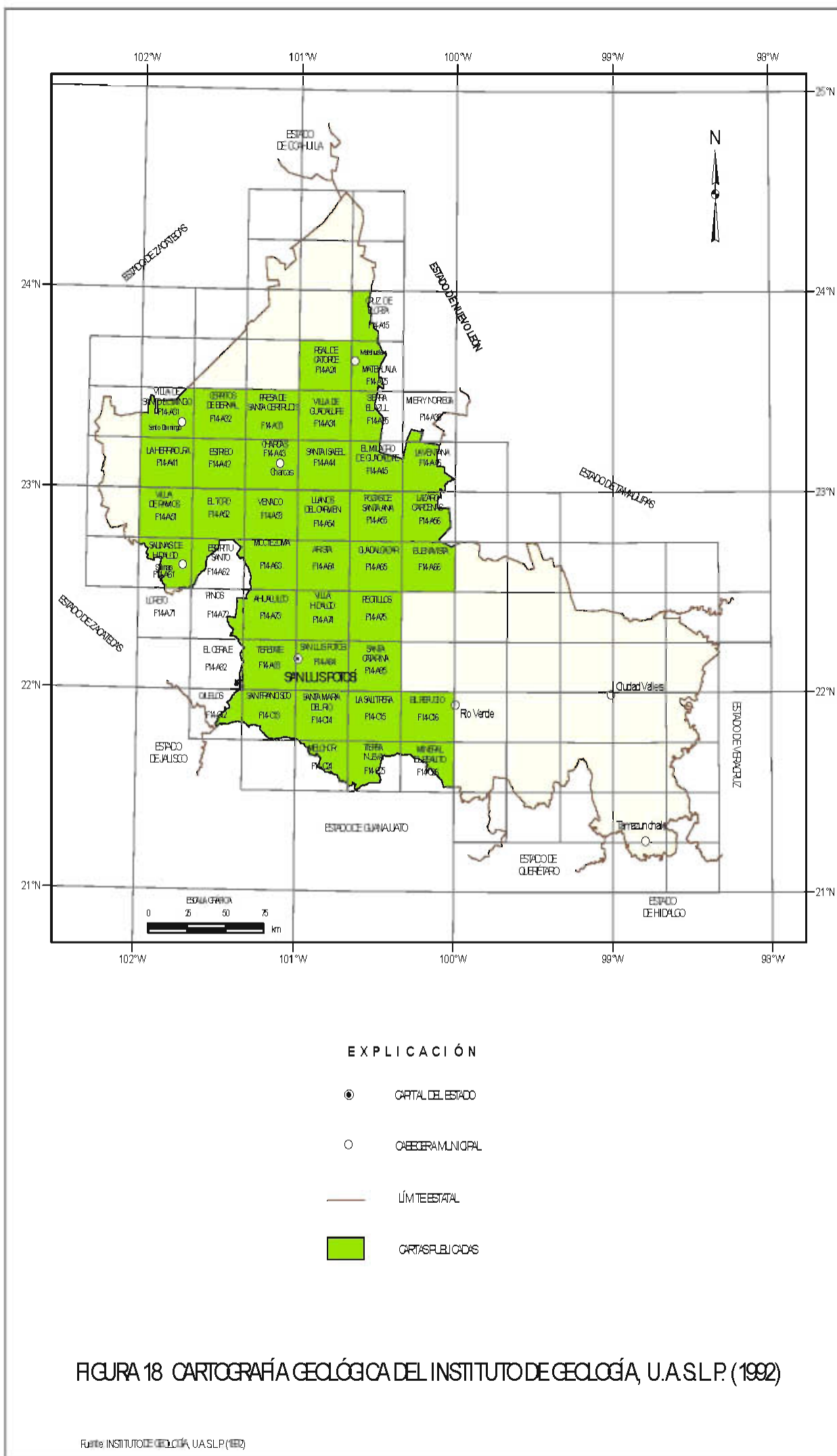


TABLA VI. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Cartografía Geológica del Instituto de Geología de la UASLP

NOMBRE	AÑO	AUTOR
Villa de Arista, S.L.P.	1977	Zárate Muñoz
Hoja Villa Hidalgo, S.L.P.	1977	Aranda Gómez
Buena Vista, S.L.P.	1974	Tristán-González
Pozas de Santa Ana	1977	Múñoz-Saldua, Soto-Regalado
San Luis Potosí, S.L.P.	1978	Labarthe-Hernández, Tristán-González
Xalapascos en el estado de S.L.P.	1978	Labarthe Hernández
Santa Catarina, S.L.P.	1978	Garza Blanc
La Ventana	1976	Urriza-Iturrios
Peotillos, S.L.P.	1979	Zapata-Zapata, J.I., Pérez Venzor
Tepetate, S.L.P.	1979	Tristán-González, M., Labarthe-Hernández
Santa María del Río, S.L.P.	1980	Labarthe-Hernández G., Tristán-González
San Francisco	1980	Labarthe -Hernández G., Tristán-González
Ahualulco, S.L.P.	1981	Labarthe -Hernández G., Tristán-González
Moctezuma, S.L.P.	1981	Aguillón-Robles.,A, Tristán-González
Estudio Geológico Peñón Blanco	1982	Labarthe -Hernández G., Tristán-González
Venado, S.L.P.	1982	López-Linares
Revisión estratigráfica del Cenozoico de la parte central del estado de San Luis Potosí	1982	Labarthe-Hernández G., Tristán-González
Estudio Geohidrológico de la hoja Melchor, estados de San Luis Potosí y Guanajuato	1983	Labarthe-Hernández G., Tristán-González
Espíritu Santo	1984	Aguillón-Robles, A.
La Salitrera	1984	Labarthe-Hernández G., Tristán-González
Presa San Bartolo, Gto.	1985	Labarthe-Hernández G., Aguillón-Robles
Salinas y Villa de Ramos, S.L.P.	1986	Labarthe-Hernández G., Aguillón-Robles
Estratigrafía y tectónica del Graven de Villa de Reyes en los estados de S.L.P. y Gto.	1986	Tristán-González
Tierra Nueva, S.L.P.	1987	Tristán-González
El Toro, S.L.P.	1987	Labarthe-Hernández G., Aguillón-Robles
El Refugio y Mineral El Realito estados de S.L.P. y Gto.	1989	Labarthe-Hernández G., Tristán-González
Cerritos de Bernal, Santo Domingo, El Estribo y ILa Herradura, estado de S.L.P.	1991	Labarthe-Hernández G., Jiménez-López

FUENTE: Instituto de Geología, UASLP

El Instituto de Geología de la UNAM ha realizado la cartografía geológica de una porción al norte de San Luis Potosí y el extremo oriental. Estas cartas geológicas, están a una escala de 1:100,000 y cubren una superficie aproximada de 3,700 km², cada una son el resultado de trabajos de cartografía geológica a semidetalle y constituyen una buena infraestructura geológica para la programación de proyectos de exploración geológico-minera a nivel regional. La (Figura 19), muestra la ubicación de las cartas geológicas publicadas por el Instituto de Geología de la UNAM.

Dentro de sus programas de exploración regional petróleo mexicanos ha realizado diversos trabajos de geología en San Luis Potosí, sin embargo, la información resultante de estos trabajos no es del dominio público.

El INEGI ha publicado diferentes cartas temáticas que cubren el estado de San Luis Potosí en su totalidad, con información sobre clima, uso potencial, uso de suelo, recursos forestales e hidrología a escalas de 1:250,00 y 1:1'000,000. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha publicado un mosaico del estado de San Luis Potosí elaborado con imágenes de satélite.

C. Cubrimientos aerofotográficos

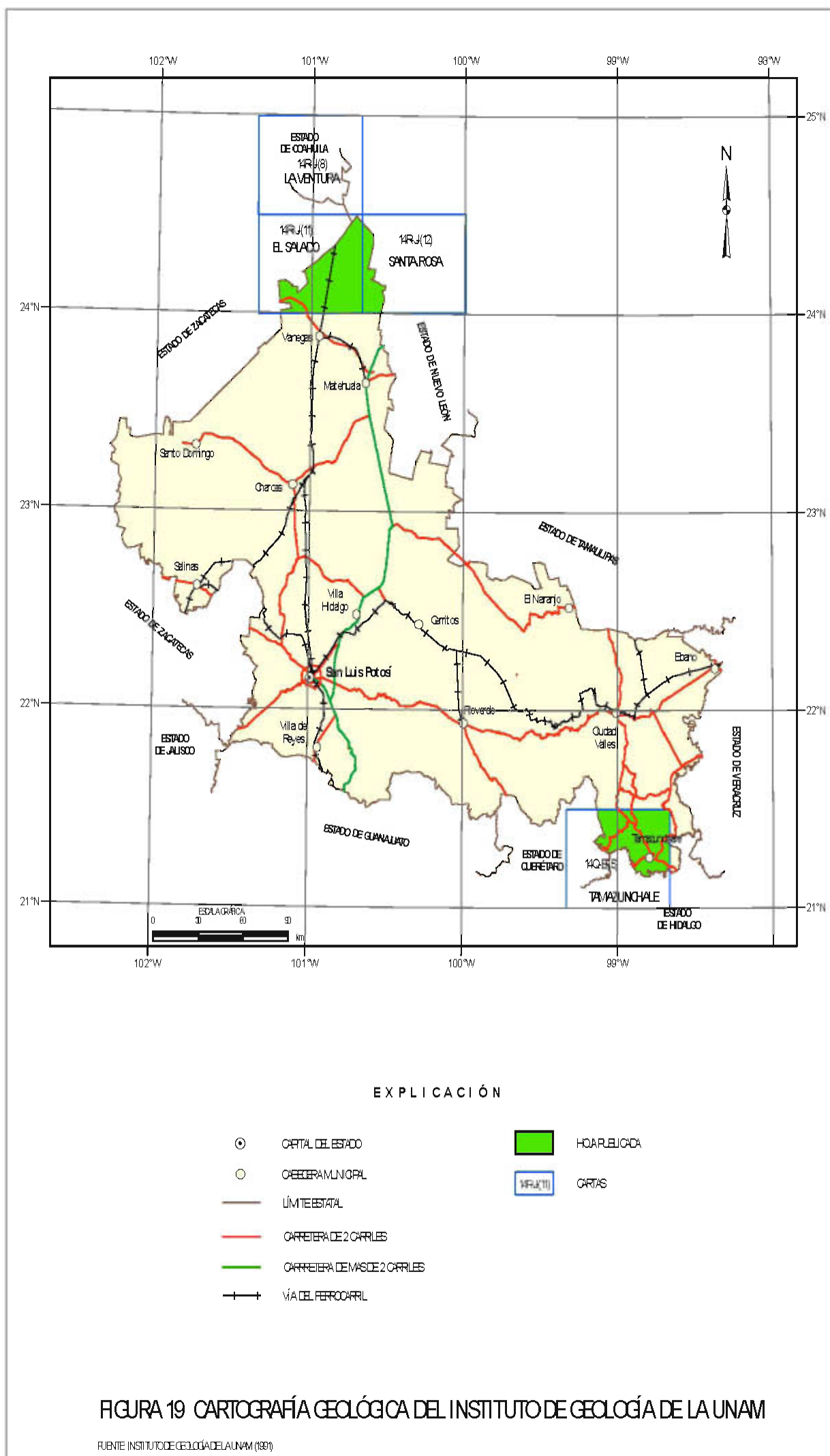
El estado de San Luis Potosí esta cubierto en su totalidad por diversos vuelos aerofotográficos a diferentes escalas realizados por el INEGI y por compañías particulares, cuyas características principales se describen a continuación.

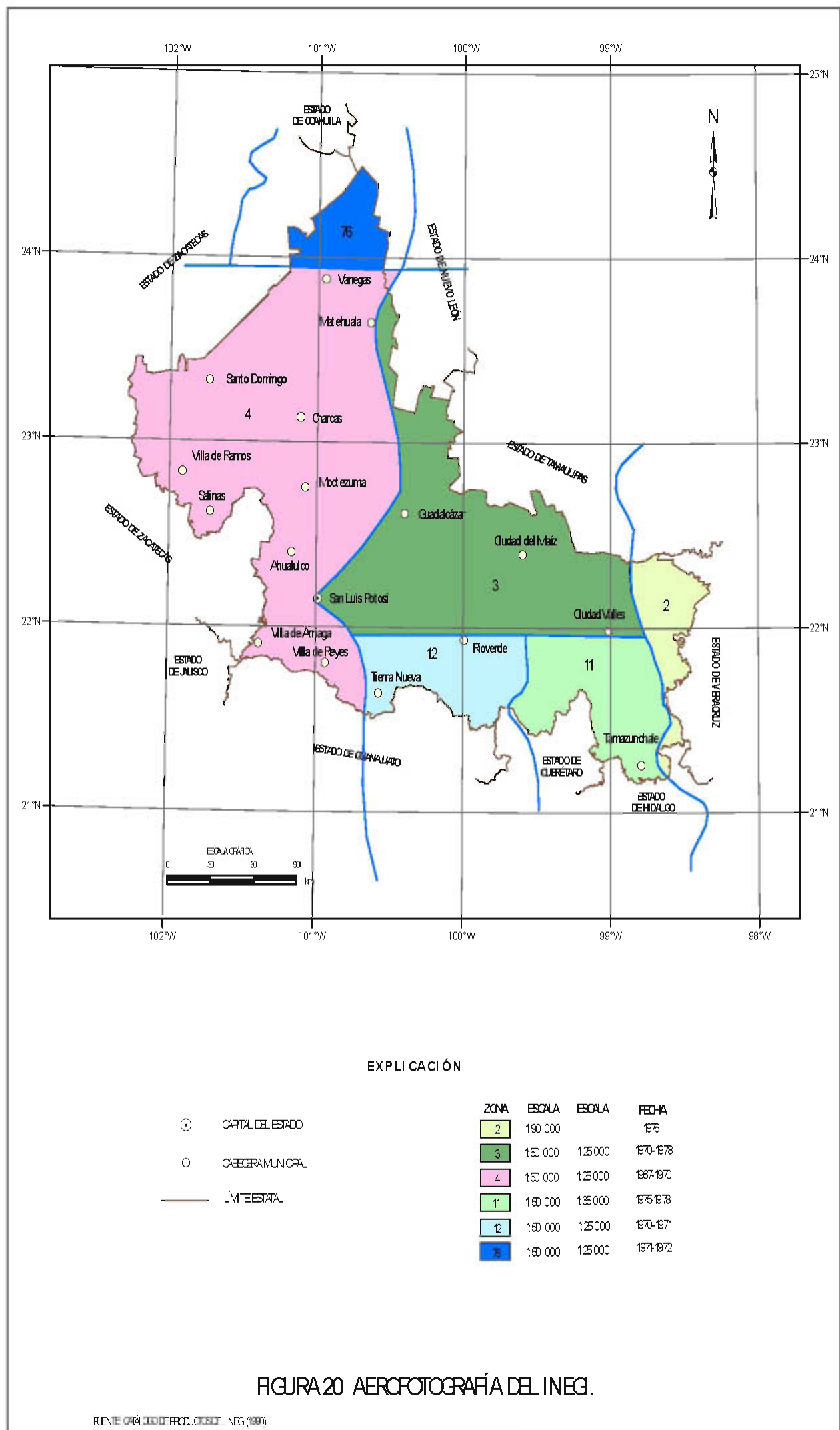
C.1. Vuelos del INEGI

El INEGI cuenta con el cubrimiento aerofotográfico total del estado de San Luis Potosí. En la (Figura 20) se muestran los dos tipos de vuelos realizados en el Estado.

C.2. Otros vuelos

Existen cubrimientos aerofotográficos de la Secretaría de la Defensa Nacional a escala 1:50,000 y Compañía Mexicana de Aerofoto a diferentes escalas, cuya localización y características se muestran en la (Figura 21).





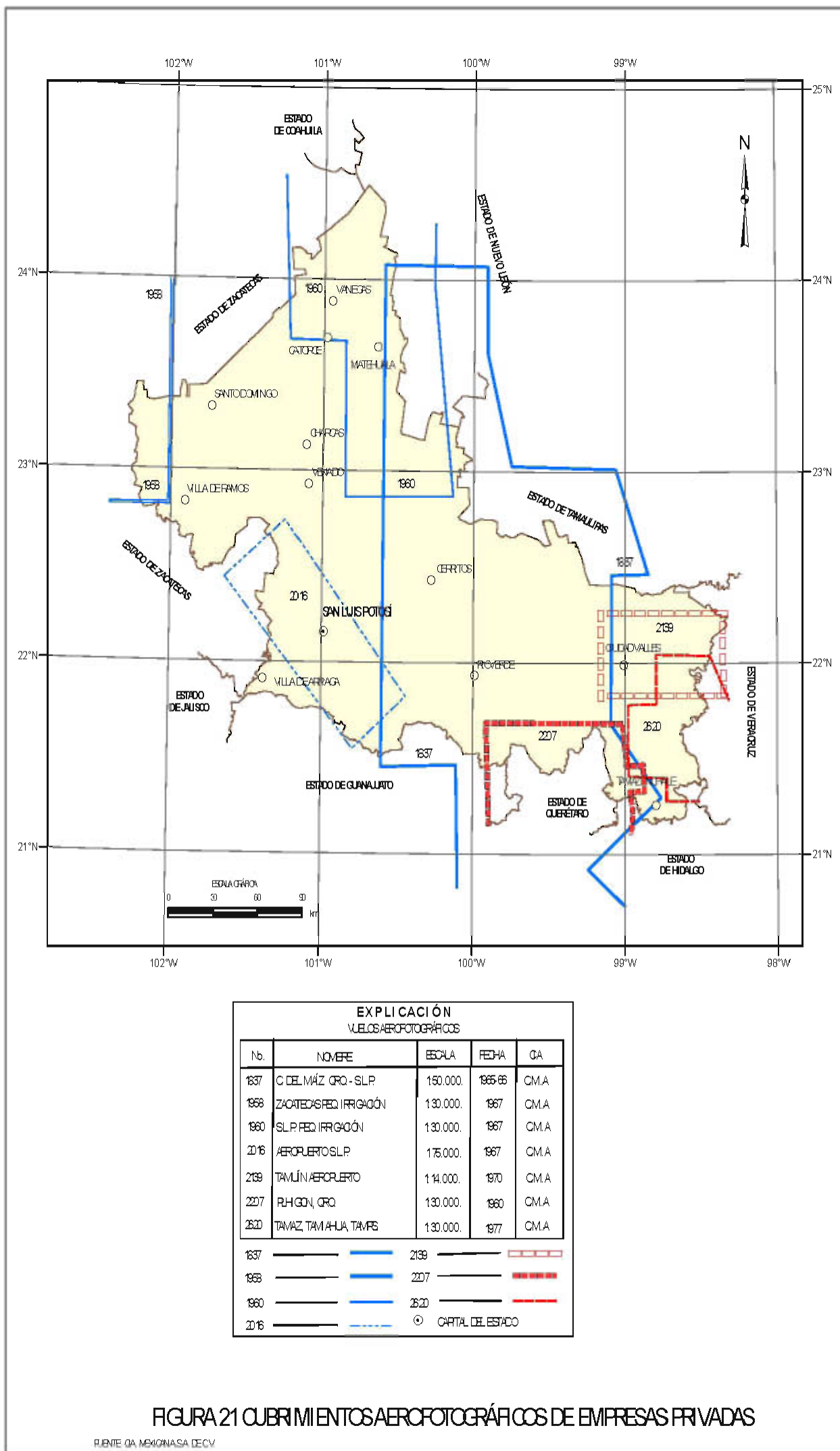


FIGURA 21 CUBRIMIENTOS AEROFOTOGRAFICOS DE EMPRESAS PRIVADAS

FUENTE: CA MEXIONASA DE CV

D. Cubrimiento de imágenes de satélite

El estado de San Luis Potosí está cubierto en su totalidad por imágenes de los satélites estadounidenses Landsat y el Spot de Francia, lo que permite usar técnicas de teledetección en la exploración geológico minera de la entidad.

D.1. Imágenes Landsat

El INEGI cuenta con la cobertura completa de imágenes de Satélite Landsat del Estado. En la (Figura 22), se muestra la distribución de las imágenes que cubren la entidad. La información disponible de las imágenes corresponde a la firma espectral o reflectancia en siete diferentes longitudes de onda electromagnética de los objetos de la superficie, la organización de estas bandas se seleccionan tres conocidas como 4,3,2 para asignarles a estas uno de los colores primarios, rojo, verde, y azul y obtener lo que se conoce como falso color (RGB-4,3,2).

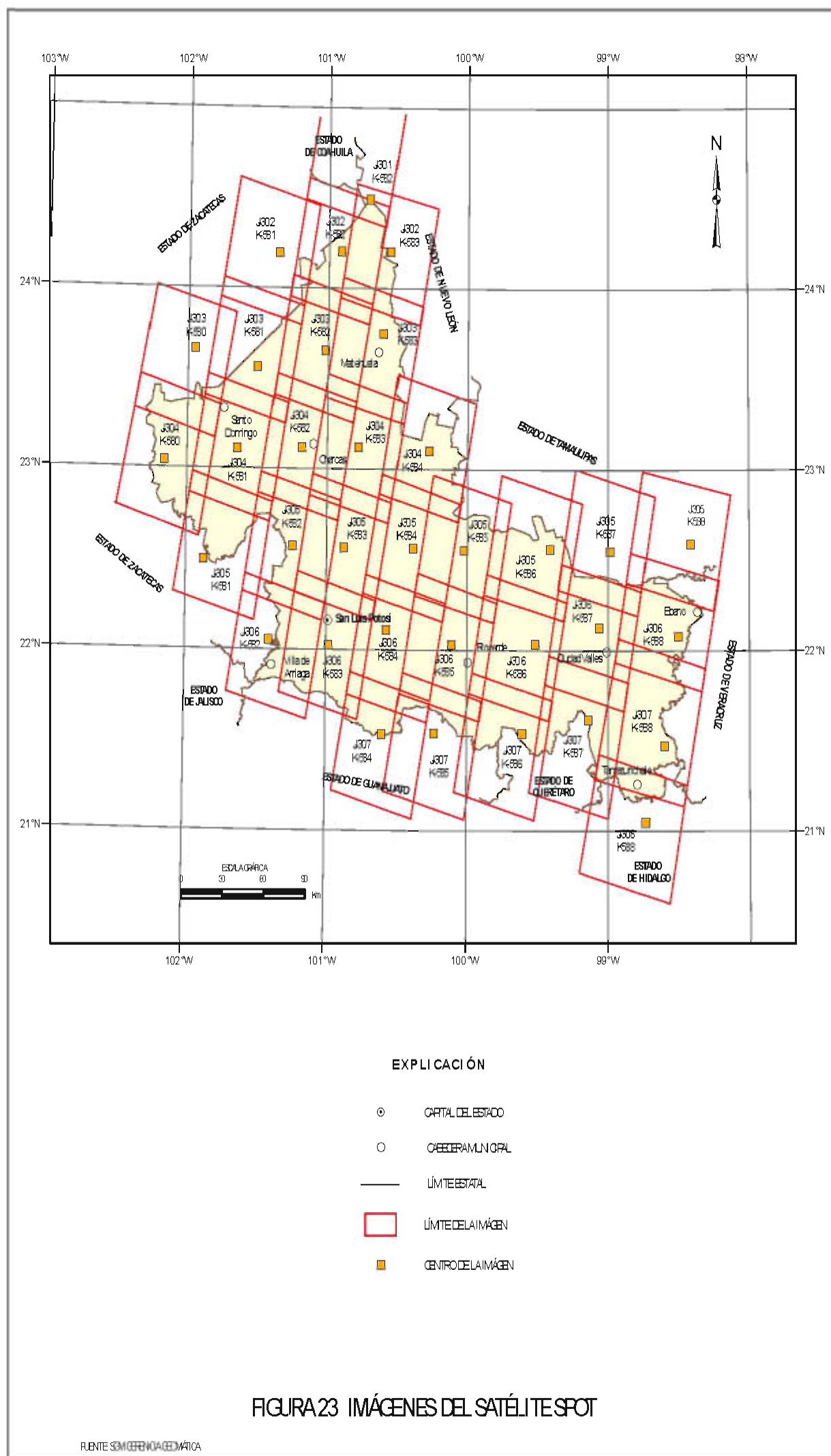
El INEGI tiene disponibles espaciomapas, son documentos hechos en base a las imágenes de satélite las cuales son adquiridas en formato digital para ser procesadas en equipo de cómputo y hacer los ajustes necesarios de posición geográfica, etapa conocida como georeferencia para obtener el espaciomapa, por lo que una sola imagen no es suficiente para cubrir el formato del espacio mapa que es de una superficie aproximadamente de 24,000 km², de 1980 a la fecha se han registrado las bandas 4-5-6-y 7 actualmente se tiene cobertura y distribución a 7 bandas de estas imágenes y pueden ser adquiridas también en formato impreso en cualquiera de los centros de documentación con que cuenta el Servicio Geológico Mexicano.

D.2. Imágenes Spot

El estado de San Luis Potosí está cubierto por 50 imágenes del satélite francés Spot, cuya ubicación se muestra en la (Figura 23). El spot ofrece capacidad altamente superior en comparación con otros satélites. Estas imágenes tienen buena resolución y permiten el planteamiento aplicaciones en detalle en zonas rurales y urbanas, en explotaciones de petróleo y gas y para la supervisión de desastres naturales. Otro punto clave del spot-5 es la capacidad de adquisición sin precedentes de su instrumento HRS de visualización en estero, que cubre vastas áreas en un solo paso.

El conjunto de imágenes en estero, es vital para las aplicaciones que reclaman el modelado de terreno en tres dimensiones y ambientes de computación, tales como bancos de datos de simuladores de vuelo, planteamiento de corredores de gasoductos y líneas telefónicas móvil.





3.2.3. CENTROS DE DOCUMENTACIÓN GEOLÓGICO-MINERA

En San Luis Potosí existe un acervo importante de información geológica y minera. La principal fuente de información geológico minera está en el archivo técnico del Servicio Geológico Mexicano, le sigue en importancia la biblioteca de la Escuela Ciencias de la Tierra de la UASLP, la biblioteca del Instituto de Geología, la biblioteca del Instituto de Metalurgia de la UASLP, biblioteca Central de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, biblioteca de la Casa de la Cultura y biblioteca del Instituto Potosino de Ciencia y Tecnología.

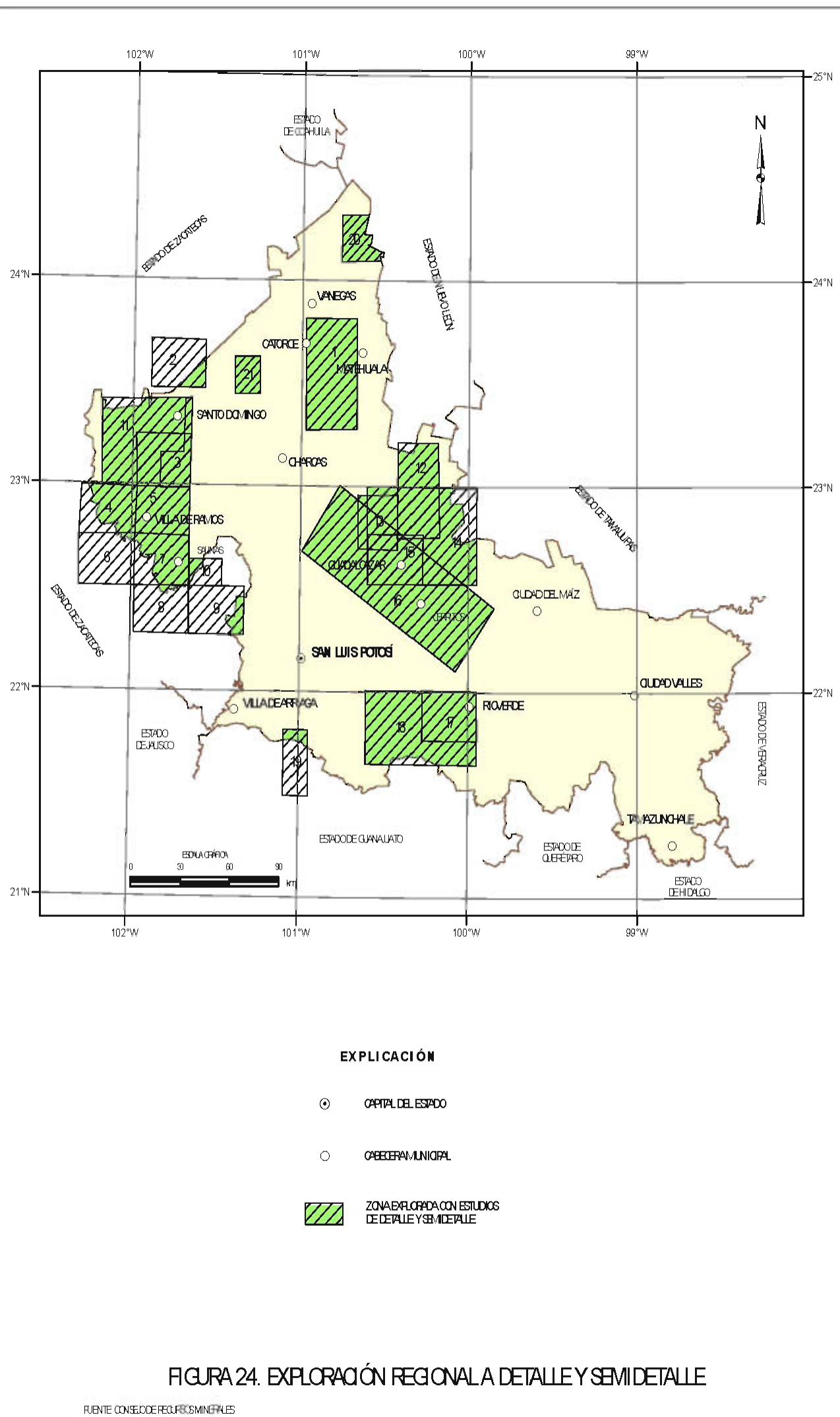
A. Archivo técnico y biblioteca del Servicio Geológico Mexicano

Con mas de 50 años de existencia el Servicio Geológico Mexicano y sus antecesores han acumulado un valioso acervo de información que se conserva en su archivo técnico central en su biblioteca especializada y el archivo técnico de la Subgerencia de San Luis Potosí, es el organismo que concentra la mayor cantidad de información geológico-minera en México. Desde noviembre de 2000 utilizando las más modernas tecnologías de comunicación, se ha puesto a disposición de todos los usuarios un gran acervo de información, en donde se encuentran diferentes temas especializados como: geología minera, geoquímica, geofísica, e imágenes de satélite. La base de datos del SGM se construyó utilizando los datos obtenidos en campo publicaciones y resultados de laboratorio, que fueron procesados con herramientas que les permitieron integrarlos a las tablas de atributos. La información se encuentra concentrada en un servidor central, lo que permite generar y extraer cualquier tema, mapa, tabla, estadística y resultado buscado, al interactuar los programas de administración y consulta. La información se puede obtener a nivel República y por Estado, todos los estudios de exploración generados en el estado de San Luis Potosí se encuentran en este banco de datos y clasificados de la manera siguiente:

A.1 Exploración geológica regional terrestre

Los estudios de exploración geológica regional terrestre que desarrolla el Servicio Geológico Mexicano, (anteriormente Consejo de Recursos Minerales), tienen el objetivo de conocer las características geológicas y el potencial minero de grandes zonas donde se presentan manifestaciones de mineralización. Este tipo de estudios permite seleccionar áreas favorables que posteriormente son exploradas a semidetalle con el fin de definir prospectos de sustancias específicas. La (Figura 24), muestra la localización de los estudios de este tipo realizados en el Estado y en la lista que se muestra a continuación se anotan los nombres de las áreas estudiadas.

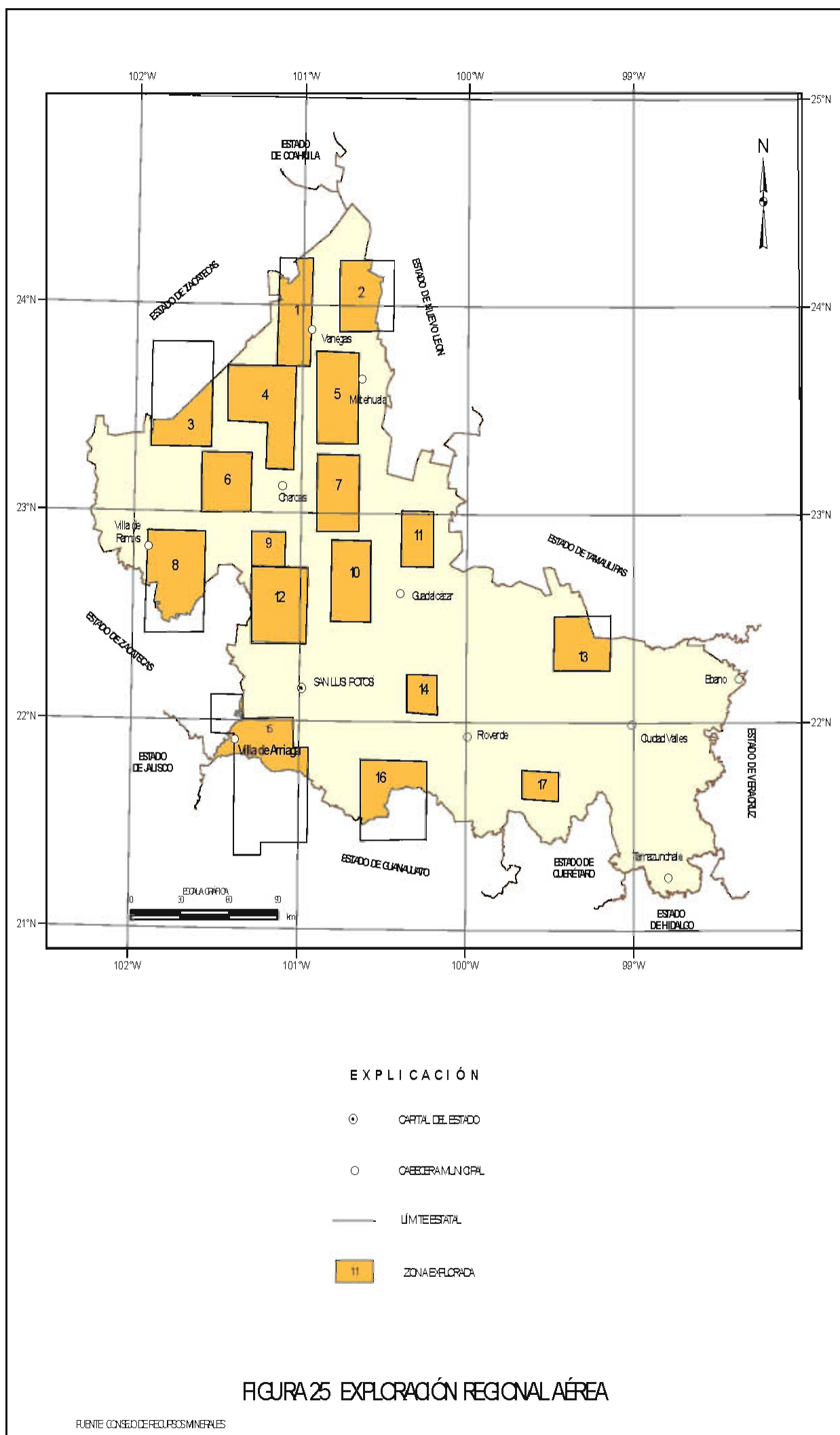
- 1 Exploración geológico-minera por antimonio en la Sierra de Catorce
- 2 Reconocimiento geológico-minero de la hoja Puerto Madero
- 3 Reconocimiento geológico-minero de la hoja La Herradura
- 4 Reconocimiento geológico-minero de la hoja El Zacatón
- 5 Reconocimiento geológico-minero de la hoja Villa de Ramos
- 6 Reconocimiento geológico-minero de la hoja Ojo Caliente
- 7 Reconocimiento geológico-minero de la hoja Salinas
- 8 Reconocimiento geológico-minero de la hoja Loreto
- 9 Reconocimiento geológico-minero de la hoja Pinos
- 10 Levantamiento geológico-geoquímico regional e inventario minero área Peñón Blanco.
- 11 Exploración por manganeso en la ZRMN Villa de Cos, Convenio México-España
- 12 Exploración geológica del área Pozas de Santa Ana, El Milagro y La Pólvora, Municipios de Guadalcázar, S.L.P.
- 13 Exploración geológica área Peyote-Tapona, municipios de Villa Hidalgo y Guadalcázar
- 14 Estudio de arcillas con alto contenido de aluminio, municipio de Guadalcázar
- 15 Reconocimiento geológico-minero de la hoja de Guadalcázar
- 16 Exploración regional por azufre
- 17 Reconocimiento geológico-minero de la hoja El Refugio
- 18 Estudio geológico-geoquímico del área Río Verde
- 19 Exploración por estaño en Villa de Arriaga
- 20 Exploración del norte de Cedral, zona Rita por Pb, Zn.



A.2. Exploración geológica regional aérea

La gran extensión superficial de la entidad y la inaccesibilidad de parte de su territorio han hecho, imprescindible el uso de helicóptero para prospectar zonas muy extensas, en las que se marcaron todo tipo de rasgos que pudieran tener alguna relación con la existencia de yacimientos minerales de importancia económica (contactos litológicos, minas abandonadas, anomalías de color, y zonas de alteración hidrotermal), las cuales posteriormente fueron verificadas en el terreno. En la (Figura 25), se muestran las zonas exploradas con esta metodología, al final de este párrafo se anota el nombre de las áreas y los informes correspondientes estos estudios se encuentran en el archivo del Servicio Geológico Mexicano y en el centro de documentación de la Subgerencia Regional. Las zonas mencionadas son las siguientes:

1 Zona Guangoche	superficie 1,443 km ²
2 Zona Domingo	superficie 2,016 km ²
3 Zona Gertrudis	superficie 1,575 km ²
4 Zona Catorce	superficie 1,512 km ²
5 Zona Cardonal	superficie 1,024 km ²
6 Zona Isabel	superficie 1,050 km ²
7 Zona Ballena	superficie 1,540 km ²
8 Zona Guanamé	superficie 400 km ²
9 Zona Arista	superficie 1,100 km ²
10 Zona Huizache	superficie 600 km ²
11 Zona Ahualulco	superficie 1,540 km ²
12 Zona del Maíz	superficie 1,050 km ²
13 Zona Juárez	superficie 400 km ²
14 Zona Arriaga	superficie 3,000 km ²
15 Zona Tierra Nueva	superficie 330 km ²
16 Zona Rayón	superficie 330 km ²



A.3. Exploración geofísica

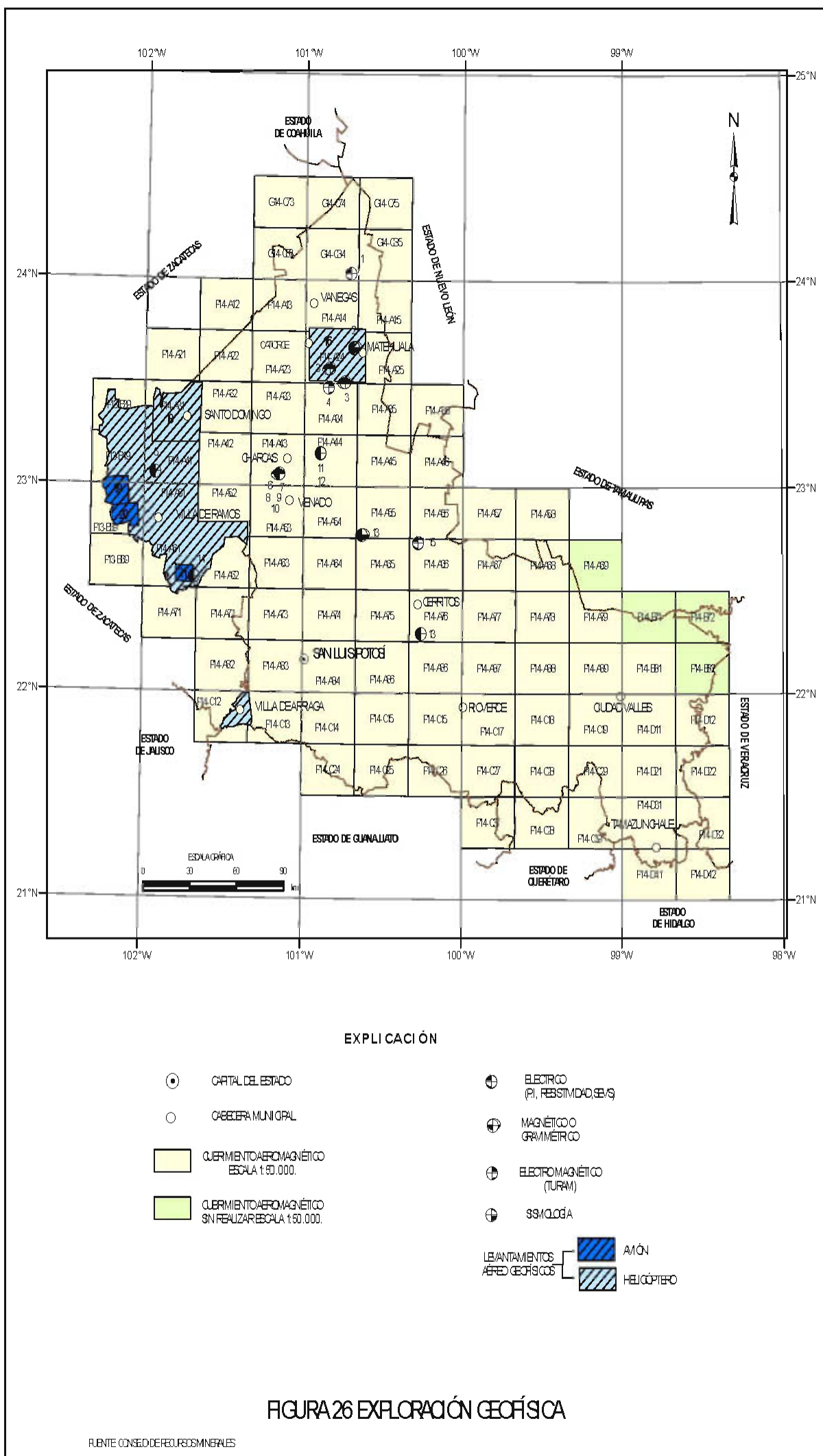
El Servicio Geológico Mexicano utiliza deferentes métodos de exploración geofísica, como una poderosa herramienta del geólogo prospector minero, en las diversas etapas del proceso exploratorio que tiene como objetivo el descubrimiento de yacimientos de minerales económicos.

El SGM ha realizado de la década de los sesenta a la fecha una cantidad considerable de exploración geofísica utilizando métodos eléctricos, electromagnéticos, gravimétricos y radiométricos en el estado de San Luis Potosí. La (Figura 26) muestra el área cubierta en la entidad con los trabajos antes mencionados. Los informes correspondientes están en el archivo técnico del Servicio Geológico Mexicano. El nombre de las áreas estudiadas con geofísica se anota en la (Tabla VII).

TABLA VII . *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Áreas estudiadas con Geofísica*

No.	NOMBRE DEL AREA	TIPO DE ESTUDIO
1	Golondrinas	Polarización inducida y resistividad
2	Santa María de la Paz	Gravimetría, magnetometría, polarización inducida, resistividad y sismología de refracción
3	Wadley	Resistividad, polarización inducida, potencial natural, sondeo eléctrico y turam
4	Sur de la Sierra de Catorce	Turam
5	Las Peñitas	Polarización inducida y resistividad
6	San Rafael, Charcas	Turam y polarización inducida
7	La Medalla, Charcas	Polarización inducida y resistividad
8	Puerto Colorado II, Charcas	Resistividad, polarización inducida, sismología turam
9	El Rosario, Charcas	Polarización inducida
10	El Rosario, Charcas	Polarización inducida, resistividad y magnetometría
11	El Pájaro, Charcas	Resistividad, polarización inducida, magnetometría y radiometría
12	Dolores, Charcas	Polarización inducida, resistividad y magnetometría
13	Guaxcamá	Polarización indcida, sondeo eléctrico vertical y sismología de refracción
14	Las Jaras	Polarización inducida, resistividad magnetometría y gravimetría
15	El Realej0	Polarización indicida y resistividad
16	Real de Catorce	Magnetometría aérea
17	Faja de plata	Magnetometría aérea
18	Santo Domingo	Magnetometría aérea
19	El Sáuz de Calera	Magnetometría y radiometría aérea
20	El Zacatón	Magnetometría y radiometría aérea
21	Salinas	Magnetometría y radiometría aérea
22	El total de la superficie del Estado	Magnetometría aérea

FUENTE:GERENCIA DE GEOFÍSICA, (SGM)



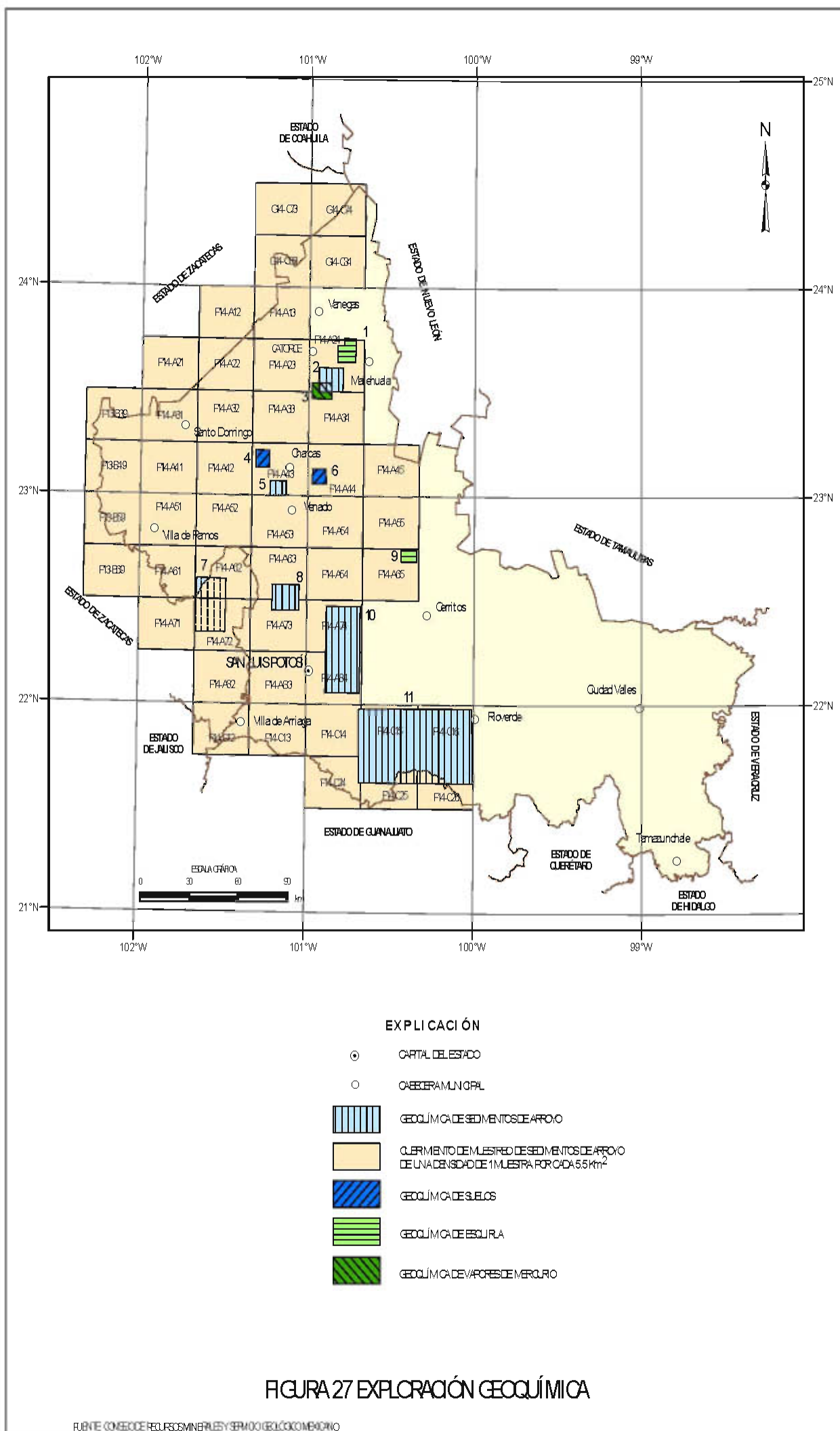
A.4. Exploración Geoquímica

El Servicio Geológico Mexicano, en su afán de desarrollar los procesos exploratorios dentro del marco de la excelencia, instaló en 1970 un laboratorio fisicoquímico en la ciudad de San Luis Potosí para realizar con rapidez las muestras obtenidas en los programas de exploración geoquímica en combinación con la exploración geológica y exploración geofísica en el proceso de selección de blancos de barrenación en el Estado, los informes respectivos se encuentran en el archivo del Servicio Geológico Mexicano.

En la Figura 27, se muestra la localización tipo de estudios de exploración geoquímica realizados por el SGM en el Estado y la lista de los mismos se anota en la (Tabla VIII).

TABLA VIII. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Áreas estudiadas con Geoquímica			
No.	NOMBRE DEL AREA	ELEMENTOS	TIPO DE ESTUDIOS
1	La Paz	Cu, Pb, Zn y Ag	Esquirlas de roca
2	Sierra de Catorce	Cu, Pb, Zn y Sb	Sedimentos de arroyo
3	El Jordán	Cu, Pb, Zn y Sb	Vapores de mercurio
4	Morelos	Ag	Suelos
5	San Rafael	Cu, Pb, Zn y Ag	Sedimentos de arroyo
6	El Pájaro	Ag	Suelos
7	Peñón Blanco	Ag, Pb, Zn y Cu	Sedimentos de arroyo
8	Ahualulco	Ag, Pb, Zn y Cu	Sedimentos de arroyo
9	San Cristóbal Realejo	Ag, Pb, Zn y Cu	Esquirlas de roca
10	San Pedro	Ag, Pb, Zn y Cu	Sedimentos de arroyo
11	Rioverde	Ag, Pb, Zn y Cu	Sedimentos de arroyo
12	Total de la superficie del Estado	Ag, Pb, Zn y Cu y 10 elementos más	Sedimentos de arroyo

FUENTE: Servicio Geológico Mexicano



A.5. Exploración preliminar

El Servicio Geológico Mexicano, también realiza trabajos de exploración preliminar en minas, prospectos mineros o áreas de interés metalogenético reconocidas durante los trabajos de exploración regional. En el archivo se encuentran documentados un gran número de informes de estudios preliminares los cuales se encuentran localizados en el Estado.

A.6. Proyecto de evaluación de reservas

En algunas regiones mineras, el proceso exploratorio ha seguido una secuencia lógica de acuerdo a objetivos preestablecidos hasta llegar al desarrollo de proyectos de evaluación de reservas con barrenación comprobatoria. En la (Figura 28) se muestra la ubicación de los proyectos evaluados por el SGM, los informes correspondientes a las áreas evaluadas se encuentran en el archivo general y local del SGM. Los nombres de estos proyectos se anotan a continuación.

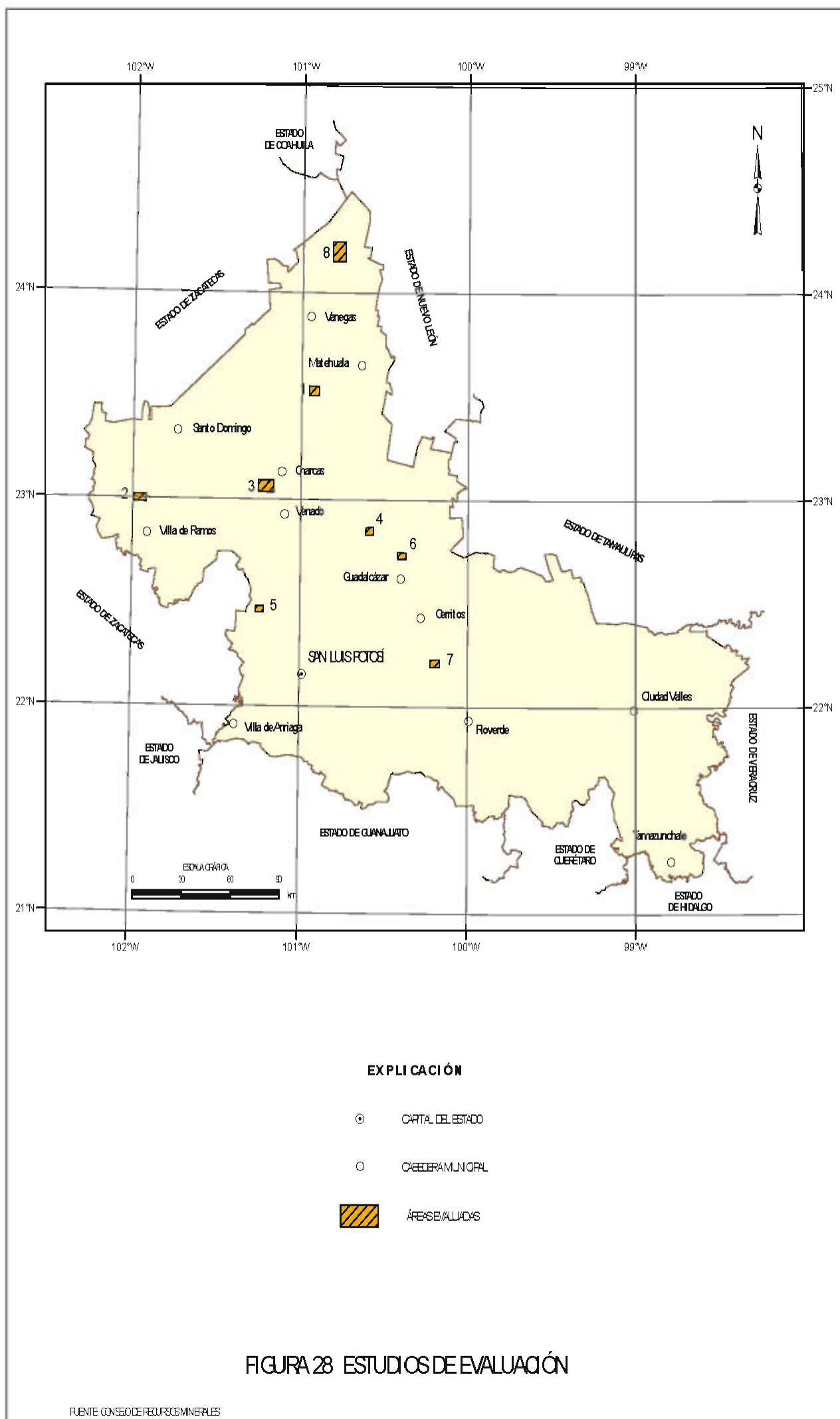
- 1 La Maroma municipio de Real de Catorce, S.L.P.
- 2 Las Peñitas municipio de Villa de Ramos, S.L.P.
- 3 San Rafael municipio de Charcas, S.L.P.
- 4 Peyote-Tapona municipio de Guadalcázar S.L.P
- 5 Marín municipio de Ahualulco, S.L.P.
- 6 San Cristóbal-Realejo municipio de Guadalcázar, S.L.P
- 7 Guaxcamá municipio de Villa Juárez, S.L.P.

A.7. Visitas de reconocimiento

Las visitas de reconocimiento son análisis técnico-económico de prospectos mineros, que realiza el Servicio Geológico Mexicano, como parte de sus funciones que tiene de apoyar a la pequeña y mediana minería. Actualmente, se han realizado 39 visitas de reconocimiento en la entidad, cuyos informes respectivos se encuentran en el archivo tanto local como general del Servicio Geológico Mexicano. Los prospectos o minas estudiadas se muestran en la (Figura 29) y en la (Tabla IX).

B. Otros centros de información

Además de gran acervo de información que ha generado el SGM, a través de su historia es posible consultar diversos estudios y publicaciones realizados por otras instituciones relacionadas a la actividad minera y recursos minerales del Estado, dentro de las instituciones se encuentran el Instituto Potosino de Investigación Científica Tecnológica, Instituto de Metalurgia, Instituto de Geología, Ciencias de la Tierra de la UASLP, el INEGI en las cuales sus bibliotecas presentan un acervo importante relacionado a la minería.



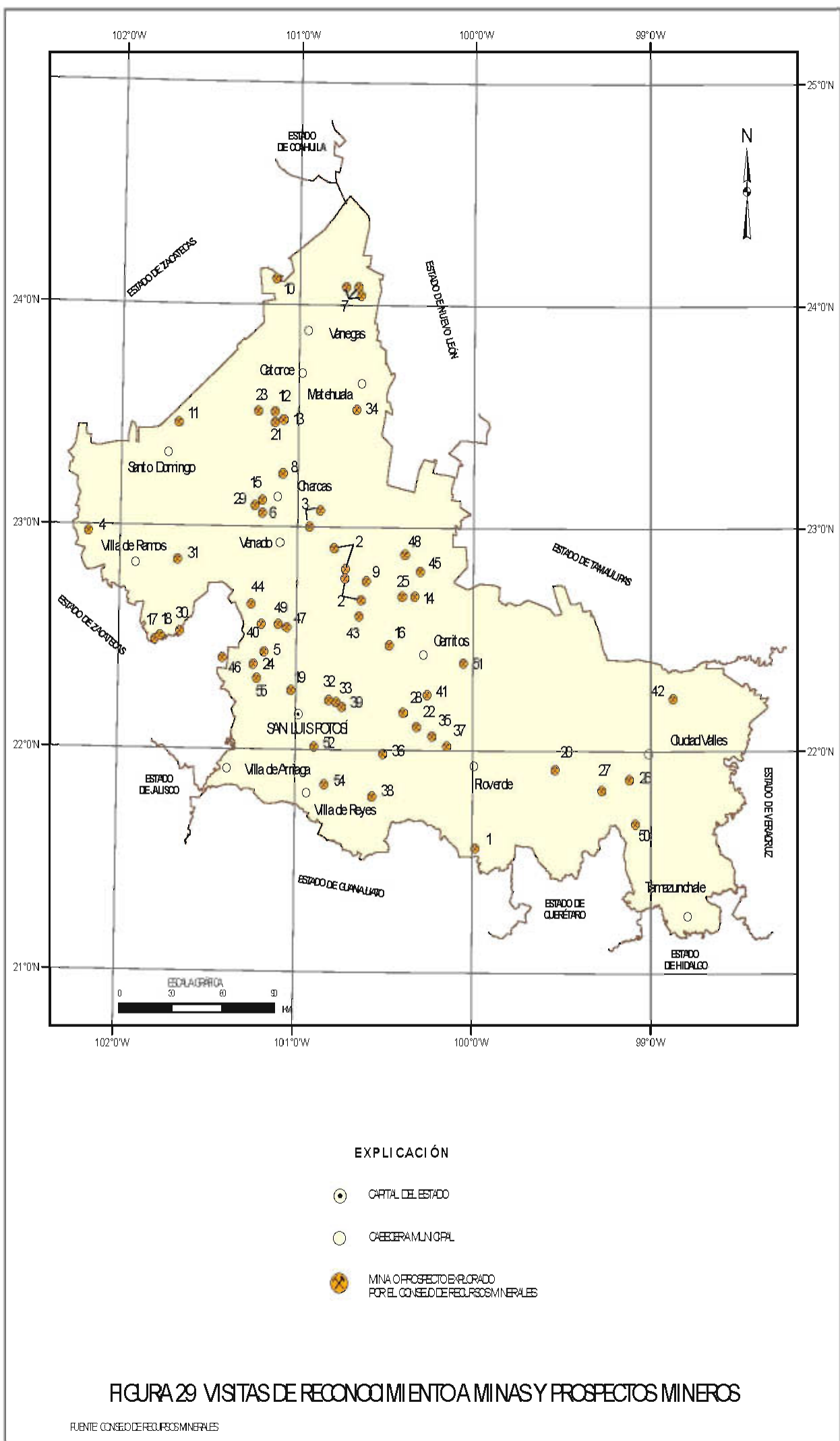


TABLA IX. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de visitas de reconocimiento

LOTE, SUPERFICIE Y MUNICIPIO	ESTRUCTURA	RESERVAS LEYES	OBSERVACIÓN
1998			
Lucha, 81 ha. Aquismón, S.L.P.	Estructuras cársticas, en donde se presentan valores de fosforita	7.61% a 9.41% de pentóxido de en muestras de	Los valores se pre- sentan en material areno-arcilloso dentro de las estructuras cársticas.
Yeso Rey I, Rioverde, S.L.P.	Estratiforme 1,000 longitud, 300 m de ancho, 40 m de profundidad	25 millones de das de sulfato de calcio	Los resultados de los análisis químicos indican que los ye- sos son aceptables en la industria.
El Sitio, Villa de Reyes S.L.P.	Adopta estructura tabular, el espesor varia de 0.20 a 0.60 m	275,999 toneladas material de arena de moldeo	Depósito de arena sílica de origen residual.
2006			
Sofi, 100 ha. Real de Catorce, S.L.P.	Estructura en forma de manto con mineral de antimonio.	No se tienen datos de las reservas.	Con leyes de antimonio de 37 a 63 %.
El Boyero, 19 ha. Villa de Reyes, S.L.P.	Estructura plana en forma de banco	Con 246,422 m ³ como recursos indicados.	Valores de 62 a 79 % de sílice.
Esperanza Silver, 600 ha. MexQUITIC de Carmona, S.L.P.	Estructuras en forma de mantos, consiste de 8 afloramientos.	No se calcularon reservas la calidad del caolín es baja.	La ley del caolín es de poco interés económico, es de mayor importancia la tierra fúller y las zeolitas.
1962			
Sociedad Minera San Ciro, Pedro Montoya, S.L.P.	Pequeñas vetillas y brechas y depósitos de placer	No se cubicó mineral 0.06 % Sn	Depósitos pequeños y de baja ley
1966			
Algunos depósitos de azufre, Villa Hidalgo, S.L.P.	Veta-falla y fracturas, rumbo N60°W y Echado 77° NE	No se cubicó mineral 10 a 25 % de S.	Existe una franja de rumbo NW, con longitud de 30 km.
1967			
El Laberinto y Huancavelita. Charcas, Venado, S.L.P.	Plano de estratificación y fallas rumbo N30°E y N80°W	No se cubicó mineral	Sin interés económico por sus estructuras y leyes bajas de Hg.

FUENTE: Servicio Geológico Mexicano

TABLA IX. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de visitas de reconocimiento (Continuación)

LOTE, SUPERFICIE Y MUNICIPIO	ESTRUCTURA	RESERVAS LEYES	OBSERVACIÓN
1974			
El Sauz, Villa de Ramos, S.L.P.	Mantos con espesor de 0.40 a 0.60 m.	No se cubicó mineral Au= 0.6 g/ton Ag= 1.56 g/ton Pb= 5.2 % Zn= 3 %	Se sugiere continuar la exploración
Marín, 24 has Ahualulco, S.L.P.	Vetas fallas rumbo N30°E, 70°NW y echados verticales	Ag = 228 g/ton Pb = 1.9%, Zn = 0.43%	Una de las vetas presenta potencia, continuidad y concentración.
1979			
Nueva Sorpresa, Nevada, Vacilación, Golondrinas y San Pedro 293 ha. Cedral y Vanegas, S.L.P	Planos de estratificación y vetas-fallas rumbo 45° NE, echado 56° al Norte, ancho 0.2 a 2 m.	No se cubicó mineral Nueva Sorpresa Ag= 13 g/ton Pb= 0.6 % Zn= 1.83 % Vacilación Ag= 44 g/ton Pb= 0.1 % Zn= 21 %	La mina Golondrinas es la que presenta mayor interés por sus dimensiones y leyes
La Candelaria, 100 ha. Charcas, S.L.P.	Vetas-fallas rumbo N30°-37°W y echados 80-85° SW, espesor 0.6-1.2 m	No se cubicó mineral Ag= 70 a 550 g/ton Au= 0.25 g/ton	Carece de importancia, ya que los valores decrecen a profundidad y las vetas se acúan
Andrómeda, 96 has. Villa Hidalgo, S.L.P.	Planos en calizas, rumbo NW20°-30°SE, SE, echado 67° SW	No se cubicó mineral Ag= 99 g/ton Pb= 1.2 % Zn= 1.8 % Cu= 0.02 %	Carece de interés económico, por su escaso potencial.
San José, 18 ha. Vanegas , S.L.P.	Rumbo N63°W, echado 65°NE	No se cubicó mineral Ag= 10 a 100 g/ton Pb= 0.07 %	Por sus leyes pobres no presenta interés económico.
La Bufita y Los Cardones Santo Domingo S.L.P.	Estructura de forma irregular concordante con pseudoes- tratificación	No se cubicó mineral 119 g/ton de Ag, 0.13 % de Pb, 0.02 % de Zn y 0.11 % de Cu	Debido a sus leyes pobres carece de interés económico.
1980			
Los OH Charcas, S.L.P.	OH-1. rumbo N30°W, longitud 160 m. OH-3 rumbo N 25°W, echado 48°-55° SW, longitud 130 m.	No se cubicó mineral.	Por sus leyes pobres carece de interés económico.
El Pensamiento, 28 ha. Charcas, S.L.P.	Existen dos vetas rumbo NW50° SE, echado 70°-75 SW, longitud 75 m.	No se cubicó mineral 3 g/ton de Au y 350 g/ton de Ag	Al parecer las leyes son importantes pero no se reporto potencial

TABLA IX. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de visitas de reconocimiento (Continuación)

LOTE, SUPERFICIE Y MUNICIPIO	ESTRUCTURA	RESERVAS LEYES	OBSERVACIÓN
1981			
El Potosí, 46 ha. Guadalcázar, S.L.P.	Mineralización en fracturas y fallas, Terreros	Cubicaron los terreros 16,920 ton. Ag = 215 g/ton Pb = 0.53 %, Fe 6.6 % y Au 0.6 g/ton	La mayoría de las obras estan aterra- das, es considerable explorarlas.
El Azogue, 10 ha. Charcas, S.L.P.	Veta 1, rumbo general N55°W, echado 28 al SW. veta 2, rumbo general N53°W, echado 34° al SW	Veta 1: 4,800 ton positivas, 400 ton, pot. 214 g/ton de Ag. Veta 2: 29,000 ton pot. 11 a 14 g/ton de Ag	Son mas atractivas las leyes de la veta No.1
1983			
La Leona , 9 ha. Cerritos, S.L.P.	No se observó estructura mineralizada	No se cubicó mineral	Afloran calizas, el estudio fué solicitado para evaluar.
1985			
San Dionisio, Salinas de Hidalgo, S.L.P.	Presenta hilillos de cuarzo de espesor máximo de 0.2 m.	No se cubicó mineral 7 g/ton de Ag.	Se carece de estruc- tura mineralizada leyes pobres.
Yacimientos de oro y plata, Salinas, S.L.P	No se observó estructura mineralizada	No se cubicó mineral 2-10 g/ton de Ag.	Sin importancia económica por carecer de estructura mineralizada
La Fé, 50 ha. Mexquitic de Carmona, S.L.P.	Mineralización en fracturillas.	No se cubicó mineral 0.02 % de Sn, 0.25 % de Ti.	Sin importancia económica por carecer de estructura mineralizada
Epazote, 12 ha. Rayón, S.L.P.	No se reportó estructura mineralizada	No se cubicó mineral	Carece de interés económico.
Tres Estrellas, Charcas, S.L.P.	Veta Tres Estrellas, rumbo NW 10,40° SE, echado 20-37° SW.	29,750 ton. posibles 22 g/ton de Ag.	Por sus leyes de bajos valores, no se tiene interés económico
El Sermón y Amp. El Sermón, 132 ha. Cd. Fernández, S.L.P.	Zona de fallas rumbo general NE 67° SW, echado 80° al NW.	No se cubicó mineral ind. de Au, 20 g/ton de Ag.	Debido a sus leyes con bajos valores, se carece de interés económico
La Guadalupana y Concepción, 140 ha. Real de Catorce, S.L.P.	Veta Guadalupe; rumbo N 87° E, echado 75° al NW. Veta Concepción; Veta Concepción; rumbo NE 75° SW, echado 70° al SE.	30,000 ton. posibles Leyes con valores bajos, minerales metálicos.	No se tiene interés económico.
Rincón Grande, 50 ha. Ahualulco, S. L.P.	Mineralización diseminada.	No se cubicó mineral 23 g/ton de Ag.	Leyes con bajos valores, no se tiene interés económico.

TABLA IX. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de visitas de reconocimiento (Continuación)

LOTE, SUPERFICIE Y MUNICIPIO	ESTRUCTURA	RESERVAS LEYES	OBSERVACIÓN
1986			
El Realejo, 20 ha. Guadalcázar, S.L.P.	Vetas fallas. Rumbo NE 20-30° SW, . echado 80-82° SE	No se cubicó mineral 5 g/ton de Ag.	Leyes de mineral con bajos valores, no existe atractivo económico.
Piedras Negras, Aquismón, S.L.P.	Sin evidencia de mineralización.	No se cubicó mineral 0.56 % de TiO ₂ .	Sin interés económico. El contenido de titanio es pobre.
El Botadero, Aquismón, S.L.P.	Rumbo NE 67° SW. echado 80° NW.	Fosforita	No se presentan perspectivas económicas por carecer de tonelaje
San Nicolás, San Nicolás Tolentino, S.L.P.	Cuerpo alargado con rumbo NW 50° SE, echado al SW.	15,870 ton. posibles, 50.0 % de SO ₄ , 39 % de CaO, 90.41 % de CaSO ₄ .	El mineral reúne los requisitos para la industria del yeso.
1988			
Marzo, 779 ha. Charcas, S.L.P.	1,773 ton posibles, rumbo general de NW 60-85° SE.	Veta I: 1,273 ton posibles, ind. de Au, 7 g/ton de Ag. veta II : Veta II: 6,487 ton posibles.	Leyes de bajo valor, sin interés económico.
1989			
Santa Martha, 18 ha. Salinas, S.L.P.	Estructura de forma irregular potencial variable de 0.1 a 1.0 m	No se cubicó mineral, leyes con bajo interés económico.	Sin interés económico.
La Asunción, 96 ha. Salinas, S.L.P.	Forma irregular longitud de 340 m, ancho 85 m, espesor 12 m.	No se cubicó mineral, leyes pobres de Au y Ag.	Carece de interés económico.
Gama, 41 ha. San Pedro, S.L.P.	No se observó estructura mineralizada o alteraciones.	No se cubicó mineral.	Se carece de estructura mineralizada.
La Victoria, 10 ha. San Pedro, S.L.P.	Pequeños hilos, longitud de 50 m, espesor de 0.2 a 0.5.	No se cubicó mineral.	No se tiene una estructura definida, los hilos son la con- tinuación de una veta fuera del lote.
La Peregrina, 612 ha. Matehuala, S.L.P.	Afloramiento de caliza con longitud de 400 m, ancho de 200 m, y desnivel de 40 m	1,893,000 ton, posibles, 91.12 % de CaCO ₃ , 1.26 % de SiO ₂ 21,355,000 ton, potenciales 78.82 % de CaCO ₃ , 22.05 % de SiO ₂ .	La calidad del CaCO ₃ está en los límites requeridos para la obtención de cal.
La Reata, 100 ha. Rioverde, S.L.P.	Pequeñas zonas de de óxidos, irregulares, espesor de 0.10 m. hasta 2.0 m	No se cubicó mineral ind. de Au y ind. de Ag.	Sin interés económico por sus leyes de bajos valores y carecer de estruc- tura mineralizada.

TABLA IX. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Relación de visitas de reconocimiento (Continuación)

LOTE, SUPERFICIE Y MUNICIPIO	ESTRUCTURA	RESERVAS LEYES	OBSERVACIÓN
San José, 90 ha. Santa María del Río, S.L.P.	Rumbos N35°E, N7°W y N75°E, echados de 30° a 80° SE.	No se cubicó mineral ind. de Au, 57 g/ton de Ag	Carece de interés económico por sus estructuras, de leyes con bajos valores.
Ricardo Flores Magón, 10 ha. Cd. Fernández, S.L.P.	Franjas de oxidación ferrosa, irregulares tanto en espesor como en profundidad	No se cubicó mineral ind. de Au.	
La Merced, 90 ha. Santa María del Río, S.L.P.	Veta La Merced I: rumbo S70°E, echado 70-80° Veta La Merced II rumbo N70°E, echado 70°SE.	Veta La Merced I: 121,680 ton posibles. 77,200 ton. potenciales, 32.4 % de CaF ₂ 55 % de SiO ₂ ; 9.2 % de CaCO ₃ .	
Cristina, 100 ha. San Pedro, S.L.P.	Cuerpos irregulares con alineación NW-SE y echados variables que buzcan al NE y SW	412 ton probables; posibles ; 1.8 g/ton de 1.8 g/ton de Au 33 g/ton de Ag.	
1992			
El Negro, 1,408.979 ha. Ahualulco, S.L.P.	Veta N 30°W 68° al NE	110,220 toneladas posibles, leyes de 1.16g/ton de Au y 3 g/ton de Ag	Debido a que las estructuras no cuentan con obra minera solamente se calcularon.
1994			
El Chapo Ben, 12 ha. San Luis Potosí, S.L.P.	Mantos de 1 a 6 m de espesor, 11 de estos forman un espesor por 350 m de largo rumbo NW-SE e inclinación al NE	Potencial de 2,708,848 toneladas métricas con un contenido medio de zeolitas del 64.59 %	
El Güero, 100 ha. Ciudad Valles, S.L.P.	Veta de rumbo NE43°SW con echado de 60° al NW y 1.02 m de espesor	Se estiman reservas de 225,000 toneladas con ley de 33.7 % de CaF ₂	Con trabajos complementarios en zanjeo de algunas partes de la estructura se de fenirá su importancia económica.
La Joya de Dolores I, 98 ha. Villa Hidalgo, S.L.P.	Depósito con un espesor máximo de 100 m cerca del cráter y dis minuye hacia el noreste a unos 15 m	El volumen de material piroclástico en los lotes es de 33 millones de m ³ con una mayor proporción de sílice	Se investigó con detalle la composi ción del material y se le determinó al concesionario que no no existe el mineral que espera.

TABLA IX. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de visitas de reconocimiento (Continuación)

LOTE, SUPERFICIE Y MUNICIPIO	ESTRUCTURA	RESERVAS LEYES	OBSERVACIÓN
1995			
La Guadalupana, 66 ha. Real de Catorce, S.L.P.	Veta N87°E con echado de 60° a 75° al SE, 250 m longitud, espesor 0.40 a 3.50 m	Toneladas potenciales 141,000 Au = 0.55 g/ton Ag = 25 g/ton SiO ₂ = 72 %	Veta de reempla- zamiento por sílice y calcita con oro y plata en cantidades reducidas.
1996			
El Cotorro, 250 ha. Guadalcázar, S.L.P.	Fracturas aisladas de 1 a 2 cm en un área de 200 por 300 m rumbo NE	Potencial geológico 372,604 toneladas Au 0.22 a 3.35 g/ton	Valores marginales es necesario realizar estudios con obra directa.
El Milagro, 986 ha. Ahualulco, S.L.P.	Manto de 10 a 12 m de ancho dimensiones variables en forma lenticular	Potencial geológico de 40,446 ton 44.60% a 64.54% de sílice, 3.35 % a 255 CaCO ₃ , Blancura 78.85 a 87.20%	Existen posibilidades de definir mayor volumen y mejorar calidad con más exploración
1997			
El Lucero, 20 ha. Mexquitic de Carmona, S.L.P.	2 estructuras N25°W 66° al SW, irregular en continuidad, pequeños ramaleos	Calcita optica de baja calidad impurezas, cristales pequeños, no se conocieron reservas	Las estructuras son angostas, el mineral se presenta en cristales pequeños que no reúnen las características requeridas.
Blanca, 15 ha. Guadalcázar, S.L.P.	3 estructuras de N66°W con 30° NE ancho 12 m y longitud 175 m	6,431 ton positivas, 8,742 ton probables, 4,627 posibles, mine- ral, caolín alunítico	Tres cuerpos de caolín alunítico, con comporta- miento irregular, fallamiento intenso.
La Estrella, 50 ha. Ahualulco, S.L.P.	Manto intercalado con sedimentos lacustres arcillosos de 3 m de espesor	Zeolitas 31%, Potasio 2.7% no se calculan reservas, existe un potencial por definir	Existe un horizonte zeolítico de 3 m de espesor el cual tiene leyes aceptables.
1998			
Lucha, 81 ha. Aquismón, S.L.P.	Estructuras cársticas, en donde se presentan valores de fosforita	7.61% a 9.41% de pentóxido de fósforo en muestras de terrero	Los valores se pre- sentan en material areno-arcilloso dentro de las estructuras cársticas.
Yeso Rey I, Rioverde, S.L.P.	Estratiforme 1,000 longitud, 300 m de ancho, 40 m de profundidad	25 millones de tonela- das de sulfato de calcio	Los resultados de los análisis químicos indican que los ye- sos son aceptables en la industria.
El Sitio, Villa de Reyes S.L.P.	Adopta estructura tabular, el espesor varía de 0.20 a 0.60 m	275,999 toneladas de material aprovechable de arena de moldeo	Depósito de arena sílica de origen residual.

TABLA IX. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de visitas de reconocimiento (Continuación)

LOTE, SUPERFICIE Y MUNICIPIO	ESTRUCTURA	RESERVAS LEYES	OBSERVACIÓN
2006			
Sofi, 100 ha. Real de Catorce, S.L.P.	Estructura en forma de manto con mineral de antimonio.	No se tienen datos de las reservas.	Con leyes de antimonio de 37 a 63 %.
El Boyero, 19 ha. Villa de Reyes, S.L.P.	Estructura plana en forma de banco	Con 246,422 m ³ como recursos indicados.	Valores de 62 a 79 % de sílice.
Esperanza Silver, 600 ha. Mexquitic de Carmona, S.L.P.	Estructuras en forma de mantos, consiste de 8 afloramientos.	No se calcularon reservas la calidad del caolín es baja.	La ley del caolín es de poco interés económico, es de mayor importancia la tierra fuller y las zeolitas.

FUENTE: Servicio Geológico Mexicano

3.3. PRINCIPALES REGIONES, DISTRITOS Y ZONAS MINERALIZADAS DEL ESTADO.

El estado de San Luis Potosí presenta manifestaciones de mineralización prácticamente en todo su territorio, aunque el grado de incidencia es mayor en algunas áreas donde los eventos metalogenéticos, se manifiestan con mayor intensidad; formando yacimientos minerales económicos, lo que propició el desarrollo de distritos mineros que han producido grandes cantidades de metales, algunos de ellos desde tiempos de la Colonia que aun continúan en operación como es el distrito minero de Charcas.

Con el fin de presentar una visión general de la minería en el Estado y sus perspectivas de desarrollo en el futuro, a continuación se describen las características principales de las Regiones y Distritos mineros que tienen o han tenido un papel relevante en la minería del Estado y de México.

Para su descripción la información de las Regiones ha sido clasificada en Distritos y Zonas mineralizadas, considerándose Distrito aquel campo donde hay o ha habido explotación y beneficio organizado. La Zona mineralizada es aquella que esta en exploración o tiene apenas una explotación incipiente.

Las regiones mineras conocidas en el Estado son las siguientes: (Figura 30).

Región minera San Luis Potosí

- Distrito minero Cerro de San Pedro
- Zona mineralizada Villa de Reyes
- Zona mineralizada Villa de Arriaga

Región minera Sierra de Catorce

- Distrito minero Real de Catorce
- Distrito minero Santa María de la Paz
- Distrito minero La Maroma
- Distrito minero San José Tierras Negras (Wadley)

Región minera Charcas

- Distrito minero Charcas
- Zona mineralizada San Rafael
- Zona mineralizada Santa Gertrudis

Región minera Guaxcamá

- Distrito minero Guaxcamá
- Distrito minero La Borreguita

Región minera Guadalcázar

- Distrito minero Guadalcázar
- Zona mineralizada La Tapona
- Zona mineralizada Núñez

Región minera Salinas de Hidalgo

- Distrito minero Salinas de Hidalgo
- Distrito minero Peñón Blanco

Región minera Villa de Ramos

- Distrito minero Villa de Ramos
- Zona mineralizada La Herradura
- Zona mineralizada Laguna de Hernández

Región minera Santo Domingo

- Distrito minero Montaña de Manganeseo
-
- Zona mineralizada El Sabino
- Zona mineralizada El Calvo

Región minera Tamazunchale-Xilitla

- Zona mineralizada Tamazunchale-Xilitla

Región minera Ahualulco

- Zona mineralizada Ahualulco
- Zona mineralizada Moctezuma

Región minera Vanegas

- Zona mineralizada San Vicente

Región minera Villa Hidalgo

- Zona mineralizada Villa de Arista
- Zona Mineralizada Villa Hidalgo

Región minera Ciudad Valles

- Zona mineralizada Ciudad Valles
- Zona mineralizada Cárdenas
- Zona mineralizada Ciudad del Maíz
- Zona mineralizada San Ciro de Acosta

Región minera Zaragoza

- Distrito minero Las Cuevas
- Zona mineralizada Rioverde



3.3.1. REGIÓN MINERA SAN LUIS POTOSÍ

La región minera de San Luis Potosí, ubicada en la parte sur central del Estado, comprende el Distrito minero de San Pedro y las zonas mineralizadas de Villa de Reyes y Villa de Arriaga. Esta Región en su parte oriental comprende formaciones calcáreas cretácicas de la plataforma Valles –San Luis Potosí y hacia el poniente y surponiente a rocas de la Provincia de la Mesa Central, y del Campo Volcánico de San Luis Potosí del Terciario.

En el Distrito minero Cerro de San Pedro, la mineralización se presenta en forma de cuerpos de reemplazamiento en calizas bordeando un cuerpo intrusivo de composición dacítica y de edad paleocena a la cual se le relaciona, además presenta mineralización diseminada de oro y plata en el intrusivo. Es un yacimiento que presenta un volumen del orden de 2 millones de onzas de oro y 60 millones de onzas de plata.

Las zonas mineralizadas de Villa de Reyes y Villa de Arriaga quedan comprendidas en el campo volcánico de San Luis Potosí en donde existen pequeños yacimientos vetiformes de estaño, hospedados en las riolitas; y placeres aluviales; vetas y mantos de mercurio en rocas sedimentarias del Cretácico superior; vetas de cuarzo argentífero encajonados en la Formación Caracol; horizontes de tobas zeolitizadas. Existen también varios bancos donde se extrae cantera de diversos colores que es empleada principalmente por la industria de la construcción de la ciudad de San Luis Potosí. Recientemente en la región se han incrementado la explotación de rocas dimensionables y agregados pétreos así también como minerales No metálicos en la Región, debido a la cercanía de la zona urbana.

A continuación se describen con mayor detalle los distritos mineros y zonas mineralizadas que se incluyen en ésta Región.

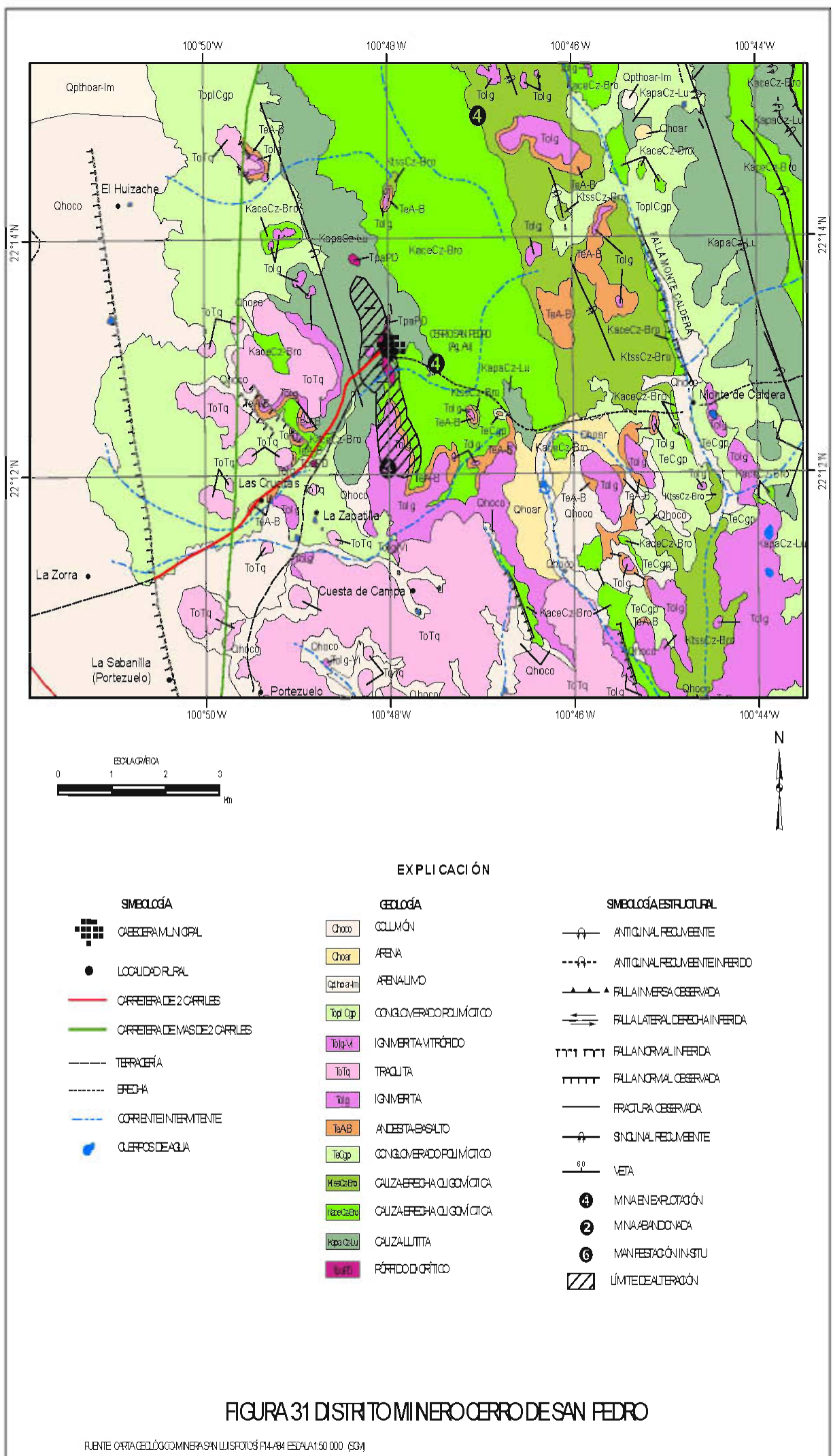
A. Distrito minero Cerro de San Pedro

A.1. Localización geográfica

El distrito minero denominado Cerro de San Pedro se localiza en la porción centro sur del Estado, a 19.5 km al noreste de la Ciudad de San Luis Potosí. (Figura 31)

A.2. Historia minera

Existen varias versiones sobre quien descubrió ese yacimiento por lo que se tienen dudas sobre su descubridor y la fecha exacta del hallazgo. Camilo BROS (1878), menciona que después de la conquista de la ciudad de México por los españoles, en el año de 1583, el mineral de Cerro de San Pedro fue descubierto por el capitán Miguel Caldera.



José María Gómez del Campo (1878), menciona en un informe sobre el socavón de La Victoria, que el mineral del Cerro de San Pedro fue descubierto en 1583 por Don Pedro Idiarte, donde se origino su nombre.

Jorge A. Laird en 1904 establece que la fecha de descubrimiento de éste distrito fue, en 1575 por don Pedro Idiarte y que estos datos fueron sacados de un documento fechado en 1778, guardado formalmente en el convento de San Francisco; sin embargo la última versión es la del celebre historiador potosino Primo Feliciano Velásquez, (1946), quien menciona que la historia del mineral de San Pedro comienza el 4 de marzo de 1592, fecha en que Don Pedro Idiarte de Anda descubrió un rico criadero de oro y plata en el Cerro de San Pedro dando origen al mineral del mismo nombre.

En los primeros tiempos de su explotación debido a su gran riqueza de sus minerales, al nombre de la ciudad de San Luis Potosí se le agrego el termino Potosí, sin duda alguna por su analogía con la riqueza de la montaña Hatun Potochi, de alto Perú, hoy Bolivia, descubierta en 1545 a la altura de 4,166 m s.n.m., en una mesa en donde se asentó el antiguo y famoso mineral del Potosí.

La ciudad de San Luis Potosí, se funda el 3 de noviembre de 1592, y como en ella se establecieron haciendas de beneficio, es por ello que en la antigüedad se confundía el mineral con la ciudad.

En los primeros años de su descubrimiento solo se explotaban las minas que contenían oro puro, situadas en los cerros del Pópulo y de San Pedro El Alto, pero después se comenzaron a explotar los que contenían minerales plomo-argentíferos con leyes de oro.

A los setenta años del descubrimiento, según consta en los archivos oficiales de la ciudad de San Luis Potosí, solamente los derechos del quinto real pagados al rey de España, por la plata extraída de este mineral, ascendían a 66 millones de pesos. En ese tiempo el mineral había producido como 20 millones de pesos cada año, también menciona que en el pueblo de San Luis Potosí y en los alrededores del Cerro de San Pedro existían 100 tahonas, para la molienda de los metales preciosos y 70 hornos para fundición de los plumbo-argentíferos.

La mina principal que era la de San Cristóbal, situada en el Cerro de San Pedro El Alto, la cual se hundió pocos años después de que el pueblo de San Luis Potosí, fuera elevado al rango de ciudad y como allí se encontraba el cuerpo principal y más rico se proyecta la obra del socavón llamado El Rey para cuyo trazo y ejecución el rey envió a dos mineros que por carecer de conocimientos geológicos, desarrollaron el socavón en un lugar equivocado. Otra obra de importancia es el tiro llamado Begoña por su situación problemática su utilidad no fue, la esperada por lo que solo pudo usarse para ventilación.

En el año de 1816 se comenzó a labrar el Socavón de La Victoria en la falda oriental del Cerro El Pópulo, para explotar los labrados de las antiguas minas, siendo la obra mas atrevida y de mayor importancia que el mineral de San Pedro tiene, ya que por encontrarse a un nivel mas bajo de todas las obras mineras facilito el desagüe, la comunicación, la ventilación, y la extracción de mineral. Antes de efectuar ésta obra, las minas de mayor importancia eran Gogorrón, La Princesa, Santo Domingo, El Socavón del Rey, La Cocinera, Los Remedios y El Barreno.

Desde el descubrimiento de este mineral y durante un lapso de 300 años han sido explotadas más de 70 minas, ignorándose la cantidad y la riqueza que se ha extraído de ellas. Cada día es más difícil la explotación de las minas y el descubrimiento de nuevos yacimientos como Guadalcázar en 1583, La Bonanza de Charcas en 1583 y Villa de Ramos en 1604, provocó que el mineral de San Pedro fuera abandonado en 1622.

No fue hasta 1816 en que la Cía. Minera La Victoria volvió a rehabilitar el distrito y para el año de 1904, existían 4 compañías que eran El Barreno, San José de Cocinera, La Victoria y Anexas, y La Compañía Metalúrgica Mexicana. Todos los trabajos fueron suspendidos en la época de la Revolución Mexicana, y no fue hasta el año 1925 en que la Cía. Metalúrgica Mexicana propietaria de una gran parte de las minas, las renta a la American Smelting and Refining Co.

La época de mayor producción fue de 1930 a 1950, año en que la ASARCO, abandonó el Cerro de San Pedro por el gas, según se dice, que contenían los niveles más bajos y a partir de entonces paso al abandono.

Mas recientemente en 1995 la Cía. Minera San Xavier, inicia una campaña de exploración; previamente otras compañías mineras habían realizado trabajos de exploración sin logros importantes aparentemente. La compañía Minera San Xavier mediante el levantamiento y muestreo de las obras mineras, con un programa de barrenación de diamante y de circulación inversa, de aproximadamente 58,000 m, logra evaluar un depósito diseminado de oro, el cual aproximadamente un 70 % se encuentra en el pórfido diorítico y el resto en las estructuras mineralizadas alojadas en rocas sedimentarias.

Ésta compañía ha considerando reservas minables del orden de 63'500,000 toneladas, con un contenido de 1.3 millones de onzas de oro equivalente. En ésta evaluación, solo se considero la zona de óxidos, con un proyecto de minado a cielo abierto y beneficio de lixiviación estática.

A.3. Síntesis geológica

El distrito minero de Cerro de San Pedro se encuentra, comprendido dentro de la provincia metalogenética de la Mesa Central, afloran rocas cuya edad varía del Cretácico inferior al Terciario. Las rocas más antiguas están constituidas por calizas y lutitas de la Formación La Peña del Cretácico inferior, espacialmente se encuentran muy próximas a la zona de talud entre la Cuenca Mesozoica del Centro de México y la Plataforma Valles-San Luis Potosí.

Estructuralmente se observa deformación de tipo dúctil y frágil caracterizada por pliegues y cabalgaduras y un fallamiento regional de dirección NW-SE. Localmente el fracturamiento y fallamiento es controlador de la mineralización presenta direcciones E-W y en menor grado N-S; sobre estas unidades sedimentarias del cretácico que afloran en el distrito. Se depositaron en forma discordante rocas volcánicas que varían del Eoceno al Oligoceno y son de composición que varía de andesítica a riolítica.

Estas unidades volcánicas han sido definidas como: Andesita Casita Blanca, Ignimbrita Santa María y Riolita San Miguelito (Labarthe-Tristán, 1980), también existe mineralización en pequeña escala de fosforita en el contacto de estas rocas con la formación Cuesta del Cura. Intrusionando a las rocas sedimentarias se encuentra un cuerpo diorítico el cual se presenta en forma tabular con rumbo NW 20° SE y echado al poniente, su espesor varía de 150 m a más de 500 m.

A.4. Yacimientos minerales

La mineralización se localiza en fracturas y planos de estratificación de las calizas, así como las fracturas del pórfido diorítico y en las zonas brechadas.

La mayoría de los cuerpos de reemplazamiento y algunos de relleno de cavidades forman vetas, mantos y cuerpos tubulares tipo chimeneas con óxidos y sulfuros; otro tipo de yacimiento corresponde a las partes alteradas del pórfido diorítico, donde se encontraron disseminaciones con valores de oro y plata. Existe también mineralización de fosforita que se deposita en un contacto horizontal de la caliza y riolita.

Vetas

En este tipo de estructuras se tienen algunos de los cuerpos más importantes del distrito presentando cuando menos dos patrones bien definidos, el primero de ellos de mayor relevancia por presentar cuerpos que han sido importantes del yacimiento, se presenta en las estructuras orientadas este-oeste con inclinación hacia el sur. Estas estructuras alcanzan espesores de más de 15 metros formando clavos que dan aspectos de estructuras tipo chimenea, el segundo sistema solo se identificó una estructura siendo esta la denominada Begonia.

Mantos y Chimeneas

Cuerpos tubulares éste tipo de cuerpos forma parte de los que fueron explotados en su época de mayor producción los fallamientos-fracturamientos juegan un papel muy importante, dado que al parecer la intersección de este tipo de estructuras y núcleos de estructuras anticlinales y sinclinales son favorables para la formación de este tipo de cuerpos, por lo cual podríamos considerar un proceso conjugado para los cuerpos de forma tubular, es posible observar, que los “hundidos” se ubican al centro del distrito, en donde la tectónica compresiva y distensiva actuó en un mayor grado, mientras que los estrictamente tubulares o brechas pipe, se les reconoce hacia la periferia del yacimiento.

Otro tipo de estructuras son las irregulares las cuales presentan una actitud paralela o semiparalela a la estratificación lenticulares y brechados, y en ocasiones combinaciones de estos con los de forma tubular, con relación a los cuerpos semiparalelos a la estratificación son los que se consideran como mantos. Estos cuerpos están ligados al contacto caliza diorita y reemplazando secuencias calcáreas favorables, controlados por zonas de fracturamiento múltiple, donde se encuentran las estructuras mineralizadas que llegaron a desarrollarse en más de 200 m verticales. Estos cuerpos están formados por reemplazamiento, en zonas de brecha y vetas irregulares de poca extensión longitudinal y vertical, conteniendo óxidos con altos valores de oro, y de plata en menor proporción.

Diseminación

Existe mineralización en forma diseminada y en vetillas en el pórfido diorítico. En las calizas se presenta en menor proporción y está restringida a halos de alteración que bordean las chimeneas de óxidos masivos con contenidos de oro y plata, sus formas y dimensiones son irregulares llegando a tener más de 300 m de extensión horizontal. Tres cuartas partes del depósito evaluado consisten de mineralización diseminada y el resto lo constituyen otro tipo de estructuras.

A.5. Minas y prospectos

Las minas mas notables que se explotaron en el distrito fueron El Tiro Begonia, mina Gogorrón, El Barreno, La Princesa, Santa Catarina, Socavón del Rey, Guadalupe y La Victoria (Tabla X).

TABLA X. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero Cerro de San Pedro							
NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPE-SOR (m)	LONGI-TUD (m)	MINERA-LOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
Abundancia	22° 13´ 06" 100° 48´ 05"	N7°E y 14° al NW	0.30 a 1.00	120	Au, Ag, calcita cuarzo	Au 10 g/ton Ag 300 g/ton	Tiro inclinado con desarrollos laterales
Princesa	22° 13´ 25" 100° 47´ 57"	N85°E con al SW	15	500	Cuarzo, calcita Au, Ag	Au 2.35 g/ton Ag 57 g/ton	Socavón y pozos
San Pedro	22° 13´ 18" 100° 48´ 06"	E-W y 57° al S	15	100	Pirita, esfalerita, galena, arsenopirita calcopirita, bornita	Au 3 g/ton Ag 35 g/ton Pb-Zn 13%	Rebajes y socavones
Hundido San Pedro	22° 13´ 15" 100° 48´ 02"		80	120	Au, Ag, calcita, cuarzo	Au 1.4 g/ton Ag 200 g/ton	Comido a cielo abierto
El Rey	22° 13´ 14" 100° 48´ 04"	NE-SW al NW	80	100	Cuarzo, calcita, Au, Ag	s/d	Socavón

TABLA X. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Relación de minas del distrito minero Cerro de San Pedro (Continuación)

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPE-SOR (m)	LONGI-TUD (m)	MINERA-LOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
Dorotea	22° 13' 09" N 100° 48' 04" W	NE-SW al SE	100	100	Cuarzo, gohetita, Au, Ag	Au 20 g/ton Ag 300 g/ton	Socavón
Félix Ovalle Oriente	22° 13' 03" N 100° 48' 11" W	N85°E y 78° al SE	15	300	Cuarzo, gohetita, limonita, acantita, calcita, Au, Ag	Au 2.58 g/ton Ag 363 g/ton	Socavón
5 de Mayo Poniente	22° 13' 00" N 100° 48' 19" W	E-W y 85° al S	20	350	Cuarzo, gohetita, limonita, acantita, calcita, Au, Ag	Au 22.10 g/ton Ag 65 g/ton Fe 18 %	Rebajes y socavones
Gogorrón II	22° 13' 10" N 100° 48' 13" W		20		Au, Ag, calcita, cuarzo y arcillas	Au 1.6 g/ton Ag 53 g/ton Fe 25 %	Comido a cielo abierto
San Pedro Norte	22° 13' 20" N 100° 48' 13" W		15	150	Oro, plata, calcita, cuarzo, arcilla	Au 0.26 g/ton Ag 14 g/ton Fe 20 %	Obras subterráneas que lleguen a superficie
El Barreno	22° 13' 07" N 100° 48' 21" W	N70°E y SW	2.5	60	Oro, plata, calcita, cuarzo, arcilla	Au 0.68 g/ton Ag 49 g/ton	Comido en forma de chimenea
El Porvenir	22° 12' 48" N 100° 48' 28" W	N37°W y 22° al NE	1.5	50	Oro, plata, calcita, cuarzo, arcilla	Au 1.2 g/ton Ag 15 g/ton	Socavón, rebaje y pozo
El Pópulo	22° 13' 02" N 100° 48' 22" W	E-W y 57° al S	2	30	Oro, plata, calcita, cuarzo, arcilla	Au 1.7 g/ton Ag 36 g/ton Fe 15 %	Socavón
Socavón Victoria	22° 12' 51" N 100° 48' 13" W	N82°E y 64° al SE	15	100	Cuarzo, gohetita, limonita, acantita, calcita, esfalerita, cobelita	Au 1 g/ton Ag 31 g/ton Zn 2 % Pb 0.3 %	Socavón y tiro
La Escondida	22° 12' 17" N 100° 48' 23" W	N7°E y 14° al NW	1	120	Oro, plata, calcita, cuarzo, arcilla	Au 0.5 g/ton Ag 10 g/ton	Tiro inclinado con desarrollos laterales
El Edén	22° 09' 51" N 100° 44' 30" W	Se ubica en un trend NW-SE	15	100	Fosforita calaverita, calcita	7.3 % P ₂ O ₅	Socavón rebaje y pozo

A.6. Producción minera

Los registros de la producción del distrito son confusos, se estima que desde épocas de la Colonia hasta inicios del presente siglo, se extrajeron en diversas etapas, cerca de cinco millones de toneladas con leyes altas de oro y plata. La compañía minera ASARCO, trabajo el área entre los años 1926 a 1947 en zonas profundas, con una producción de 2 millones de toneladas de mineral de sulfuros con contenido de oro, plata, plomo y zinc.

A.7. Sistema de minado

El sistema de explotación es a través de tajo a cielo abierto, utilizando explosivos para fragmentar la roca en su sitio natural. Las detonaciones se realizan por medio de una cuadrícula de barrenos a distancia regular entre ellos, usando cargas reducidas de explosivos con doble retardante. La roca fragmentada es retirada por medio de cargadores frontales y camiones de acarreo que llevarán el material desde el banco hasta la quebradora. Se calcula que por cada tonelada de mineral extraído serán removidas 1.5 toneladas de mineral estéril, cada tonelada de mineral contiene 0.6 gramos de oro y 24 gramos de plata en promedio.

A.8. Beneficio

Para que la explotación sea viable económicamente, tiene que ser a tajo a cielo abierto, mediante la trituración se reduce el tamaño de la roca, para obtener los tamaños adecuados para el proceso. El mineral triturado es conducido por bandas transportadoras hasta los patios de lixiviación y el proceso metalúrgico de recuperación de metales preciosos deberá ser por lixiviación en montones. El proceso de lixiviación consiste en extraer el oro y la plata de las rocas, usando un riego de solución acuosa de cianuro de sodio en circuito cerrado el camino de la solución será siempre dentro de un medio impermeabilizado, aislado y controlado evitando cualquier tipo de contaminación. El mineral que proviene del área de trituración se acomoda en camas niveladas sobre una superficie previamente impermeabilizada en los patios de lixiviación. Desde la superficie de estos montones, se gotea una solución de cianuro de sodio, la cual al percolar por las camas de mineral va arrastrando los minerales de oro y plata, obteniéndose así una solución enriquecida en estos metales, dicha solución pasa a la planta metalúrgica de proceso. La planta metalúrgica para la extracción final del oro y plata, es conocida como planta de proceso Merrill-Crowe. La solución enriquecida proveniente de los montones de lixiviación, pasa a una primera etapa de clarificación.

Durante el proceso de recuperación se añade a la solución polvo de zinc, el cual recupera el oro y la plata de la solución enriquecida mediante una reacción electroquímica obteniéndose en esta etapa un sistema de dos fases, una solución agotada por un lado y por el otro un precipitado de Au, Ag y Zn. La solución agotada se regenerará añadiendo cianuro de sodio (NaCN) y volverá a ser enviada hasta la superficie hasta los montones formando un circuito cerrado. El precipitado de (Au, Ag, y Zn), pasará a la fundición en forma de panes donde en la fase de calentamiento se recuperará, a través de condensadores.

Los panes serán fundidos para obtener las barras de doré (Au+Ag). Así mismo se recupera el zinc y los gases se envían a filtros de sacos y precipitadores electrostáticos para ser limpiados de cualquier contaminante como el arsénico.

A.9. Potencial y perspectivas

Tiene un potencial de 86 millones de toneladas con una ley de 0.55 g/ton de oro; 22.45 g/ton de plata.

A.10. Reservas

Se han determinado reservas de mineral minable, con baja ley de oro y plata, de 1.51 millones de onzas de oro y 62.37 millones de onzas de plata el tiempo de vida de la explotación es considerado de 9 años, además se considera un potencial de desarrollo de explotación subterránea a futuro.

B. Zona mineralizada Villa de Reyes

B.1. Localización geográfica

Esta zona se ubica en la porción sur de la región de San Luis Potosí y comprende parte de los municipios de Villa de Reyes, Santa María del Río y Tierra Nueva, estando localizada al sureste de la capital del Estado.

B.2. Ambiente geológico local

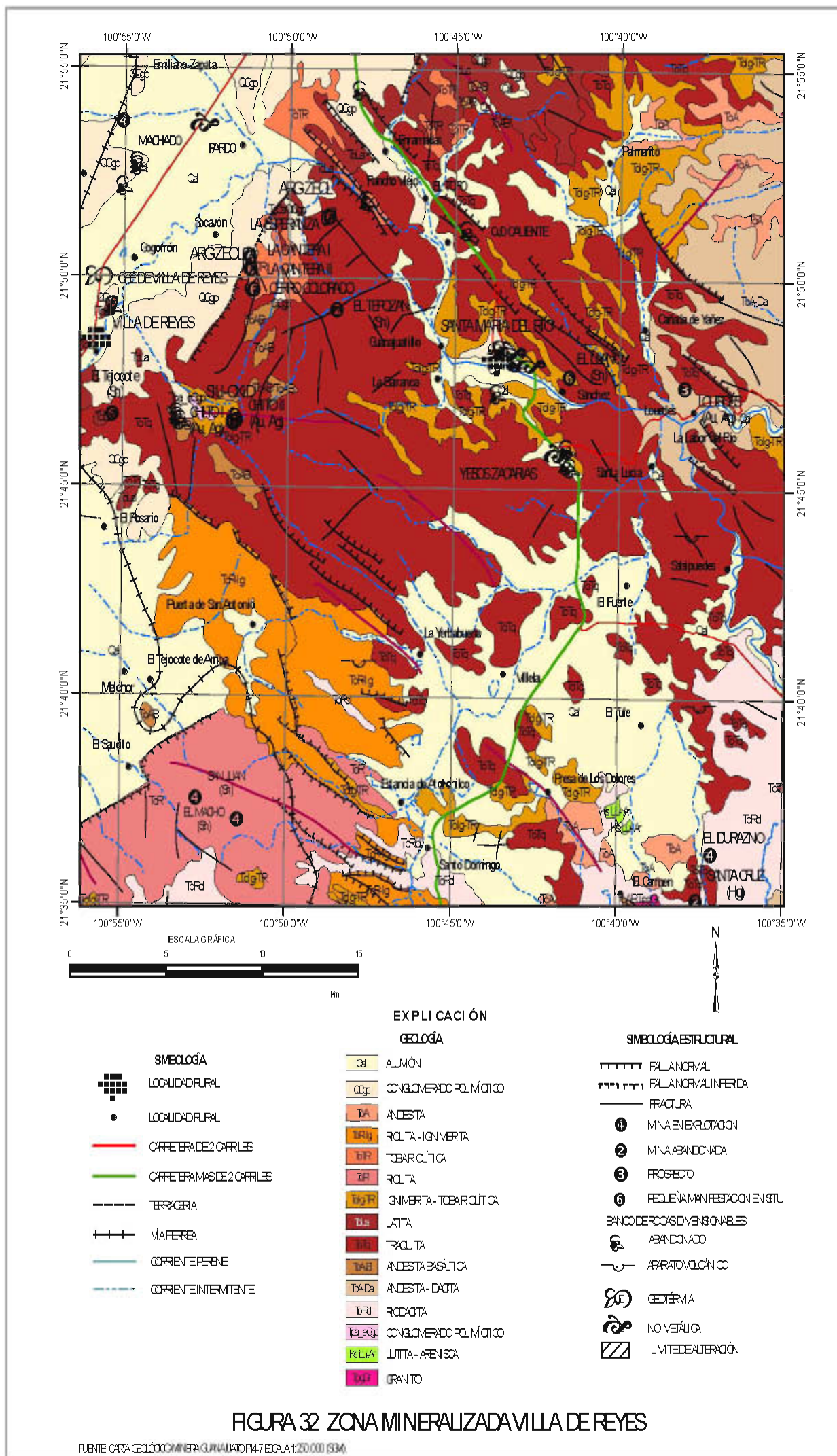
Las rocas más antiguas que afloran en la zona son una alternancia de lutitas y areniscas de la Formación Caracol (Figura 32), que se presentan en capas de 10 a 50 cm de espesor. Estas rocas aparecen en forma de pequeñas ventanas y subyacen discordantemente a un paquete de rocas volcánicas félsicas principalmente de composición riolítica y andesítica, que forman parte de una gran provincia ignimbrítica que va con dirección NW, desde el eje volcánico hasta el sur de Estados Unidos.

Estas rocas volcánicas son las que contienen toda la mineralización que se tiene en el área, la cual se asocia a zonas fumarolicas y fracturamientos ocasionados por el enfriamiento. En el extremo sureste de la zona aflora un cuerpo intrusivo de composición granítica al cual se le observa que intrusión a la serie volcánica, por lo cual se le considera posterior a la misma.

B.3. Yacimientos minerales

En ésta zona la mineralización consiste principalmente de pequeñas manifestaciones de estaño, el cual se encuentra rellenando delgadas fisuras en las riolitas o contenido en placeres. En la zona también existen mineralización de mercurio y numerosas canteras de donde se extraen losas para pisos y fachadas.

Los yacimientos de estaño se presentan de forma irregular rellenando fisuras y pequeñas litófisas y consiste en hilillos de hematita con casiterita, los cuales son explotados sin un sistema definido debido a la naturaleza de las mismas.



Este tipo de mineral se encuentra encajonado en la riolita San Miguelito (Labarthe-Tristán, 1980) y presenta colores negro, rojo, gris, amarillento o café, las vetillas son de escasa potencia y en forma de cuña.

Los placeres aluviales de estaño se encuentran sobre las vegas de los arroyos, cercanos a donde existe mineralización en las riolitas; éste tipo de yacimientos es explotado por gambusinos de manera artesanal y en pequeña escala.

La mineralización de mercurio, consiste de vetas y mantos de cinabrio con rumbo principal de noroeste-sureste, echados al norte y espesores de 0.90 a 13.4 m, encajonados en rocas riolíticas alteradas y con matriz de cuarzo. Esta mineralización se encuentra en las inmediaciones del Durazno, que se ubica a 71 km al sureste de la capital del Estado.

En las zonas de fuerte diaclasamiento de las ignimbritas y de las riolitas existen numerosas canteras de donde se extraen losas de diferentes espesores para pisos, fachadas y diferentes artículos ornamentales. En estos lugares se les da el nombre a la cantera por los colores que tiene como Sangre de Pichón, rosa, blanca, etc.

B.4. Tipo y dimensiones de estructuras

Las estructuras de estaño se presentan en hilillos que rellenan fracturas, se presentan en forma irregular con espesores de 0.10 a 0.65 m, con longitudes de 15 a 25 m y profundidades conocidas de 1 a 12 m.

Los placeres de estaño son muy pequeños (pocos metros cúbicos). Las vetas y mantos de cinabrio tienen espesores de 0.90 a 13.40 m y longitudes hasta de 540 m con profundidades de 12.60 m.

Las canteras se explotan en las ignimbritas y riolitas principalmente, en las zonas de intenso diaclasamiento existen tajos de diversos tamaños, algunos hasta de 100 m de longitud por 40 m de ancho y 5 m de profundidad.

B.5. Sustancias y leyes

La mineralización de estaño esta formada principalmente por casiterita y especularita con óxido de hierro con valores que varían de 70 p.p.m a 400 p.p.m de estaño. Los placeres de estaño se encuentran distribuidos en los arroyos y sus dimensiones son pequeñas apenas unos cuantos metros cúbicos.

El mercurio se presenta en forma de cinabrio en vetas y mantos con leyes promedio de 2.5 %.

Dentro de las rocas dimensionables se encuentran las canteras se sabe que son de magnífica calidad, ya que estos productos tienen muy buena aceptación por la industria de la construcción, dentro de los minerales metálicos se tienen algunas localidades de oro y plata con valores de muy bajo rango y espesores en las estructuras muy delgadas.

B.6. Operación actual

Actualmente la mayor producción se genera en las rocas dimensionables con una producción importante en el municipio de Tierra Nueva de varios productos de material para la construcción, arena silica para fundición y grava y arena para la construcción.

B.7. Producción

Existe producción de la laja Sangre de Pichón para exportación y para el consumo local así también una importante producción de agregados pétreos.

B.8. Potencial y perspectivas

Los minerales No metálicos, como las rocas dimensionables es innegable su aumento en las necesidades de consumo por lo que existe la seguridad de su incremento en la producción y existe potencial para enfrentar las necesidades a futuro.

C. Zona mineralizada Villa de Arriaga

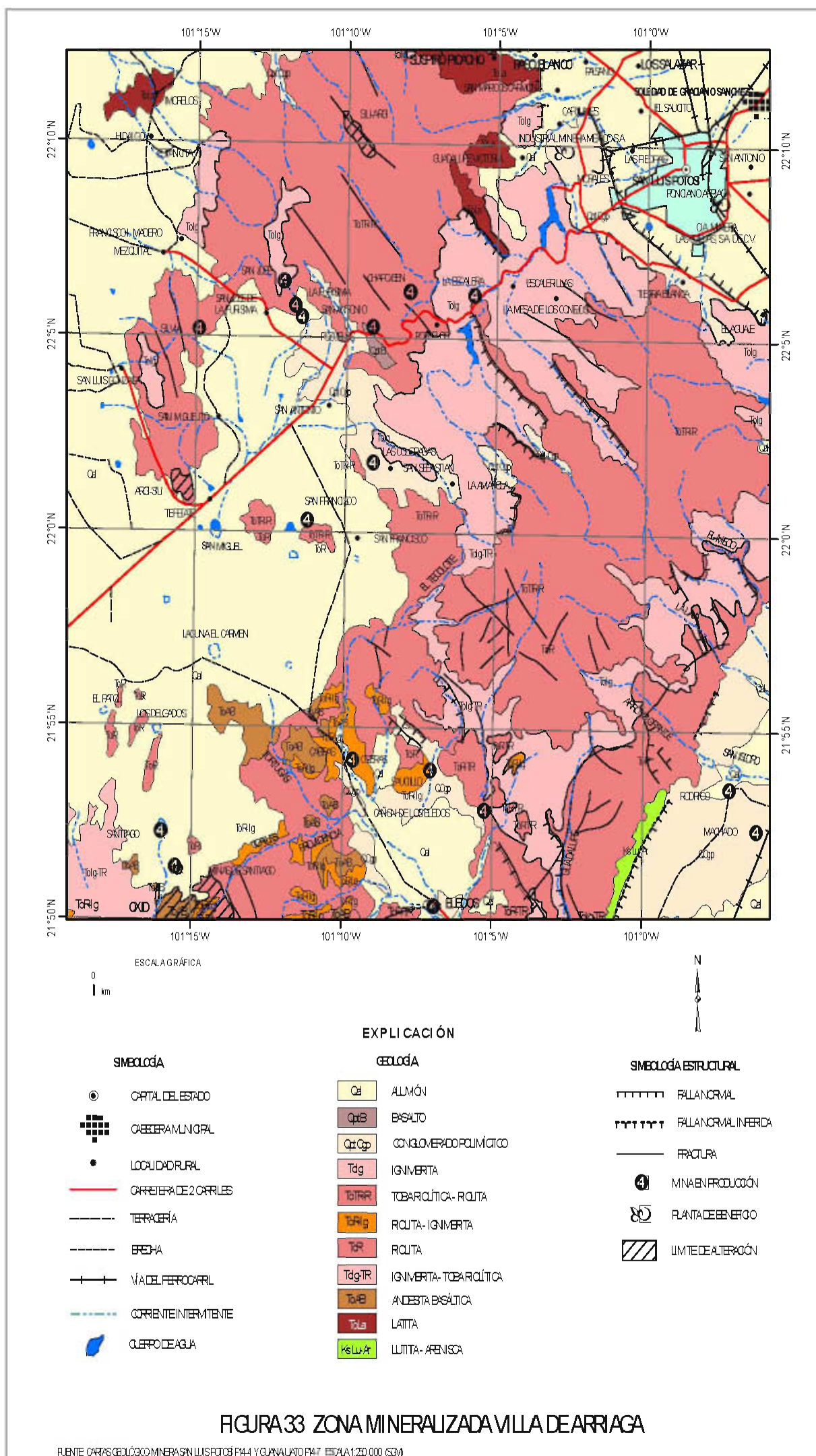
C.1. Localización geográfica

Se localiza en la porción sur de la región de San Luis Potosí y comprende parte de los municipios de Villa de Reyes, Villa de Arriaga y San Luis Potosí, se encuentra ubicada 25 km al sureste de la capital del Estado.

C.2. Ambiente geológico local

La unidad geológica que predomina en la zona es de origen volcánico y edad oligocénica. Las más antiguas son lutitas y areniscas del Cretácico superior de la Formación Caracol, en afloramientos reducidos presentándose solamente en áreas pequeñas hacia el extremo sureste, de la zona, no aflora su base y subyace discordantemente a las rocas volcánicas del Terciario Oligoceno (Figura 33), en las lutitas y areniscas se alojan una serie de vetillas de cuarzo y óxidos de fierro con valores de oro y plata posiblemente relacionados algún intrusivo de composición monzonítica, el cuál aflora a unos cuantos kilómetros al noreste de esta área. Las rocas que cubren esta formación pertenecen a la provincia geológica de rocas volcánicas que es la continuación al noreste de la que aflora en la zona mineralizada de Villa de Reyes, compuesta por riolitas, andesitas, traquitas, latitas, ignimbritas y basaltos. Existe mineralización de estaño en las fracturas de las riolitas asociadas a las zonas fumarólicas.

Al suroeste de la ciudad de San Luis Potosí y noreste del área, aflora un horizonte de cenizas volcánicas depositadas en agua en pequeñas depresiones. Se le clasifica localmente como pumicita, El Desierto (Labarthe-Tristán 1979) y representa la última actividad volcánica en el área.



C.3. Yacimientos minerales

En la zona se conoce la existencia de localidades mineras de minerales metálicos, No metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos. En la zona de Villa de Arriaga la mineralización presente es principalmente de estaño en fracturas de rocas volcánicas. Por otra parte existe mineralización de plata y oro en vetas de cuarzo encajonadas en lutita y arenisca, así como una gran cantidad de localidades que están desarrolladas a manera de tajos a cielo abierto de rocas dimensionables, en los derrames de toba riolítica, riolita, andesita y basalto.

La mineralización de estaño aparece en los derrames riolíticos en forma de hilillos en forma de hematita con casiterita y especularita, asociados a zonas fumarólicas de la riolita con cristalización en fases de vapor, también aparece en zonas brechadas y en las márgenes de los derrames. En general son obras pequeñas muy antiguas que en su mayoría se encuentran inaccesibles razón por la que no se ha estimado algún potencial en los estudios recientes que se han realizado (Inventario Minero de los Recursos del municipio de Villa de Reyes, 2000), las leyes promedio en un número de 10 minas se calculo en 125 p.p.m. La mineralización de Sn se encuentra asociada también a domos topacíferos de la localidad El Tepetate. Los placeres de estaño fueron depositados en remansos y depresiones a lo largo de los arroyos, el mineral consiste de casiterita con leyes de 60 a 70 % de estaño.

Existen también vetas lenticulares de cuarzo blanco lechoso con valores de plata encajonados en arenisca y lutitas, con rumbo este-oeste y echados al sur. Ésta mineralización posiblemente tenga relación con un cuerpo intrusivo de tipo monzonítico el cual corta a estas rocas a unos cuantos kilómetros al noreste de ésta área, existen en la zona diversas explotaciones de canteras, que presentan diversidad de colores, predominando la cantera rosa, las cuales son utilizadas, para pisos, fachadas y artículos ornamentales, también es explotada como abrasivo, como material para moldes de fundición y por su ligereza para recubrimiento de los techos de las construcciones. Los recursos minerales que tiene esta zona en cuanto a rocas dimensionables, se conocen que existen un gran número de localidades con una gran variedad de colores y texturas. Los bancos reúnen características favorables para una adecuada explotación ya que tienen aceptación en el mercado estatal, así como para la exportación.

Dentro de los minerales No metálicos es importante el número de localidades y su volumen que presenta cada localidad; del mineral de zeolita, destaca por su volumen y actividad en la explotación la localidad de Escalerillas, con un volumen del orden de los 10 millones de toneladas (inventario minero). Las especies mineralógicas del grupo de los minerales de zeolita, se identifican la clinoptilolita, heulandita, y mordenita.

La toba zeolitizada también se usa como roca dimensionable para interiores y también para labrar figuras ornamentales pétreas, otro mineral que existe es el topacio el cual se asocia a los domos riolíticos y se explota a nivel de gambusino en muy pequeñas cantidades y se comercializa como gema por algunos gambusinos.

La pumicita es otro material que existe y que se utiliza como abrasivo y para elaborar moldes de fundición y también para planillas de techos debido a su ligereza.

Están en explotación un gran número de localidades de agregados pétreos que comprenden las gravas y las arenas que cubren las necesidades actuales de la industria de la construcción en la localidad.

C.4. Tipo y dimensiones de estructuras

Escasamente se ha extraído los minerales metálicos en esta zona. La mineralización de estaño tiene una distribución muy amplia y se presenta en forma de numerosas vetillas, la mayoría de ellas con espesores de unos cuantos centímetros emplazados en una roca ígnea extrusiva ácida como la riolita y la toba riolítica perteneciente a un volcanismo del terciario. Ocasionalmente aparecen vetas de mayor espesor y concentraciones estañíferas en la intersección de estas. La distribución de este tipo de mineralización estuvo controlada por una serie de fracturamientos ocasionados por el enfriamiento.

Los cuerpos vetiformes se hallan emplazados en lutitas y arenisca; presentan una anchura de 0.90 a 1.30 m y echados de 60 a 67° al sur y están formados por cuarzo lechoso y calcita, con pirita, en vetas de origen hidrotermal estas estructuras se encuentran representadas en el área Pedernalillo-Bernalejo en donde se presenta las vetas más importantes y antiguas de la región, la cual empezó a trabajar en 1575, presentando leyes altas de plata, por otra parte, las canteras son explotadas en zonas de intenso diaclasamiento en las riolitas e ignimbritas existiendo cuerpos de diferentes tamaños y van de unos cuantos a cientos de metros.

C.5. Sustancias y leyes

La mineralización de estaño está, formada principalmente por casiterita con leyes muy bajas, en tanto que la mineralización de plata posiblemente se encuentre en forma de sulfosales, ya que las leyes que se tenían cuando se explotaba la mina del Bernalejo (1878), fueron de 1,041 g/ton de plata.

C.6. Operación actual

En la actualidad se explotan minerales No metálicos como arcillas y arena sílica, zeolitas, rocas dimensionables, así como agregados pétreos, con una producción variable de acuerdo a la demanda.

C.7. Potencial y perspectivas

El potencial en rocas dimensionables es importante, así como el de minerales No metálicos representado por las zeolitas, el de agregados pétreos cada día aumenta, en la demanda de la construcción y el área del Pedernalillo-Bernalejo, es un área con infraestructura favorable y con atractivo para explorar con más detalle con la idea de que existe una concentración de mayor volumen que tiene que ser definido con exploración directa y una buena interpretación geológica.

3.3.2. REGIÓN MINERA SIERRA DE CATORCE

La región minera de Sierra de Catorce localizada en la parte norte del Estado, se caracteriza por la presencia de yacimientos minerales asociados en tiempo y espacio al emplazamiento de troncos de composición monzonítica en el seno de rocas calcáreas mesozoicas.

En ésta región, los tipos de yacimientos, que han producido los grandes volúmenes de mineral son las chimeneas, siguiéndole en importancia las vetas, mantos y diseminaciones.

Las sustancias metálicas que produce la región son: oro, plata, plomo, zinc, cadmio, y mercurio. Respecto a minerales No metálicos, existen yacimientos estratiformes de fosforitas marinas y yacimientos de barita, fluorita, calcita, ónix y mármol. Esta región comprende los distritos mineros de Real de Catorce, Santa María de La Paz, Wadley y La Maroma, de los cuales a continuación se presenta una breve descripción.

A. Distrito minero Real de Catorce

A.1. Localización geográfica

El distrito minero de Real de Catorce está ubicado en la parte norcentral de la Sierra de Catorce, A 25 km al noroeste de la ciudad de Matehuala y a 10 km, al oriente de la estación de ferrocarril de Catorce, a una altura de 3,000 m s.n.m.

A.2. Historia Minera

Según Trinidad García (1895), los gambusinos Sebastián Coronado y Antonio Llamas encontraron un crestón argentífero en el cerro de Catorce Viejo, que comenzaron a explotar en muy baja escala y pusieron a la mina el nombre de "Descubridora", posteriormente en 1778, Don Bernabé Antonio de Zepeda beneficiador y minero de Matehuala, comenzó a explorar la Sierra de Catorce y ese mismo año encontró el crestón de Rica Veta Grande en la que abrió el tiro Guadalupe que produjo gran cantidad de mineral, con abundante plata verde y blanca, con la que en poco tiempo ganó más de medio millón de pesos, se dice que en el último cuarto de siglo XVIII, se abrieron mas de 100 minas siendo las principales las siguientes: La del señor Zavala o la del Padre Flores, que en año dio hasta \$1'600,000 de utilidades. La Valenciana, La Concepción, El Socavón, Del Refugio y San Agustín entre otras.

Era tanta la riqueza de este mineral que en el año de 1817, Don Joaquín Enguía, recomendó la fundación de una casa de moneda, pero esta no fue fundada hasta el año de 1865 bajo la presidencia de Don Benito Juárez. La maquinaria para instalar dicha casa de moneda fue adquirida en Filadelfia por el señor Anacleto Terán con un costo de 80,000 pesos oro. La acuñación de la moneda solamente duro de 1865 a febrero de 1866, en que fue clausurada por orden del Emperador Maximiliano que temía que esta fuera a caer en poder de las fuerzas juaristas.

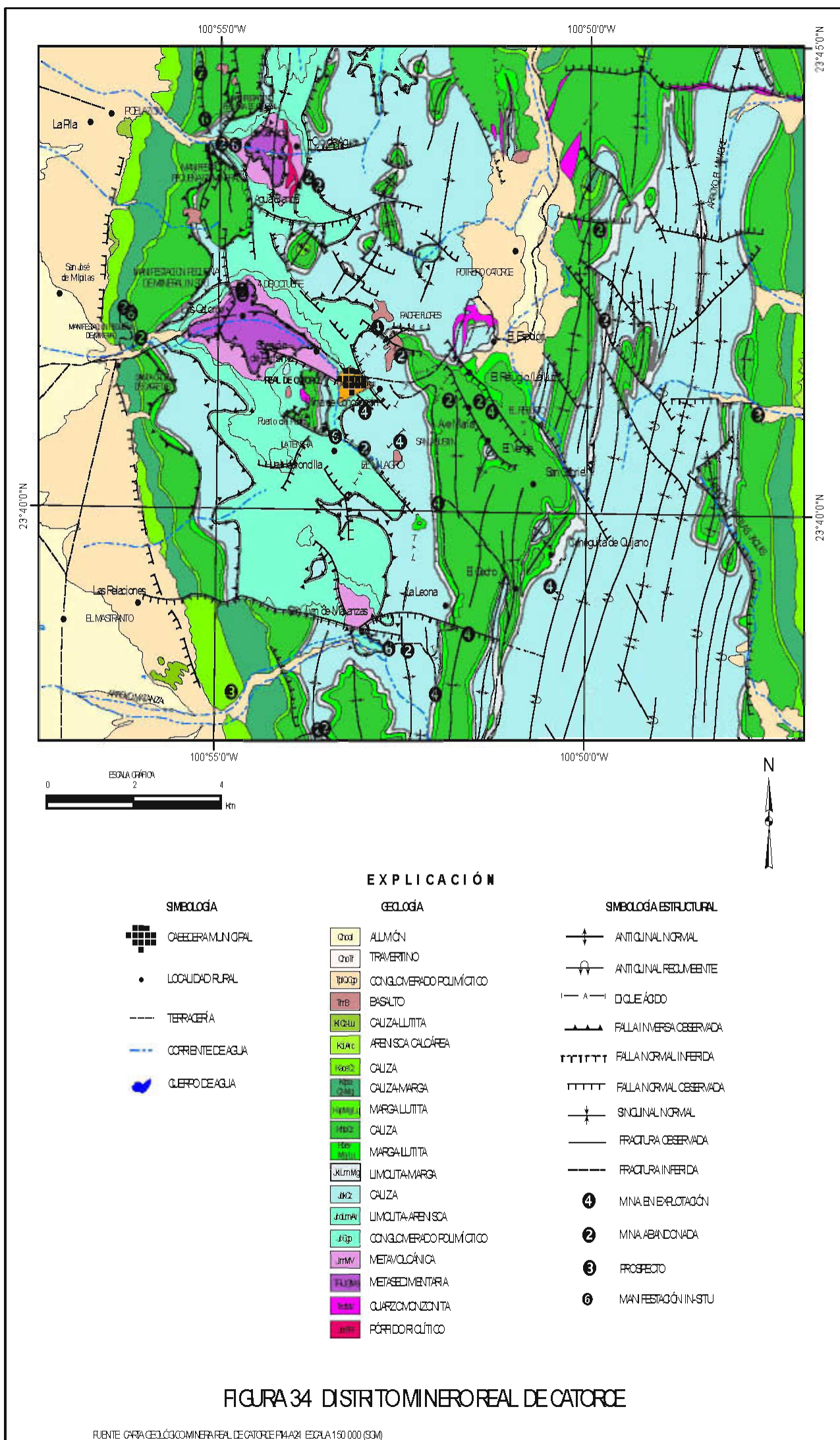
La explotación de Catorce, con algunas ricas bonanzas, se continuó normalmente durante la segunda mitad del siglo XIX y hasta 1905, bajo la dirección de los señores de La Masa, Francisco M. Couhlan y don Vicente Irizar, posteriormente la minería comenzó a decaer y con la inestabilidad política y social, generada durante la Revolución de 1910, ésta se paralizó casi por completo y Catorce terminó siendo una ciudad fantasma para el año de 1920, cuando todas las actividades del distrito quedaron suspendidas. A partir de 1967 la compañía "Restauradora de las Minas de Catorce" inició la explotación de las minas de Catorce, reacondicionando y poniendo en actividad las antiguas instalaciones de las minas y las plantas de beneficio.

A.3. Síntesis geológica

La geología del distrito minero de Catorce comprende rocas con metamorfismo de bajo grado y corresponden a una secuencia de capas marinas siliciclásticas del Triásico superior que afloran a lo largo del Cañón General hasta la parte alta de la sierra en los límites con el poblado, consiste de una alternancia de lutitas y areniscas o grauwacas de grano fino en medio es frecuente encontrar cuarcitas en forma lenticular. Ésta unidad se correlaciona con las formaciones Zacatecas y Taray en Pico de Teyra.

Sobreyaciendo a la unidad anterior se encuentran sedimentos clásticos que varían de gruesos a finos de la Formación Nazas en algunos afloramientos se observan rocas de color gris a café rojizo, estas rocas en su mayoría son de origen volcánico, siguiendo la secuencia más arriba estratigráficamente se presentan conglomerados y areniscas conglomeráticas pasando a areniscas finas y finamente limolitas y lutitas color rojo violáceo hacia la cima, gran parte del material de ésta unidad proviene de la erosión de las rocas de origen volcánico de la Formación Nazas.

Discordantemente sobre los conglomerados y areniscas y lutitas y limolitas descansa un espesor considerable de calizas que constituyen la unidad que cubre mayor extensión superficial en el distrito minero de Real de Catorce (Figura 34), esta unidad está constituida en su base por un miembro arcilloso calcáreo de 20 m de espesor, al que sigue un paquete de aproximadamente 20 m de espesor de calizas de color gris a gris oscuro en estratos de 0.60 a 1.50 m de espesor con intercalaciones de estratos que presentan algunos nódulos de pedernal. Con base en su contenido faunístico y posición estratigráfica se le definió una edad del Jurásico superior Oxfordiano. Esta unidad es la roca encajonante de la Veta Madre del distrito y otras de menor importancia. Otra unidad calcárea del jurásico es la Formación La Caja, que aflora en el distrito en franjas casi norte sur dispuestas paralelamente a los afloramientos de la Formación Zuloaga. En el distrito el espesor de la unidad es de 200 m y está constituida por calizas y lutitas con estratificación de delgada a mediana de color gris claro a gris oscuro.



Las rocas de la Formación La Caja hospedan algunas vetas localizadas en el área mineralizada del distrito, explotadas en los niveles superiores. En el Cretácico se tienen unidades representadas de la Cuenca Mesozoica del Centro de México que son: las formaciones Taraíses, Cupido, La Peña, Cuesta del Cura, Indidura, y Caracol del Cretácico superior.

Diques cuarzomonzoníticos.- En el distrito existen numerosos diques de composición cuarzomonzonítica de textura porfirítica, ocurren con orientación este-oeste, norte sur y noroeste, en espesores de menos de 1 m hasta 10 o 15 m y varios kilómetros de largo que intrusión las formaciones citadas anteriormente, cuando estos diques afloran adquieren un color blanquizco con tonalidades de amarillento por intemperismo. (Figura 34), a estos se les ha asignado una edad 53 ± 4 Ma., Mujica y Albarran (1983) fechado por el método de K-Ar en plagioclasas por lo cual se ubican en el Eoceno.

Basaltos.- Esta unidad de roca volcánica aflora principalmente al norte de Real de Catorce, donde cubren parcialmente a rocas jurásicas y cretácicas como pequeños conos y derrames de lava de poco espesor, áreas desde unos cuantos metros cuadrados hasta poco menos de media hectárea. Por sus relaciones estratigráficas estos basaltos se interpretan de edad terciaria, post-oligoceno inferior y por pensarse factible una correlación con los basaltos del Campo Volcánico de Los Encinos (Luhr y colaboradores, 1993), en donde estos afloramientos son abundantes a 20 km al oeste del yacimiento de Catorce, se les ha asignado una edad por estos autores de 10.6 a 13.6 Ma en roca total por lo que se les ubica en el Mioceno medio.

A.4. Yacimientos minerales

La forma principal de la mineralización en el distrito, es en vetas a lo largo de fallas principalmente de orientación al noroeste, así como algunos mantos o cuerpos lentiformes que se emplazan en el contacto de las limolitas rojas de la Formación La Joya y calizas de la Formación Zuloaga, las características físicas de la roca encajonante son factores determinantes en la capacidad receptora de la mineralización lo que se puede observar en el interior de la mina Santa Ana, en donde se observan algunas vetas que han desarrollado potentes espesores y bien definida su estructura porque la roca encajonante es una caliza.

El control de la mineralización en el distrito es por falla y fracturas, las dimensiones de los cuerpos son muy variables en su espesor y longitud. La mineralización se encuentra rellenando las fallas en aquellos lugares de mayor inclinación, que corresponden a las zonas de menor presión relativa permitiendo una migración más libre de los fluidos mineralizantes, sin embargo esta situación elemental queda sustancialmente modificada debido a irregularidades en el rumbo y buzamiento de las fallas a la que se suma un deslizamiento oblicuo.

Como todo fallamiento las irregularidades no permanecen constantes así como tampoco el ángulo de deslizamiento oblicuo que varía durante la fase activa del fallamiento, originando una distribución de los cuerpos minerales sin ningún ordenamiento. En las partes de más continuidad lineal de las fallas donde los fluidos migraron con libertad, se originaron mantos paralelos a la dirección del deslizamiento oblicuo mientras que en otros lugares en donde la migración estuvo más restringida se produjo un relleno de fisuras angostas. También encontramos bolsones aislados de mineral a lo largo de las fallas. Todos estos cuerpos minerales están separados por zonas estériles de material de falla. En ciertos lugares en que dos o tres fallas se interceptan, a veces se originan chimeneas.

En resumen debido a las irregularidades de las fallas tanto en rumbo como en buzamiento, no existe en Catorce un ordenamiento en la distribución de los cuerpos minerales, en cambio si se presenta un buen zoneamiento de la mineralización tanto horizontal como vertical.

En los alrededores del distrito en donde la columna estratigráfica se presenta menos erosionada se localizan yacimientos de antimonio con algo de plata y en lo que viene siendo el núcleo de la estructura anticlinal. Descartando enriquecimientos locales, la plata en general esta se presenta en los más altos de las minas donde hay muy pocas evidencias de minerales de plomo y zinc, aunque se les encuentra como sulfuros en los niveles inferiores, acompañados de sulfuros de cobre. Las rocas más antiguas también presentan mineralización de cobre.

Durante los procesos de oxidación y enriquecimiento secundario de un yacimiento el cobre y el zinc tienden a migrar a los niveles inferiores, pero el plomo es relativamente estable; considerando que en Catorce no hay evidencias de enriquecimiento de cobre y zinc en los niveles inferiores y el plomo esta prácticamente ausente en los niveles superiores, resulta poco probable que estos minerales hayan estado presentes en cantidades apreciables en las partes altas de estos yacimientos. Aunque hay algunos casos aislados de telescopiamiento mineral, el cuadro general de la zonificación mineral desde afuera hacia la fuente de la mineralización sería como sigue: antimonio, plata, zinc, plomo, cobre. Los yacimientos del distrito están controlados estructuralmente por varias fallas y fracturas que se presentan en partes mineralizadas dentro de una zona central de mineralización de alrededor de 4 km² en la que se encuentra una mayor densidad de estructuras mineralizadas, estas fallas se han agrupado, con base en sus rumbos, en dos sistemas: un sistema de fallas mineralizadas de rumbo N50°-70°W y un sistema de fracturas mineralizadas de rumbo N 60°-80° E. Los minerales de mena en la zona de oxidación corresponden a un miembro intermedio de la serie de solución sólida entre cerargirita y bromirita (AgCl-AgBr), pequeñas cantidades de cerucita, malaquita y bindherimirita (hidroantimoniato de plomo). En la zona de sulfuros hay escalerita, galena y un sulfoantimoniuro de plomo de composición indeterminada, aunque estos minerales tienen una ley de plata cercana a los 80 g/ton, no se ha identificado ningún mineral de plata.

Los minerales de ganga están representados por cuarzo, calcita, minerales arcillosos (principalmente caolinita, pirita y óxidos de fierro).

A.5. Minas y prospectos

Entre las minas más importantes del distrito están, Santa Ana y San Agustín, las cuales son las que se han estado explotando en las últimas fechas, las vetas donde se ha tenido actividad son: Veta Madre, Rayas, San Ramón, San Jerónimo, Padre Flores, La Trinidad y Villanos, éstas del sistema NW y del sistema NE, las más importantes son Ave María, El Refugio, Amestoy y Jardín, de éstas la de mayor longitud es Ave María que tiene aproximadamente 600 m, en los niveles superiores. Con la información que se tiene de planos antiguos estas vetas se han explotado hasta una profundidad de 500 m desde la superficie.

En cuanto a su espesor en los dos sistemas son muy variables van desde vetillas de unos cuantos centímetros hasta varios metros en donde se presentan zonas de brechamiento y la mineralización ocurre en forma diseminada.

La zona de transición entre óxidos y sulfuros se localiza entre las cotas 2,620 y 2,520 m s.n.m., la mineralización de sulfuros en los niveles más profundos consta de cuarzo, calcita y diseminaciones débiles de pirita, esfalerita y galena.

La veta Ave María presenta desarrollos mineros por alrededor de 600 m, en los niveles superiores de la mina Santa Ana. Esta veta es estructuralmente continua desde la veta Rayas hasta la veta San Jerónimo sin embargo en los niveles inferiores pasa a ser estructuralmente continua con la veta Amestoy; asimismo la intersección con la veta San Jerónimo ocurre en forma de codo y da la impresión de ser estructuralmente continúa en vista de que la veta Ave María, no muestra una extensión al alto de San Jerónimo. En general la veta tiene un echado cercano a la vertical. La potencia y la ley de la veta disminuyen notablemente en los niveles inferiores, el fin de la mineralización económica se encuentra en el nivel 2,570 ya que, en el 2,520 solo aparecen valores muy pobres y erráticos. Ésta estructura es una de las más explotadas en el distrito, tanto longitudinalmente como a profundidad, por lo que se le estima un potencial muy restringido, en la (Tabla XI), se presenta un resumen de las vetas principales del distrito Catorce.

TABLA XI. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Relación de minas del distrito minero Real de Catorce

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
El Refugio	23° 14' 39" 100° 51' 52"	NE 74° SW 70° al NW	0.1 a 1.0	400	Calcocita, esfalerita, galena, pirita y calcita	Ag 296 g/ton	1 tiro, frentes y cruceros.
Padre Flores	23° 42' 35" 100° 53' 11"	NW 73° SE 70° al NE		800	Calcocita, esfalerita, galena, pirita y calcita		2 tiros, frentes y cruceros.
San Agustín	23° 41' 13" 100° 54' 14"	NW 48° SE	0.2 a 10	2,200	Calcocita, esfalerita, galena, pirita y calcita	Ag 227 g/ton	6 tiros, frentes y cruceros.

FUENTE: Monografía Geológica Minera del Estado de San Luis Potosí, edición 1992.

A.6. Producción minera

La discontinuidad temporal en la explotación de las minas de Catorce no permite hacer una estimación real de los volúmenes del mineral extraído ni de la cantidad de metales producido, solamente se conoce una estimación de la producción de los minerales oxidados de 1772 a 1987 y que es la siguiente: En el periodo de 1772 a 1925 se produjeron 6'832,298 kg de plata, cantidad que equivale aproximadamente a 220 millones de onzas troy de plata y de 1967 a 1987 se extrajeron 1'549,492 toneladas de mineral que produjeron 248,184 kg de plata.

A.7. Sistema de minado

El sistema de minado que se práctica en el distrito de Catorce es el de corte y relleno con jales y en ocasiones se usa una combinación de corte y relleno con tumbe sobre la carga. La aplicación de estos sistemas resulta ideal, dado que las vetas del distrito se caracterizan por ser de mineral oxidado y tener tablas incompetentes y anchos hasta de 11 metros, además de que éste sistema permite la disponibilidad inmediata del mineral tumbado.

La extracción del mineral se realiza por medio de winches eléctricos con capacidad de rezagado de 85 toneladas por turno.

A.8. Beneficio

El beneficio que se ha estado llevando a cabo de la producción de mineral en su ritmo de explotación intermitente por la compañía Restauradora de las Minas de Catorce, S.A. de C.V., se realiza por flotación y cianuración.

Flotación.- La planta de flotación tiene una capacidad instalada de 9,000 t/mes, que son tratadas por el método de flotación Bulk y el principal mineral de rendimiento económico es la plata y las colas pasan a un tanque de almacenamiento antes de ser sometidas a un proceso de cianuración.

La empresa propietaria también tiene instalada una planta de cianuración C.E.P. (carbón en pulpa) diseñada para tratar 500 t/día, de las cuales 300 provienen de la planta de flotación y 200 de la presa de jales. El producto de esta planta es una solución enriquecida en plata, la cual es procesada por electrólisis y los lodos son fundidos en un horno a fuego directo con un flujo directo de nitrato de sodio, bórax, arena sílica y carbonato de sodio. El producto final son barras de plata con ley de 98% de plata, siendo la principal impureza el cobre con 0.9%.

A.9. Potencial y perspectivas

Las vetas principales del distrito (Veta Madre, Ave María y San Agustín), presentan mineralización económica dentro de todo el paquete sedimentario y topográficamente hasta alturas superiores a los 3,000 m s.n.m.

Las vetas que se forman a partir de fallas o fracturas mas débiles no alcanzaron a penetrar la Formación La Caja y solos se manifiestan como vetillas de calcita con óxidos de fierro en la superficie, pero al profundizar se trasforman en potentes vetas de cuarzo. Esta característica de las vetas que constituyen la mineralización económica del distrito, indica que la parte superior del distrito ha sido parcialmente erosionada. Respecto a la base de la mineralización económica, se ha determinado que presenta una posición subhorizontal ubicada generalmente entre los niveles 600 y 520 a una elevación promedio de 2,560 m s.n.m. (Albinson,1984). Sin embargo en el distrito persiste algo de mineralización por debajo de la cota 2,560 m s.n.m. y del nivel San Pedro, siendo algo diferente, ya que se presenta en clavos cuya persistencia vertical es mayor que la longitudinal.

Algunos geólogos que han estudiado el distrito de Catorce, consideran que su potencial minero esta limitado a profundidad por la presencia de rocas antiguas poco favorables como almacenadoras a comparación de las calizas.

Por lo anterior se considera que no es cambio litológico el que condiciona el límite basal de la mineralización económica, sino más bien las características intrínsecas del depósito definido por la presencia de una mineralización superficial rica en plata, como en Pachuca y Guanajuato, que fue el resultado de sistemas epitermales con bajos contenidos de metales básicos y que Catorce no es el tipo de yacimientos polimetálicos en vetas, en los que la mineralización argentífera superficial pasa a la mineralización económica de metales básicos (plomo, zinc y cobre) a profundidad. Por lo antes expuesto, el potencial geológico-minero del distrito, por debajo de las formaciones calcáreas es poco promisorio y la zona de mineralización económica ha sido explotada exhaustivamente en las zonas de oxidación y de transición a sulfuros.

Sin embargo el hecho de que algunas vetas importantes del distrito no tengan ninguna expresión superficial, permite suponer que aún exista mineralización económica en vetas, mantos o chimeneas que no afloran y que solamente podrá ser detectada por métodos de exploración indirecta (geofísica y geoquímica) en combinación con un estudio estructural bien detallado.

A.10. Reservas conocidas

La última estimación de reservas del distrito Catorce que se conoce es la que realizó el Grupo Catorce en diciembre de 1986, la cual en total no llega al medio millón de toneladas con leyes promedio de unos 270 g/ton de plata.

B. Distrito minero de Santa María de la Paz

B.1. Localización geográfica

El distrito minero de Santa María de La Paz, con una altura de 1,858 m s.n.m., se encuentra ubicado en la parte norte central del estado de San Luis Potosí, en el municipio de Villa de la Paz, en las estribaciones orientales de la Sierra del Fraile, a 8 km al poniente de la ciudad de Matehuala, S.L.P.

B.2. Historia minera

El primer denuncia del distrito llevó el nombre de Nuestra Señora de la Paz y fue hecho el 24 de enero de 1770, por el señor Don Sebastián de Icharruandiet, el segundo se realizó el 15 de enero de 1817 y el tercero como Negociación Minera Santa María de La Paz y Anexas, S.A. EL 16 de noviembre de 1864.

La mina La Esmeralda fue fundada en Matehuala, S.L.P., en 1895. En esos tiempos el mineral extraído por esta negociación tenía una ley de 2.2 kg/ton de plata, 1.5 g/ton de oro, y 7% de plomo, y empleaba 500 trabajadores. En febrero de 1920, se fusionó con la Negociación Minera de Santa María de La Paz y Anexas.

En 1921 se inicio el proyecto para instalar una hacienda de beneficio, pero fue hasta 1927 cuando se inicio la operación con un molino Ardí con capacidad de 100 t/día.

En 1935 se aumento la producción a 200 t/día, y en el año de 1943, ésta se incremento a 500 t/día. Ya que para el año de 1948 la capacidad de beneficio había sido aumentada a 750 t/día, y así sucesivamente se dieron los proyectos de expansión hasta llegar a una capacidad instalada de 3,500 t/día en 1992. En 1973 termina un contrato de arrendamiento por 25 años que se tenía con la American Smelting and Refining Company.

Actualmente la Compañía Minera La Paz cuenta con las minas San Acasio y El Pilar en operación con una producción aproximada de 5,300 t/día.

B.3. Síntesis geológica

Las unidades estratigráficas que se presentan se han identificado como una secuencia de calizas de cuenca de la Formación Cuesta del Cura, calizas y lutitas de la Formación Indidura y lutitas calcáreas con intercalaciones de areniscas de la Formación Caracol y una facie calcárea detrítica de transición con calizas de la plataforma, este yacimiento espacialmente se ubica entre dos elementos paleogeográfico que son, La Cuenca Mesozoica del Centro de México y la Plataforma Valles San Luis Potosí, la cual ocurre a manera de interdigitaciones de bancos bioclásticos y turbiditas calcáreas (Barboza Gudino 1989).

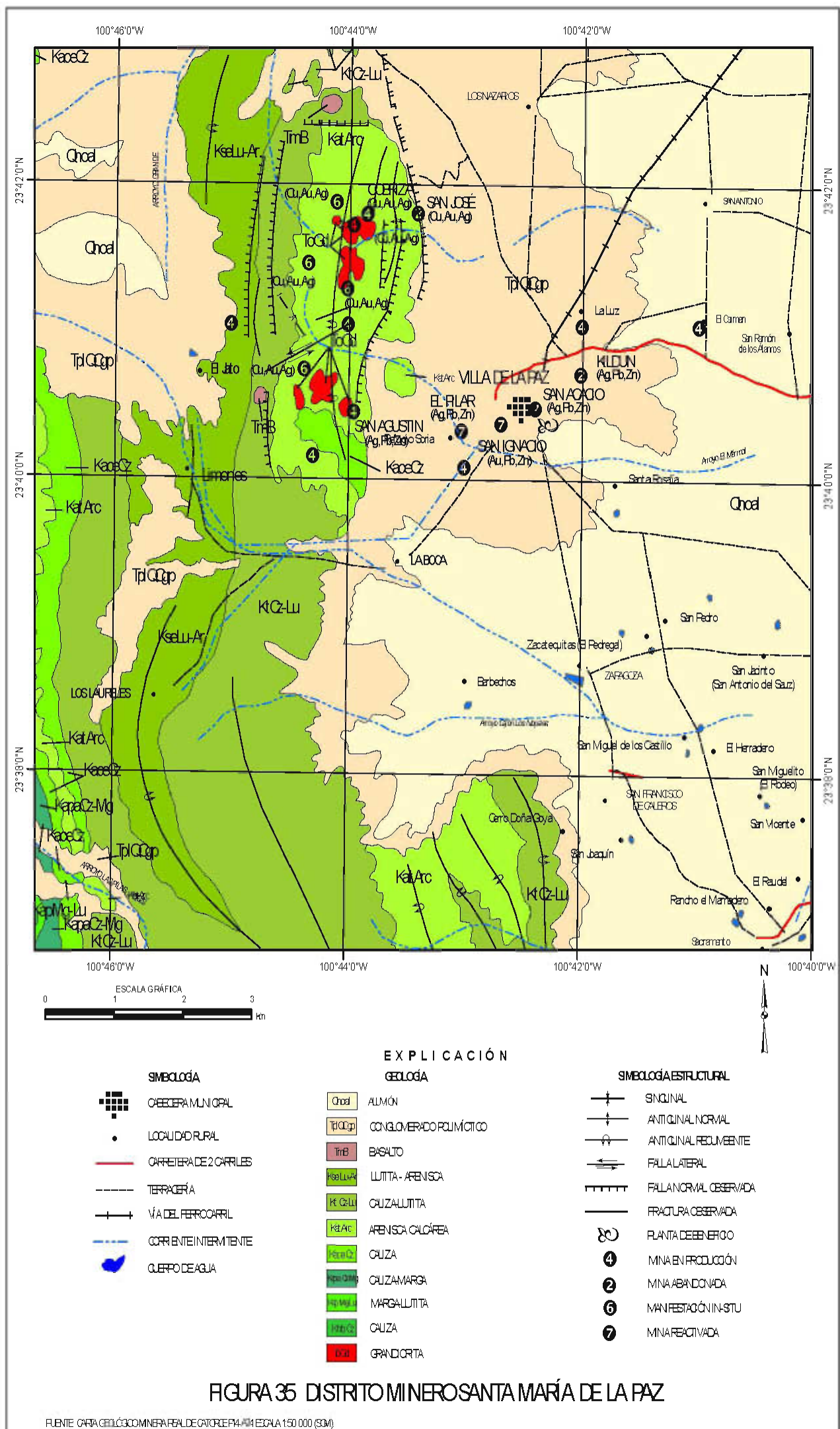
La estructura principal consiste de un anticlinal recumbente que representa la sierra del Fraile (Figura 35), la cual tiene un rumbo general de su eje norte-sur y vergencia hacia el noreste, y una anchura promedio de 2 km, y una longitud de 7 km. En la parte central de la estructura fue afectada durante el oligoceno por una intrusión de composición granodiorítica, la cual origina una amplia zona de metasomatismo de contacto en las rocas del cretácico las cuales son predominantemente calcáreas, esta zona presenta mineralización de cobre y oro en las zonas con mayor temperatura y muy relacionadas a la zona de tactita, mas alejada de la zona de skarn se presenta la mineralización de plomo, zinc y plata, en fallas y fracturas formando cuerpos tabulares.

El yacimiento de la Paz ha sido modificado por una falla de rumbo norte-sur posterior a la mineralización y a la intrusión. La cual ha originado lo que en si podemos llamar un yacimiento de plomo, zinc y plata, hacia el oriente de la falla y un yacimiento de cobre y oro, al poniente de la falla y muy relacionado a la zona de la aureola de fuerte metasomatismo de contacto.

B.4. Yacimientos minerales

En base a su forma de ocurrencia el mineral de interés económico se presenta, formando vetas, cuerpos elipsoidales o chimeneas, diseminado en cuerpos irregulares que se forman en zonas de intersección de fallamientos combinados con zonas de cizalla, adquiriendo formas lenticulares de diferentes dimensiones cercanas al intrusivo asociadas a caolinización y silicificación y un intenso fracturamiento, la edad de la mineralización ha ido estimada en 37.5 ± 10 Ma., por investigadores de la universidad de Ohio, USA, utilizando el método de K/Ar (Comunicación personal de Ing. Cajero Muñoz, 1992).

Un zoneamiento claro se presenta en el yacimiento de éste distrito, tanto en forma vertical como horizontal, presentando los minerales de más alta temperatura mas cerca del intrusivo, las minas de Dolores, La Cobriza y la zona de skarn, en tanto que hacia el oriente se presentan minerales de menor temperatura en las minas de Providencia, El Carmen, San Agustín, El Pilar y San Acacio entre otras (Figura 36). De acuerdo a la extensión y dimensiones de los diferentes tipos de cuerpos entre los que se puede considerar a las vetas, cuerpos tipo chimeneas o stockworks de secciones transversales de más de 500 m y zonas muy irregulares de skarn, el volumen total de reservas se puede estimar mayor a los 12 millones de toneladas.



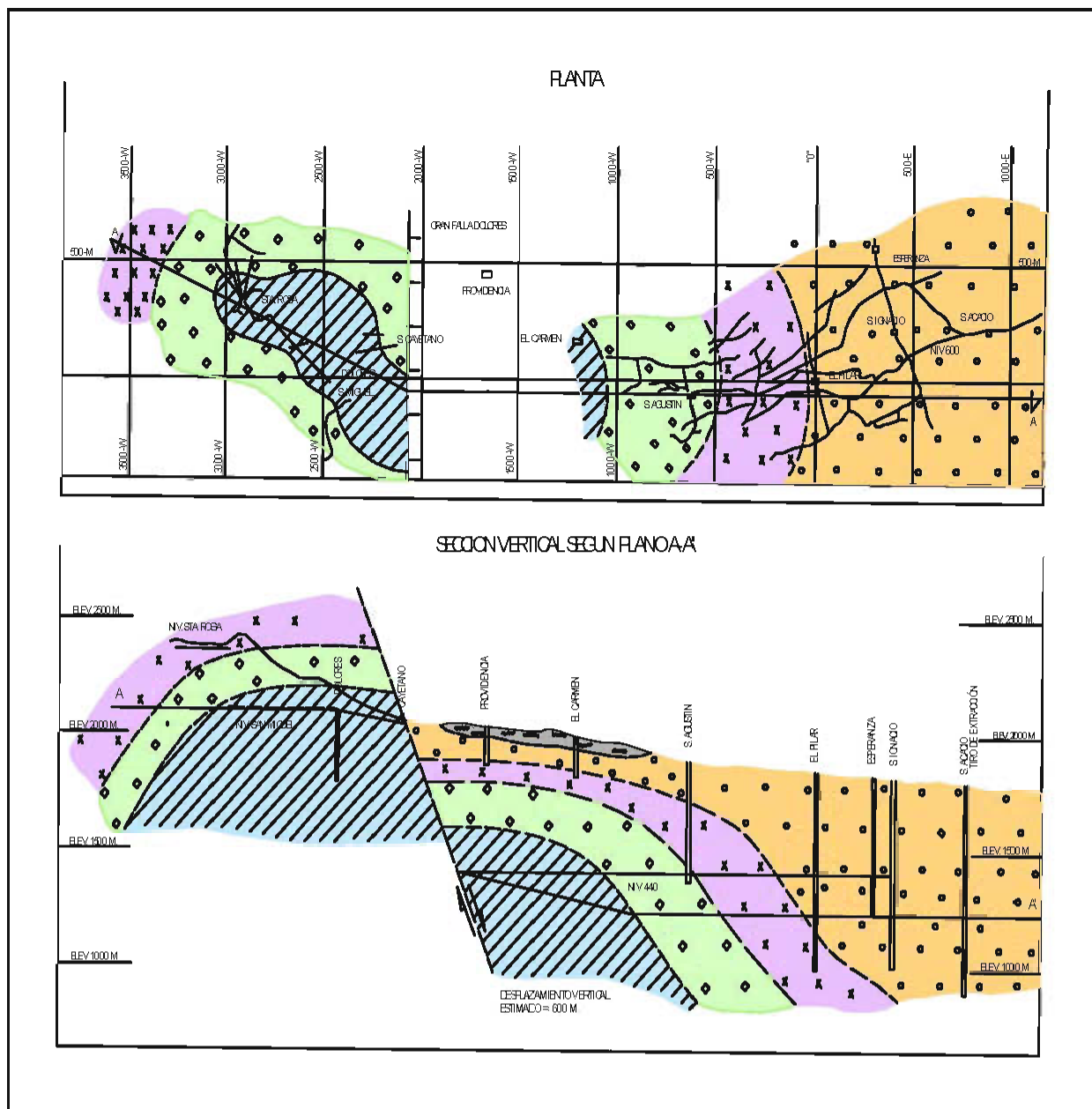


FIGURA 36 ZONEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL DISTRITO MINERO DE SANTA MARÍA DE LA PAZ

FUENTE: BOLETÍN No. III GEOLOGÍA Y METALURGÍA JUNIO 1970 ING. CARLOS GARCÍA GUTIÉRREZ

B.5. Minas y prospectos

Ha sido importante la producción que han aportado las minas, Dolores, La Cobriza, San Agustín, El Pilar y San Acacio.

En el área situada al oriente de la Falla Dolores se localizan las minas San Agustín, El Pilar y San Acacio de donde proviene la producción de plomo, zinc y plata, y en el sector occidental las minas de Dolores y La Cobriza entre otras que producen minerales de cobre con valores de oro. La (Tabla XII) presenta las minas más importantes del distrito con sus principales características.

TABLA XII. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero Santa María de la Paz							
NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERA LOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
El Carmen	23° 41´ 45.5" 100° 43´ 53.2"	E-W	0.4	200	Plomo, zinc, cobre.	Zn 2 % Pb 1.5 % Ag 120 g/ton	Obras con 150 m de profundidad
Cobriza	23° 41´ 40.3" 100° 43´ 52.14"	Cuerpos elipsoides	40 x 15	120	Calcopirita, bornita pirita, esfalerita.	Cu 1.5 % Ag 5 g/ton Au 2 g/ton	Obras con 80 m de profundidad
San Agustín	23° 40´ 24.8" 100° 43´ 58.8"	E-W 45° a 75° al S	1.00	500	Calcopirita, esfalerita, galena, arsenopirita	Ag 2 g/ton Pb 1 % Zn 3 % Au 0.6 g/ton	Obras con 552 m de profundidad
San Ignacio	23° 40´ 19.5" 100° 42´ 46.6"	E-W 48° a 75° al S	0.3	800	Esfalerita, galena, arsenopirita	Ag 200 g/ton Au 0.6 g/ton Pb 2.5 % Zn 2.5 %	Tiro de manteo de 850 m
El Pilar	23° 40´ 16.5" 100° 42´ 27.7"	E-W 45° a 75° al S	1.00	800	Esfalerita, galena, arsenopirita	Ag 130 g/ton Au 0.6 g/ton Pb 1 % Zn 3 %	Tiro con 850 m de profundidad
San Acacio	23° 40´ 26.8" 100° 42´ 27.7"	E-W 45° a 75° al S	0.3	750	Cuarzo, pirita, calcita	Ag 300 g/ton Au 0.6 g/ton Pb 1 % Zn 1 %	Tiro y contra tiro, con pro fundidad de 900 m
Providencia		E-W	0.45	200	Esfalerita galena	Ag120g/ton Pb 1.5 % Zn 2 %	Socavon de 2 km

FUENTE: Monografía Geológico Minera del Estrado de San Luis Potosí, 1992.

B.6. Producción minera

Existen actualmente 3 minas en operación: San Agustín, El Pilar, y San Acacio las tres son productoras de plomo con plata y zinc, mismas que presentan condiciones diferentes tanto en valores de mineral como en roca encajonante.

La producción total de estas tres minas en 1989 era de 48,550 toneladas al mes con leyes de cabeza de 220 g/ton de plata, 1.5% de plomo, 3% de zinc, y 0.6 g/ton de oro. Para la operación de estas minas, existe un tiro de extracción llamado San Ignacio.

La mina San Agustín se localiza en la parte poniente del distrito con un tiro que tiene una profundidad de 552 m, su producción es de 23,000 toneladas mes con leyes de cabezas de 130 g/ton de plata, 1% de plomo, 3% de zinc y 0.6 g/ton de oro, la mineralización generalmente se presenta en forma de vetas y en algunas partes se localizan algunos cuerpos de reemplazamiento y stockworks. Al oriente de San Agustín, aproximadamente a 500 m se localiza la mina El Pilar, con leyes de 200 g/ton de plata, 2.5% de plomo, 2.5% de zinc y 0.6g/ton de oro, en esta mina la mineralización es mayor en valores de plata.

Mas al oriente se localiza la mina San Acacio, que tiene un tiro principal con una profundidad de 850 m, además hay un tiro interior en el nivel 850, colado hacia el nivel 950. Esta mina tiene comunicación con los niveles 600, 800 y 850.

La producción de esta mina es de 12,000 toneladas al mes, con leyes de 300 g/ton de plata, 1% de zinc, 1% de plomo y 0.6 g/ton de oro.

B.7. Sistema de minado

En la mina Dolores se utiliza el sistema de explotación de tumble sobre carga con puntos de carga en un nivel inferior.

En las minas de plomo, zinc, y plata como San Agustín, El Pilar, y San Acacio, la explotación se realiza por el método de tumble sobre carga dejando pilares para conservar la estabilidad y posteriormente los rebajes son rellenados con tepetate procedentes de cruceros colados a niveles superiores.

Existen algunos lugares como es el tiro El Pilar en donde hay problemas de ventilación y flujos de agua a alta temperatura a la profundidad de 850 m. En estos lugares se adema con madera debido a los respaldos empieza a ser menos estable. Por lo que generalmente se emplea el sistema de corte y relleno, esto es: corte ascendente y relleno con tepetate del nivel superior. El movimiento de rezaga tanto de mineral como de tepetate se efectúa por medio de escrepas.

Actualmente la extracción de mineral de estas minas se realiza por un tiro de extracción general llamado San Ignacio localizado aproximadamente en el centro del área mineralizada explotada. Para la ventilación se cuenta con contrapozos Robbins que a su vez se utilizan como chorreaderos.

B.8. Beneficio

En la producción mineral se obtienen minerales sulfurosos complejos que constituyen una carga mixta para alimentar a la planta; en estas condiciones se operan en dos flujos distintos, uno para beneficio de minerales de cobre con oro y plata y el otro para beneficiar minerales de plomo, zinc, plata y hierro. En la actualidad la planta de beneficio trata minerales procedentes únicamente de las minas de su propiedad.

El proceso de beneficio consta de tres áreas que son: trituración, molienda y flotación. Por flotación selectiva se benefician minerales cupríferos y minerales argentíferos con leyes de plomo y zinc, obteniéndose concentrados de plomo, de zinc y concentrados piritosos con bajos valores de plata.

B.9. Reservas y leyes

La información proporcionada por la negociación de Santa María de La Paz y Anexas, S.A., indica que las reservas estimadas actualmente por dicha compañía para este distrito corresponden a un volumen equivalente a la producción de la compañía para un periodo de 20 años al ritmo de explotación actual de 1,850 t/día, lo que equivale aproximadamente a unos 12 millones de toneladas con ley de 0.6 g/ton de oro, 173 g/ton de plata, 1.38% de plomo y 1.8% de zinc.

B.10. Potencial y perspectivas

Considerando que la mineralización en este distrito esta relacionada a los cuerpos intrusivos (apófisis y diques) de composición gradiorítica y cuarzomonzonítica y a los sedimentos calcáreos del cretácico.

Analizando un modelo de este yacimiento se puede interpretar un potencial, importante que queda por definir y la posibilidades tanto rumbo como a profundidad son tendientes apostar por un alto potencial.

C. Distrito minero La Maroma

C.1. Localización geográfica

Este distrito se localiza en los municipios de Catorce y Villa de Guadalupe, San Luis Potosí, en la porción sureste de la Sierra de Catorce. Su comunicación se logra a través de la carretera Federal N° 57 tramos San Luis Potosí-Matehuala.

C.2. Historia minera

No existen datos fidedignos que reflejen con certeza la fecha en que pudo haberse iniciado las primeras exploraciones o trabajos mineros, aunque correlacionando las fechas de descubrimiento de los distritos mineros Santa María de la Paz y Real de Catorce, es de suponerse que La Maroma debió de descubrirse en los años de 1770 y 1778.

Los primeros trabajos formales se iniciaron en el año de 1830 cuando se obtuvo la primera bonanza de la mina del Señor de la Humildad.

Durante los años de 1867 a 1901, se hicieron las primeras obras tales como el tiro del Señor de la Humildad. Las obras que se hicieron por debajo del nivel principal labrado en terrenos que cruzan un arroyo tienen problemas de infiltración de agua, el cual en esa época se solucionaba desagando el tiro por medio de bombas de vapor, la extracción de la carga del mineral se hacía por medio de malacates de sangre.

Durante esa misma época se desarrollaron las obras El Pilar, Santa Elena y Santa Rita, las dos primeras labradas en parte sobre la veta San Francisco y Dolores y la última se desarrollo sobre un proyecto muy ambicioso que consistía en un crucero de 620 m, de longitud que cortaría estas mismas vetas en el punto mas bajo. Este crucero se logro colar hasta 400 m, sin haber llegado a su objetivo.

Posteriormente la exploración y la explotación minera fue suspendidas debido a la problemática económica y de desagüe, quedando con esto el camino abierto de la localidad que extraían mineral de retagues y pilares, dejando las obras mineras en muy mal estado.

El reporte más antiguo que se conoce fue el del señor Manuel Tinoco en 1902, sobre la mina Señor de la Humildad, en que describe las vetas argentíferas y las rocas que la encajonan y correlaciona la mineralización de esta zona con el Distrito de Real de Catorce y con otras zonas mineras de la Republica Mexicana.

En 1910, el señor A. Chippendale realizó un reporte complementario sobre la mina de plata de La Maroma y en el menciona el lugar y la importancia que tuvo a juzgar por los restos de las antiguas construcciones descripción de los trabajos que se realizaron.

El señor R. W. Russel, en el año de 1923, hizo un reporte preliminar de las minas de La Maroma para la Compañía Exploradora de Hidalgo, S.A., en donde se describe la propiedad minera, las instalaciones de la planta de beneficio y algunos datos de las obras mineras. Posteriormente en 1925, el ingeniero Simón Anduaga fue comisionados por la compañía Exploradora de Hidalgo S.A., para realizar una visita a el distrito de La Maroma, habiendo elaborado una breve historia del mismo, de los fondos mineros, los propios y los colindantes. Después hace mención de la geología y la mineralización, los trabajos realizados y por último una evaluación del yacimiento.

Después de esta fecha de 1925, no se realizaron más trabajos sino hasta 1967 a 1974 por la Compañía Minera El Futuro que realizó exploraciones en la porción sur del tiro El Señor de la Humildad, consistente en tres barrenos de diamante, sin embargo no se conocen los resultados ni la razón por la cual la compañía abandona el área.

Posteriormente de 1981 a 1984, el Consejo de Recursos Minerales llevó a cabo un estudio geológico-minero evaluativo de la zona de reserva minera El Jordán en que quedaba comprendida esta área.

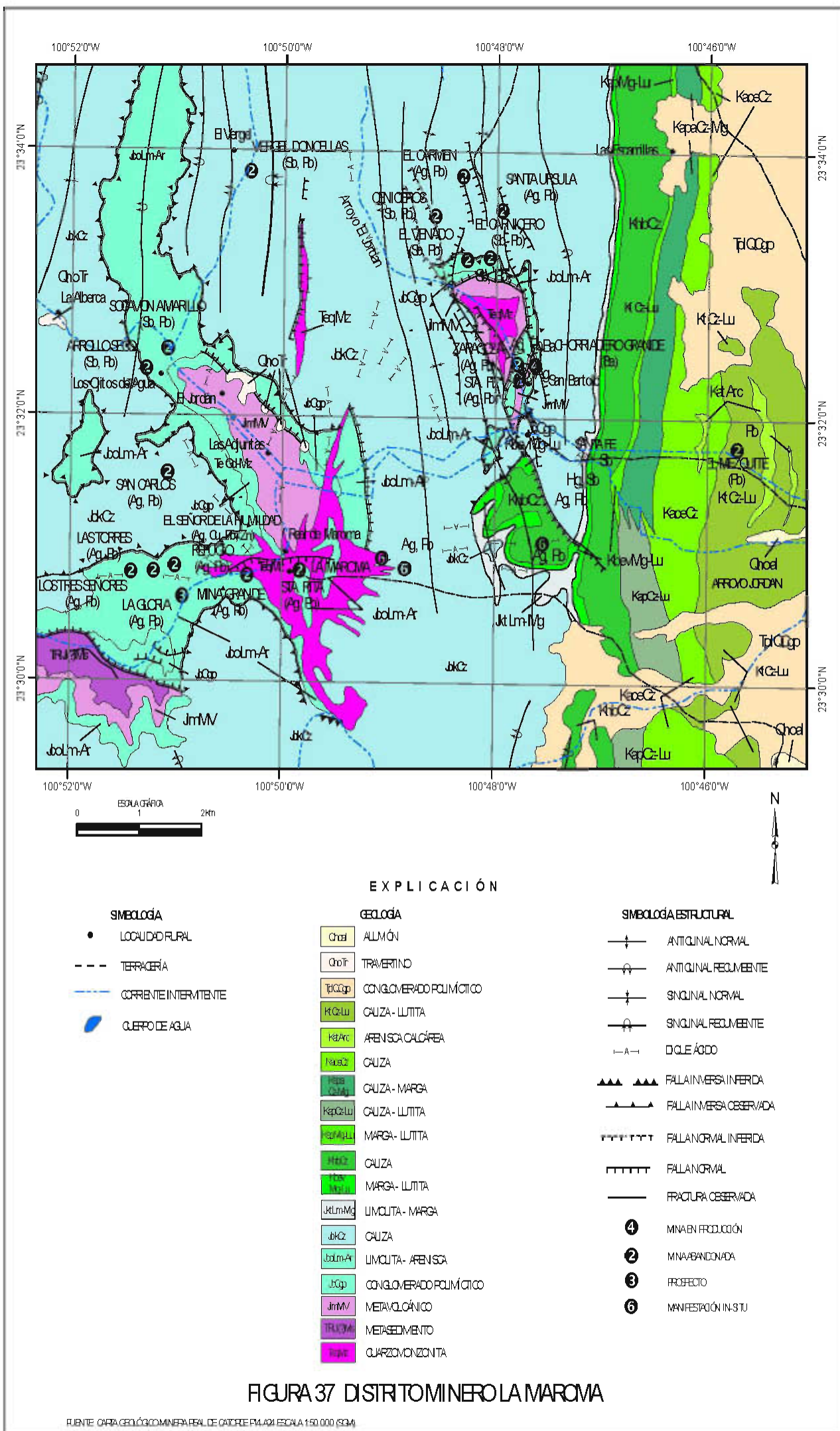
Dentro de ésta zona se encuentran yacimientos de plata, antimonio, y mercurio asociados con oro y uranio. Los yacimientos de antimonio solo han sido explotados por gambusinos de la región trabajando por temporadas dependiendo también de la oferta y la demanda de este mineral.

En el año de 1982 se realizaron exploraciones por parte de URAMEX, en la zona de San Bartolo, donde barrenaron 419 m con diámetro NQ, distribuidos en 5 barrenos habiendo detectado anomalías radiométricas originadas por óxidos de antimonio con uranio.

Posteriormente en 1991, el Consejo de Recursos Minerales encontró mineralización de oro asociada a esta estructura.

C.3. Síntesis geológica

La geología está constituida por una gruesa sucesión de rocas sedimentarias mesozoicas así como pequeños afloramientos de rocas jurásicas, esta secuencia esta intrusionada por cuerpos ígneos en forma de stock, apófisis y diques (Figura 37). La columna estratigráfica esta representada por rocas que abarcan desde el jurásico al reciente.



En el Jurásico medio lo representa la Formación Nazas que consiste de una secuencia de material de origen volcánico, formada en su parte basal de rocas andesíticas oscuras verdosas en forma de diques y derrames lávicos, con textura de grano fino con una alteración que afecta la identificación clara de sus componentes, sobre estas rocas oscuras aparece algunas rocas con aspecto de filitas, con un color crema verdoso que pueden interpretarse como piroclásticos de composición ácida y son de grano muy fino.

En algunos afloramientos se observan rocas de color gris o café rojizo, con una gran cantidad de anfíboles aciculares oscuros, muy oxidados por lo cual nos hace recordar la textura de algunas dacitas comunes de la secuencia cenozoica. Finalmente la cima de la secuencia ocurren paquetes de sedimentos piroclásticos finos, con coloración rojo violáceo a morado y café rojizo, así como diques riolíticos que cortan a toda esta secuencia sin afectar a los conglomerados que le sobreyacen de manera discordante.

A esta unidad le sobreyacen un paquete de conglomerados polimícticos y arenisca conglomeráticas en la base, pasando a arenisca finas y finalmente limolitas y lutitas de color rojo violáceo hacia la cima. En estas dos unidades se presentan con más evidencia las concentraciones de mineralización, así como el contacto con la secuencia calcárea que le sobryace exactamente en el contacto con la caliza Zuloaga, para continuar con las unidades del Cretácico inferior y superior que se presentan al oriente, fuera del yacimiento. Las rocas ígneas intrusivas se consideran del Oligoceno y son de composición principalmente granodiorítica y las cuales se consideran ligadas a la mineralización.

C.4. Yacimientos minerales

El yacimiento argentífero de La Maroma está representado por vetas, de forma tabular y lenticulares, constituidas por un cuarzo semiamorfo compacto, alojado en zonas de falla o en el contacto entre diques granodioríticos. Como roca encajonante se presenta la Formación Nazas, siguiendo un rumbo general NW-SE con echado al SW.

Tres estructuras principales concentran la mineralización del yacimiento con sus derivaciones secundarias de otras estructuras, que forman otros cuerpos minerales aislados que se apartan del control de las estructuras principales. La mayor parte de las vetas afloran como crestones de cuarzo oxidado con espesores de 0.80 m a 13 m y longitudes de 600 a 3,000 m, con desniveles topográficos conocidos de 180 m. Las vetas son: Señor de la Humildad, San Francisco, y Dolores. El detalle de cada una de estas vetas se describe a continuación.

Veta Señor de la Humildad

Esta estructura tiene un rumbo N50°W con buzamiento de 55° al SW con un espesor que varía de 0.80 a 13 m y una longitud mayor de 800 m. Su afloramiento se observa físicamente como un crestón de cuarzo, presenta unos tramos con oxidación y brechamiento, algunos desprendimientos de otras vetas como Santa Lorena, San Miguel, clavo El Carmen, los minerales que presenta a simple vista son el cuarzo, calcita, óxidos de fierro, los demás minerales que presenta en concentraciones de interés económico solamente se ven ocasionalmente como la galena, argentita, stromeyerita, y calcopirita en menor proporción. En esta veta se han labrado un gran número de minas.

Veta San Francisco

Esta veta presenta una estructura compacta, formada por cuarzo blanquecino con mineral de plomo, y algo de cobre, y valores de plata, cuya apariencia es la de un cuarzo oxidado. En contacto con la encajonante existen pequeñas zonas brechadas con disseminación de piritita y dentro de las obras mineras el cuarzo se encuentra sumamente brechado con relleno de minerales oxidados. Esta estructura se localiza a 400 m al sur de la población La Maroma, y aflora por 1,200 m, un tramo de esta veta se encuentra encajonada en sedimentos de la Formación Nazas y otra parte en intrusivo granodiorítico asociado a una falla con rumbo N60°W, y echado de 65° al SW, tiene un espesor de 1.70 m, y un desnivel topográfico de 146 m, con ley media de 251 g/ton de plata, 0.05% de plomo, 0.02% de zinc. En la actualidad la veta San Francisco cuenta con ocho obras mineras desarrolladas a rumbo de la estructura, con diferentes niveles (35 y 45 m de separación) que comprueban la persistencia de la veta, seis de estas obras se encuentran labradas en la parte NW y dos en la parte SE que corresponden a las obras Santa Elena y El Pilar.

Veta Dolores

Esta veta igual que de San Francisco guarda un paralelismo muy marcado teniendo características similares en su comportamiento estructural, aflora en una longitud de 720 m, siguiendo un rumbo general N65°W, con echado de 45° al SW. Su espesor promedio es de 1.90 m y 50 g/ton de plata, los minerales son cuarzo, calcita, óxidos de fierro, piritita, hematita y esporádicamente galena y esfalerita. La roca encajonante son arenisca, lutitas, limolitas y areniscas conglomeráticas, se han desarrollado a lo largo de ésta veta, 6 minas.

Fuera del área de las vetas mencionadas al norte y oriente de La Maroma se localizan varias obras mineras las cuales han sido explotadas por antimonio y en menor proporción por mercurio.

Las estructuras que contienen antimonio son principalmente mantos y en ciertas ocasiones vetas, son generalmente estructuras que su espesor no pasa de 1.50 m y longitud máxima de 600 m y en afloramientos discontinuos.

El mineral de antimonio se presenta en óxidos de la variedad estibiconita, cervantita, y senarmontita derivados de la oxidación de la estibinita. El mercurio se presenta como cinabrio, el oro en estado libre, y el mineral radioactivo en forma de metatorbernita asociado con los óxidos de antimonio. Las estructuras que contienen estos minerales se emplazan principalmente en las formaciones Zuloaga y Cuesta del Cura, la primera son calizas más o menos puras y la segunda calizas y lutitas.

C.5. Minas y prospectos

Las minas y prospectos en su mayor parte de antimonio con plata y oro se ubican en la porción nororiental del área La Maroma, las características de estas minas y prospectos se presentan en la Tabla XIII.

Así mismo existen varios prospectos como Ceniceros, Tahonas, El Mexquite, El Vergel y La Tacuba, casi inexplorados que son merecedores de un estudio a detalle para poder cuantificar reservas de metales preciosos, básicos y uranio.

TABLA XIII. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero La Maroma							
NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
El Carmen	23° 33' 43.8" N 100° 48' 21" W	NW 57° SE 56° al SW	0.7	180	Estibinita	Sb 16 %	Frente de 30 m.
Santa Ursula	23° 33' 31.1" N 100° 47' 57.5" W	NW 25° SE 68° al SW	0.9	190	Cervantita	Sb 14 %	Frente inclinada de 200 m.
Ceniceros	23° 33' 28.6" N 100° 48' 37" W	NW 45° SE 56° al SW	0.82	100	Estibinita	Sb 22 %	Rebajes
Venado	23° 33' 09.2" N 100° 48' 19.7" W	NW 90° SE 50° al SW	0.5	50	Óxidos	Ag 48 g/ton Pb 0.30 % Cu 4.08 %	Catas
Carnicero	23° 33' 08" N 100° 48' 06.18" W	NW 29° SE 49° al SW	0.6	50	Óxidos	Ag 16 g/ton Pb 0.20 %	Catas
Zaragoza	23° 32' 20.7" N 100° 47' 50.10" W	NW 10° SE 60° al SW	0.3	150	Galena y esfalerita	Ag 3,000 g/ton Pb 7.6 % Zn 2.1 %	Obras en diferentes niveles 350 m.
Santa Fé	23° 32' 13.8" N 100° 47' 48.8" W	NW 30° SE 50° al SW	0.17	200	Galena y pirita	Ag 215 g/ton	Frente de 200 m.

TABLA XIII. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Relación de minas del distrito minero La Maroma (Continuación)

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
Señor de la Humildad	23° 30' 50.7" 100° 51' 04.3"	NW 40° SE 70° al SW	1.2	2,500	Galena, calcopirita, proustita	Ag 250 g/ton Pb 6 % Zn 8 %	
Los Tres Señores	23° 30' 48.4" 100° 51' 40"	NW 85° SE 80° al SW	0.8	100	Galena, calcopirita	Ag 80 g/ton	Pozos y zanjas
Refugio	23° 30' 57.6" 100° 50' 22.7"	NW 30° SE 60° al SW	0.8	150	Galena	Ag 80 g/ton	Pozos y zanjas
La Gloria	23° 30' 36.9" 100° 50' 59.3"	NW 80° SE 81° al SW	1.00	300	Galena y calcopirita	Ag 180 g/ton	Frente de 80 m.
Mexquite	23° 31' 42.6" 100° 45' 46.3"	NE 10° SW 37° al SE	0.8	850	Óxidos de fierro y cervantita	Au 2.29 g/ton Sb 1.5 %	Obras mineras

FUENTE: *Monografía Geológico Minera del Estado de San Luis Potosí*, edición 1992.

C.6. Producción minera

La producción minera inició en 1830, no se tienen datos confiables sobre su producción, pero por la cantidad de obras que existen y el escaso volumen de terreros se infiere que hubo producción importante, el distrito de La Maroma, consiste en dos áreas con diferentes características en su producción y explotación que son, el área propiamente dicha de La Maroma y el área de San Bartolo, en 1902 se suspendió la actividad minera debido a que se inundaron las obras principales, esto es a que coinciden con el cauce del arroyo principal de la zona.

En la década de los setenta la compañía minera El Futuro estuvo trabajando las minas El Pilar y Santa Elena, no se tienen datos sobre su producción y los motivos de suspensión de actividades. En el área de San Bartolo la explotación de antimonio ha continuado a nivel de pequeño minero y su mineral se envía a la planta de beneficio en Wadley.

C.7. Sistema de minado

Las vetas del área La Maroma en donde se encuentran las vetas de San Francisco, Señor de la Humildad y Dolores la explotación se ha llevado a cabo mediante el sistema de tumba sobre carga.

Los yacimientos de antimonio del área de San Bartolo es llevado a cabo por pequeños mineros y el sistema que utilizan es la explotación de clavos de mayor concentración y ley de mineral sin llevar un orden determinado.

C.8. Beneficio

El mineral de La Maroma se beneficiaba en el mismo distrito, cerca de la zona de explotación en donde se molía el metal para pasarlo por la malla numero 16 y pasar por un proceso de lavado para quitarle los valores solubles de cobre y fierro, después lo mezclaban con hiposulfito de sosa al 1%, lo precipitaban con CaS y lo fundían. Hasta el año de 1909, fecha en que se suspendió la explotación usando, el método de lixiviación con hiposulfito de sosa. El mineral de antimonio se envía hasta el distrito minero de Wadley en donde el mineral es beneficiado por el método de gravimetría o medio pesado.

C.9. Potencial y perspectivas

Este distrito minero tiene un potencial atractivo tanto de minerales argentíferos como de antimonio, oro y uranio avalado por el gran número de estructuras aflorantes y por las que han sido exploradas a profundidad.

C.10. Reservas conocidas

El Consejo de Recursos Minerales realizó estudios de exploración y evaluación de reservas de las áreas de La Maroma y San Bartolo en donde calculo reservas en algunas de las estructuras que se mencionan en las Tablas XIV y XV.

TABLA XIV. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Reservas de mineral del distrito minero La Maroma					
VETA	RESERVAS POSITIVAS	RESERVAS PROBABLES	RESERVAS POSIBLES	POTENCIALES	LEYES DE Ag g/ton
Señor de la Humildad	9,387	37,816	121,000	3,000,000	270
Veta San Francisco		29,035	209,030		258
Veta Dolores		41,362	299,000		80
Santa Elena			70,862		251
El Pilar					
Totales	9,387	108,213	699,892	3,000,000	215

FUENTE: Monografía Geológico Minera del Estado de San Luis Potosí, edición 1992.

TABLA XV. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Reservas de mineral del Área San Bartolo

ESTRUCTURA	Sb %	Au g/ton	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	POTENCIAL
Víbora Colorada	2.50	2.95	0.91	850	170,000
Mexquite I	2.10	0.13	0.80	300	51,000
Huizache I		0.44	0.70	270	47,000
Huizache II		0.17	0.37	300	28,000
Mexquite II	1.50	0.17	0.54	500	67,500
Amarillo	4.50	0.20	0.47	985	116,000
Colorado	1.64	1.47	0.66	180	120,000
El Puerto	1.77	0.14	0.84	300	63,000

NOTA: Se calcularon 662,500 ton de mineral de antimonio distribuidos en 8 mantos y en una superficie de 75 ha. En los terreros se encontraron 10,000 toneladas con leyes de 0.05 a 1.79 g/ton de Au y antimonio de 0.26 % a 3 %
FUENTE: Monografía Geológico-Minera del Estado de San Luis Potosí, edición 1992.

D. Distrito minero San José Tierras Negras (Wadley)

D.1. Localización geográfica

Este distrito se localiza en la Sierra de Catorce en la porción centro norte del Estado, 12 km al oriente de la estación de ferrocarril de Wadley.

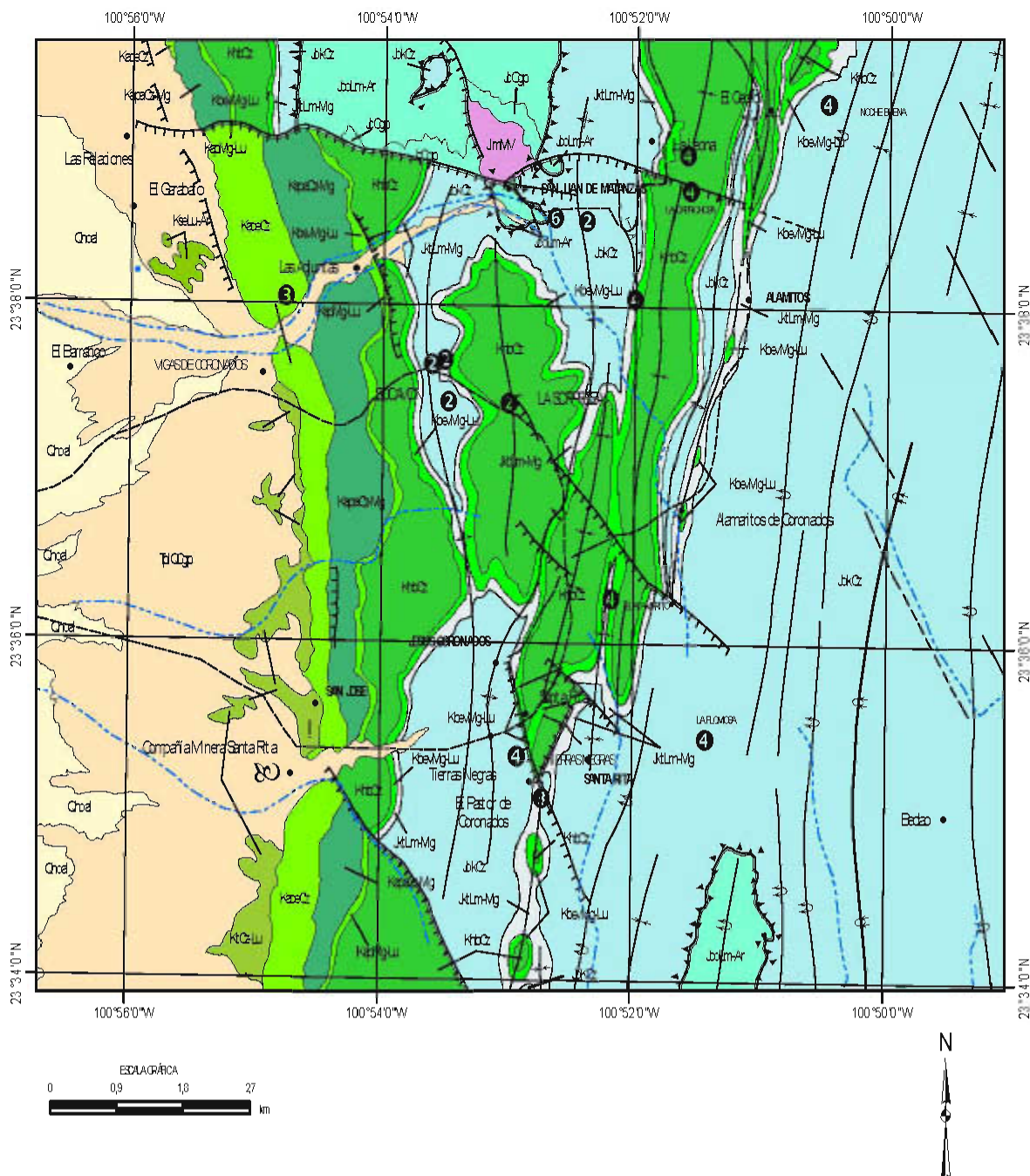
D.2. Historia minera

Los depósitos de antimonio de Wadley fueron descubiertos en el año de 1898, por Mayer Elasser, un ensayador de las minas de plata de Catorce, situadas a 12 km al norte de éste distrito. El antimonio fue explotado por varios concesionarios hasta cerca de 1915, posteriormente paso hacer propiedad de la Compañía Minera y Refinadora Mexicana, S.A., compañía que explota actualmente este distrito.

D.3. Síntesis geológica

En el área del distrito afloran rocas calizas de la Formación Zuloaga, calizas, lutitas de la Formación La Caja y rocas cretácicas de las formaciones Taraises, Cupido, La Peña, Cuesta del Cura e Indidura. La estructura del área mineralizada es una serie de pliegues de orientación norte-sur a noreste con vergencia o recumbencia hacia el este sureste, aflorando la parte inferior de la Formación Zuloaga en el núcleo de los pliegue del anticlinal mayor. En la parte oriente, del flanco al poniente de ésta estructura afloran las unidades cretácicas y al este en la parte alta de la sierra se reconocen una serie de pliegues cerrados y orientados al noreste, que constituyen una serie de afloramientos de las formaciones de La Caja y Taraises en el núcleo de las estructuras sinclinales.

Una serie de estructuras estratiformes que son reemplazadas por mineralización de interés económico, un fallamiento y fracturamiento de orientación noroeste que también forma parte del control de la mineralización (Figura 38)



SIMBOLOGÍA

- LOCALIDAD RURAL
- TERRACERÍA
- CORRIENTE INTERMITENTE
- 🌊 CIERPO DE AGUA

EXPLICACIÓN

GEOLOGÍA

- | | |
|--|-------------------------|
| | ALLMÓN |
| | CONGLOMERADO POLIMÍTICO |
| | LUITA ARENISCA |
| | GUIZALLUITA |
| | GUIZA |
| | GUIZA MARGA |
| | MARGALLUITA |
| | GUIZA |
| | MARGALLUITA |
| | LUITA MARGA |
| | GUIZA |
| | LUITA ARENISCA |
| | CONGLOMERADO POLIMÍTICO |
| | METAVOLCÁNICA |

SIMBOLOGÍA ESTRUCTURAL

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

FIGURA 38 DISTRITO MINERO SAN JOSÉ - TIERRAS NEGRAS (WALDEY)

FUENTE: CARTA GEOLOGICA MINERA REAL DE CUERPO PARA LA ESCALA 1:50,000 (SGM)

D.4. Yacimientos minerales

El yacimiento mineral en éste distrito esta representado por mineral de antimonio, se encuentra principalmente en forma de mantos dentro de la Formación Zuloaga y alcanzan espesores hasta varios metros de calcita y en parte de sílice y óxidos de antimonio. Las zonas de mayor concentración de antimonio ocurren en espesores muy variables de unos centímetros hasta 1.5 m, la orientación de estos mantos es de preferencia al noroeste, siendo de especial interés económico las intersecciones de estos con las vetas. Los minerales de mena son principalmente óxidos y carbonatos de antimonio pseudomorfos del sulfuro estibina. Estos minerales ocurren usualmente en agregados de cristales formando rosetas o arreglos radiales en cristales hasta de varios centímetros de largo, de valentinita, stibiconita y cervantita. Otros minerales de mena, pueden ser el cinabrio y los cloruros de plata, los minerales de ganga son calcita y cuarzo. La alteración que se acompaña y que se observa en superficie consiste en oxidación, silicificación y argilización y la guía para seguir las estructuras es la abundancia de calcita y una ligera alteración que se reduce solamente al manto representada por silicificación, estructuralmente hay 4 fallas principales que afectan los mantos de la cual se derivan una gran cantidad de fallas secundarias. El rumbo principal de estas es N20° a 30°W y echados de 60 A 80° al SW.

Existen dos conjuntos de mantos de antimonio de los cuales el primero está compuesto de cuatro unidades o mantos y el segundo por tres, el primer conjunto se halla de 6 a 8 m abajo del contacto entre las formaciones La Caja y Zuloaga dentro de esta última. La superior está constituida de sílice de color gris azulado claro a gris oscuro, de grano fino a grueso, siendo a veces poroso, con numerosas cavidades de disolución, con cristales de calcita bien formados en forma de drusa. Tiene un espesor de más o menos un metro y es el manto más fácil de identificar en el terreno. Los siguientes mantos, segundo, tercero y cuarto se encuentran a 16, 28 y 36 m respectivamente, abajo del mismo contacto. En ocasiones se encuentra un manto o capa favorable que no es muy constante, situada entre el segundo y tercer manto y se le llama manto bastardo.

El segundo manto tiene un espesor de 1 a 3.5 m y no existen características claras para identificarlo, entre el primero y el segundo se encuentran dos capas de arcilla de 5 a 10 cm, que se toman principalmente como horizontes marcadores. El tercer manto vario de 1a 6 m, de espesor con un promedio de 3 m, algunas veces presenta una estructura compleja, consistiendo de capas reemplazadas y separadas entre si por capas más delgadas de caliza estéril.

Existe un horizonte de referencia que es una capa de arcilla situada entre 1.2 y 2.5 m arriba del tercer manto con un espesor variable desde 2.5 a 6 m. El espesor del cuarto manto es de unos 3.5 m en promedio pero varia de 2 a 10 m, éste manto como el segundo es difícil de distinguir y se desea identificar con precisión, es necesario establecer la correlación con respecto al primero o al tercero.

La segunda serie de mantos o capas favorables, el quinto manto se encuentra a 180 m, abajo del cuarto, consiste de calcita de grano fino, yeso y poco óxido de antimonio, con un espesor que varía entre 5 y 7 m, conteniendo pequeñas cantidades de disolución paralelas a la estratificación en donde se han encontrado clavos de mineral de antimonio económicamente explotables. El sexto manto más abajo del quinto tiene un espesor variable de 4 a 7 m, consiste de varias capas reemplazadas por calcita de color pardo a gris y yeso existiendo cavidades de disolución paralelas a la estratificación, no siempre es bien reemplazado en otros lugares se presenta sumamente fracturado y no bien consolidado ésta situación ocasiona problemas en el sostenimiento en las labores mineras. Siete metros abajo del manto anterior se localiza el séptimo manto y consiste de calcita y ocasionalmente yeso, presentándose en algunos lugares cavidades de disolución, su espesor varía de 1 a 8 m, así mismo con relativa frecuencia se encuentra muy fracturado. El mineral de antimonio se encuentra en la parte superior de los mantos. El más productivo de la segunda serie es el séptimo manto.

D.5. Minas en operación

La mina principal de antimonio es la de San José Tierras Negras que se explota en una superficie de 5 km², y 10 niveles mediante contrapozos, rampas, cruceros y tiros, con sistemas combinados a base de winches neumáticos, rezagadoras y locomotoras, actualmente los trabajos de explotación se encuentran suspendidos (Tabla XVI).

TABLA XVI. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero San José Tierras Negras (Wadley)

NOMBRE	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERA- LOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
San José	N15°W 60°SW	1.00	2000	Óxidos y sulfuros de antimonio	Sb 3.2 %	Frente pozos y cruceros log. 2,500 m.
El Cobre	N30°W 80°NE	4.00	150	Proustita	Cu 0.74 % Ag 10 g/ton	Catas diferentes obras log. 3,990 m.
Fátima	N30°W 54°SW	1.00	500	Mercurio	Hg 10 %	
Cieneguita	N60°W 10°SW	0.80	30	Óxidos de antimonio	Sb 1 %	Catas
Tahonas	N50°W 59°SW	1.00	100	Galena, pirita, limonita, antimonio	Pb 0.19 % Zn 1.07 % Ag 78 g/ton	Catas

FUENTE: Carta Geológico-Minera Real de Catorce F14-A24, escala 1:50,000, (SGM).

D.6. Producción minera

El distrito minero de Wadley actualmente se encuentra suspendida la explotación a la escala que se estaba trabajando, únicamente se tiene producción por pequeños mineros a muy baja escala y únicamente el mineral de alta ley con una producción promedio de 5 t/mes con ley de 30% de antimonio.

D.7. Sistema de minado

El sistema de minado que se ha estado llevando a cabo es por medio de cuartos, pilares y tumba sobre carga en los mantos de echados fuertes. Los gambusinos extraen el mineral de alta ley de pilares o de antiguos laboreos siguiendo hilos de alta ley sin llevar un sistema de minado definido.

D.8. Beneficio

El beneficio del mineral es por el método medio pesado, el cual consiste en una trituración de la roca con diámetro no mayor de 13 pulgadas, el cual se reduce hasta media pulgada posteriormente en clasificadores se criba a menos 5 mm, y se concentra en medio pesado. La capacidad de la planta de beneficio es de 1,000 t/día, pero actualmente esta inactiva.

D.9. Potencial y perspectivas

A noviembre de 1991 se tenían cubicadas 3.3 millones de toneladas con una ley de 2.5% de antimonio, sus perspectivas dependerán de su precio en el mercado mundial, no se tienen datos si ya se explotaron las reservas mencionadas y si se han incrementado esas reservas, así como nuevas exploraciones que se tenían en mente realizar.

3.3.3. REGIÓN MINERA CHARCAS

A. Distrito minero Charcas

A.1. Localización geográfica

Se localiza 110 km, al norte de la ciudad de San Luis Potosí, en la porción central de la región del mismo nombre, a una altura de 2,150 m s.n.m. Está comunicado con la capital por carretera pavimentada a una distancia de 130 km.

A.2. Historia minera

El 20 de marzo de 1574, el Virrey de la Nueva Galicia escribía al Rey de España, y han ido a poblar las minas de Tepezala y las de Charcas, que dice son ambas de gran riqueza y están muy cerca de los caminos reales y en el mayor peligro de tierra de Guerra.

La finalidad del establecimiento de este Real de Minas, aunque prometía bonanza era más estratégica que minera porque su fundación fue efímera, como la región era “tierra de guerra”, cuya belicosidad arreciaba cada día más y el Real de Charcas se encontraba en la tierra más peligrosa, los bárbaros dieron cabal cuenta de ella antes de dos años. En 1576 el obispo de Nueva Galicia informaba al Virrey. “Una población que se nombraría de Charcas se ha despoblado”.

Apenas establecido en la Provincia de San Luis Potosí el primer Real de Minas y acabo mal. Más por su ubicación que por sus minas, Charcas se convirtió en frontera de mucha importancia. Consecuentemente se volvió a fundar pero en otro lugar, en donde ahora esta el convento de San Francisco (1584), trampolín para evangelización del norte.

Las primeras explotaciones en el distrito se realizaron en el año de 1583, en las vetas Leones y Santa Isabel y desde esa época las minas han sido trabajadas por varios concesionarios. En el año de 1911 las compañías Metalúrgica Nacional y American Smelting and Refining Company, adquirieron los derechos de explotación a la compañía minera del Tiro General y en 1924 la propiedad pasó totalmente a la Compañía Minera Asarco, S.A., quien construye una planta de beneficio que entro en operación en el año de 1925, con capacidad de producción de 3,450 t/día. A partir de 1965 cambio su nombre al de Industrial Minera México, S.A. de C.V., a partir de 1978 fue creado el Grupo Industrial Minera México GIMMEX, actualmente tiene una capacidad de 5,000 t/día.

A.3. Síntesis geológica

Las rocas más antiguas que constituyen la base de la columna geológica del distrito consisten en areniscas y lutitas con un metamorfismo de bajo grado su edad corresponde al Triasico superior y se presentan mayormente al poniente del distrito. Sobreyaciendo esta unidad se presenta una secuencia de limolitas, areniscas de grano fino, areniscas conglomeráticas, flujos de andesitas, riolitas y material piroclástico, ésta unidad se le ha identificado como la Formación Nazas cuya edad es considerada del Jurásico inferior al Jurásico medio.

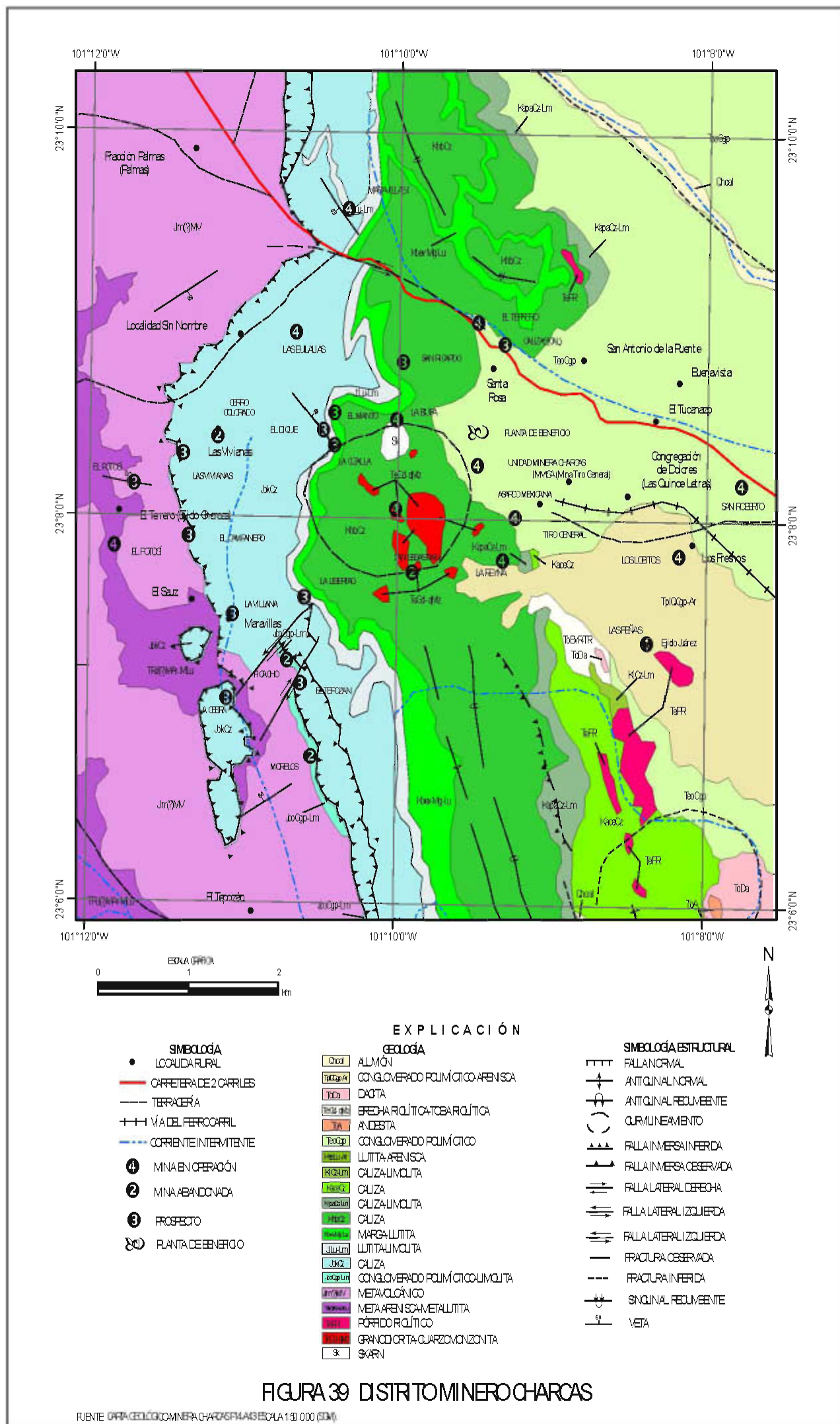
Sobre ésta unidad descansan en forma discordante una secuencia de conglomerados, areniscas conglomeráticas y limolitas hacia la cima de la secuencia en espesores muy variables llegando a tener hasta 200 m, de espesor y reducirse al grado de no presentarse.

En el Jurásico superior empieza la invasión marina con la Formación Zuloaga, la cual suprayace discordantemente a la Formación La Joya, desde el Jurásico superior se deposita una secuencia arcillo-calcárea que comprende las formaciones La Caja, Taraises, Cupido, La Peña y Cuesta del Cura.

Las unidades anteriormente mencionados han sido afectadas por un cuerpo ígneo intrusivo de composición granodiorítica a cuarzomonzonítica cuya edad ha sido determinada en 46.6 ± 1.6 Ma por el método K-Ar que corresponden al Eoceno. De la misma edad es el cuerpo de composición riolítica que aflora al sureste del distrito.

Estos intrusivos han desempeñado un papel importante en los procesos metalogenéticos que dieron origen a la mineralización económica en el distrito, ya que primeramente su emplazamiento ocasionó, un intenso fracturamiento de rumbo predominantemente noroeste-sureste y noreste-suroeste que posteriormente fueron rellenados de mineral por procesos hidrotermales, generados posiblemente por el mismo evento magmático que dio origen al intrusivo, formando vetas tanto en los sedimentos carbonatados del jurásico y cretácico, como en el intrusivo y a partir de estas se originaron mantos mineralizados, al reemplazar horizontes favorables de las rocas carbonatadas en o cerca del contacto de éstas con el intrusivo. Al sureste afloran pequeños afloramientos de andesitas y dacitas del Oligoceno. Compuesto principalmente por clastos de caliza y dacitas.

Distribuido en la porción noreste del distrito aflora el denominado informalmente como conglomerado Charcas por (Tristán y Torres, 1994), del Eoceno-Oligoceno. Ocasionalmente las rocas anteriormente descritas son cubiertas discordantemente por un conglomerado calcáreo del pleistoceno así como aluvión y caliche. (Figura 39)



A.4. Yacimientos minerales

Los yacimientos minerales en el distrito Charcas consisten de vetas y cuerpos de reemplazamiento metasomático, que dan lugar a la formación de skarn. El control de la mineralización se da por medio de fracturas y fallas, por el contacto del intrusivo con la roca encajonante, y en horizontes favorables de las unidades sedimentarias. El control por medio de fracturas y fallas, es tal vez el más importante control de la mineralización debido a que fueron los principales conductos por donde viajaron las soluciones minerales y al mismo tiempo formaron los cuerpos vetiformes de interés económico los cuales guardan una actitud general de NW 65° SE y NE 80° SW con echados de 65° a 70° al NE y 30° a 60° al SE, respectivamente, y pertenece a un sistema de fracturamiento local y el cual en ocasiones se comporta paralelo o subparalelo al contacto del intrusivo El Temeroso con las secuencias sedimentarias mesozoicas. La edad de la mineralización fue determinada en 38.6 Ma. (Cumming, Kesley y Krstic, 1979 op. cit.), mientras que la del intrusivo El Temeroso fue datado en 46.6 ± 1.6 Ma. (Berggren, 1969), por lo que se considera que el emplazamiento del intrusivo ocasionó, una intensa deformación con fallamiento y fracturamiento intenso por el que posteriormente circularon los fluidos mineralizantes. El control del mineral en el contacto del intrusivo con la roca encajonante es de gran importancia, debido a su relación con los cuerpos de reemplazamiento y a su vez se relacionan con las zonas de alteración como la silicificación, recristalización y la formación de los cuerpos de skarn. El control litológico se presenta en capas y horizontes favorables, este control ejerce una influencia notable dentro de las formaciones calcáreas y en las dimensiones de los cuerpos de reemplazamiento y dar origen a los yacimientos tipo estratiforme.

Los minerales presentes en las vetas y cuerpos de reemplazamiento son: esfalerita, galena, calcopirita, bornita, covelita, crisocola, malaquita, smithsonita, tetrahedrita, cerusita, cobre, plata y oro nativos éstos últimos en baja escala; los minerales que representan la ganga y alteración son: pirita, arsenopirita, calcita, cuarzo, estibinita, damburita, datolita, hedenbergita, epidota, diopsida, clorita, andradita, grosularita, actinolita, berilio, cadmio y vanadio.

Con algunas excepciones, la mineralogía de las vetas es similar al de los cuerpos de reemplazamiento, que en ocasiones están conectados a tales cuerpos. Existe un marcado zoneamiento horizontal, distinguiéndose dos zonas con minerales de alta temperatura: La Bufa y Las Bibianas, donde predomina la pirita y calcopirita, una zona de temperatura media, con galena, esfalerita y plata; y una zona de temperatura baja con minerales de antimonio, como estibinita todas estas áreas están relacionadas y restringidas a la posición que guardan con respecto al intrusivo.

Dentro de las localidades conocidas con valores de oro se tienen los sitios próximos al intrusivo El Temeroso (norte de la mina La Trinidad y sur de Las Hormigas).

El antimonio está presente en una veta de estibinita fuera de la aureola de metamorfismo, en los niveles 14 y 18 de la mina Tiro General, se encuentran vetillas cercanas al intrusivo, pudiendo esto ser el inicio de una etapa diferente de mineralización a profundidad.

A.5. Minas y prospectos

El grupo de minas en operación, comprende San Sebastián, Morelos, La Bufa y Tiro General. Actualmente la porción comprendida entre las dos últimas minas citadas, explotan los cuerpos El Rey y La Reina y hacia el poniente de la Bufa se exploran los cuerpos La Aurora y Las Lupes (Tabla XVII).

El Consejo de Recursos Minerales, ahora Servicio Geológico Mexicano realizó trabajos de evaluación en los yacimientos de plata, plomo y zinc, situados a unos 10 km al suroeste de la mina Tiro General, entre los que destacan las vetas Rosario, Providencia y Membrillo. Existen además depósitos menores explotados por antimonio al poniente y al norte de la mina Tiro General.

TABLA XVII. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero Charcas							
NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
La Cizalla	23° 08´ 22.8" 101° 10´ 25.2"		1.2	30	Blenda cuarzo malaquita esfalerita galena calcita y cobre	Ag 0.22 g/ton Cu 0.39 % Pb 0.28 % Zn 2.09 %	
El Campanero	23° 07´ 51.0" 101° 11´ 19.0"	NE66°SW 57° al NW	0.6	30	Blenda y malaquita		Pozo y rebaje
La Libertad	23° 07´ 35.1" 101° 11´ 02.6"	NE28°SW 23° al SE	3.0	100	Blenda calcopirita galena cuarzo y pirita	Ag 0.63 g/ton Cu 1.85 % Pb 585 ppm Zn 18.4 %	Socavón
La Villana	23° 07´ 28.7" 101° 11´ 02.6"	NE85°SW 18° al NW	0.8	50	Cuarzo malaquita cobre	Ag 0.32 g/ton Cu 1.15 % Zn 71 ppm	Socavón

TABLA XVII. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero Charcas (Continuación)

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
El Picacho	23° 07' 17.4" 101° 10' 42.4"	NW10°SE 40° al NE		150	Calcopirita cobalto bornita malaquita	Au 0.01g/ton Ag 64 g/ton Cu 0.46 %	Tiro
La Cebra	23° 07' 01.9" 101° 11' 05.9"	NW70°SE 43° al NE	4 a 6	60	Cobalto calcopirita pirita esfalerita galena cuarzo y calcita	Ag 260 g/ton Cu 8.5 %	Rebaje
El Tepozán	23° 07' 02.7" 101° 10' 40.3"	NE20°SW 58° al NW	3.0	100	Malaquita azurita esfalerita cobre cuarzo y calcita	Ag 28 g/ton	Tiro
Eulalias	23° 07' 34.8" 101° 10' 35.4"				Cuarzo calcopirita pirita	Au 0.4 g/ton Ag 121 g/ton Zn 6.08 %	Socavón
El Terrero	23° 08' 18.6" 101° 11' 23.6"	NW35°SE	1.2	200	Calcopirita pirita galena esfalerita	Au 0.35 g/ton Ag 7 g/ton Pb 0.009 %	Socavón
San Roberto	23° 08' 18.6" 101° 10' 58.0"		1.2	50	Pirita, calcopirita bornita hematita malaquita y cuarzo		Socavón
El Potosí	23° 08' 0.74" 101° 11' 40.1"	NW80°SE 73° al SW	1.2	70	Cuarzo calcopirita pirita galena esfalerita	Au 106 g/ton Ag 225 g/ton Pb 0.012 %	Tiro inclinado
Mina La Peña	23° 08' 12.6" 101° 11' 20.7"		0.5	120	Cuarzo calcopirita pirita galena esfalerita	Au 0.073 g/ton Ag 9 g/ton Pb 0.006 %	Socavón
Maravilla I	23° 12' 45.6" 101° 11' 16.6"				Calcita pirita calcopirita	Au 0.09 g/ton Ag 189 g/ton Cu 3.65 % Pb 0.016 %	Zanjas
Los Lobitos	23° 07' 02.5" 101° 11' 05.9"	NW10°SE 40° al NE	3.0	100	Pirita bornita calcopirita hematita cuarzo	Au 0.048 g/ton Ag 78 g/ton Pb 0.015 %	Zanjas

TABLA XVII. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Relación de minas del distrito minero Charcas (Continuación)

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
San Sebastián (Veta Santa Rosa)	23° 08´ 28.2" 101° 09´ 55.4"	NW65°SE 80° al NE	5 a 10	400	Esfalerita galena calcopirita	Ag 0.60 g/ton Pb 0.30 % Cu 0.30 %	Tiro y socavón
Veta Nueva					Malaquita cobre oro	Zn 5 %	
San Sebastián (Veta Santa Rosa)	23° 08´ 28.2" 101° 09´ 55.4"	NW65°SE 80° al NE	5 a 10	400	Esfalerita galena calcopirita	Ag 0.60 g/ton Pb 0.30 % Cu 0.30 %	Tiro y socavón
Veta Nueva					Malaquita cobre oro	Zn 5 %	
Morelos	23° 06´ 46.6" 101° 10´ 32.9"	NW - SE	1 a 2	400	Esfalerita galena calcopirita bornita malaquita cobre y oro	Ag 0.60 g/ton Pb 0.3 % Cu 0.3 % Zn 5 %	Tiro y socavón
La Bufa	23° 08´ 28.2" 101° 09´ 55.4"	NE80°SW 30° al SE	1 a 4	400	Esfalerita galena calcopirita bornita malaquita cobre y oro	Ag 0.60 g/ton Pb 0.3 % Cu 0.3 % Zn 5 %	Tiro
Tiro General		NW65°SE 30° a 60° al SW	6 A 8	400	Esfalerita galena calcopirita malaquita cobre y oro	Ag 0.60 g/ton Pb 0.3 %	Tiro y niveles
Cuerpo Reyna	23° 07´ 54.9" 101° 09´ 28.4"	NW80°SE 30° al SW	8.0	400	Galena esfalerita Cobre y plata	Cu 0.3 % Pb 0.3 % Zn 5 %	
Unidad Minera Charcas	23° 08´ 18.3" 101° 09´ 28.8"	NW60°SE al SW	40.0		Bornita calcopirita cobre galena cuarzo y calcita	Ag 0.45 g/ton Pb 0.25 % Cu 0.30 % Zn 4 %	Socavón con rampas
San Ricardo	23° 08´ 49.0" 101° 10´ 28.4"				Esfalerita calcita cuarzo y antimonio		Rebajes y tiros inclinados
El Manto	24° 02´ 41.7" 101° 11´ 19.4"	NW85°SE 30° al SW	0.80 a 1.0		Bornita calcopirita cuarzo	Ag 0.4 g/ton Cu 0.26 %	Pozo

TABLA XVII. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Relación de minas del distrito minero Charcas (Continuación)

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
El Dique	23° 08´ 28.3" 101° 10´ 28.5"		0.1 a 0.4	100	Cuarzo hematita galena esfalerita plata	Au 0.019 g/ton Ag 196 g/ton Cu 0.18 % Pb 2.9 % Zn 10.9 %	Rebajes
Cerro Colorado	23° 08´ 27.2" 101° 11´ 10.8"	NE10°SW 07° al NW	0.6	200	Pirita calcopirita cobre esfalerita galena y cobre		Pozos inclinados
Las Vivianas	24° 02´ 28.4" 101° 12´ 16.8"	NE22°SW 23° al NW	0.7	50	Cuarzo esfalerita galena y cobre	Au 0.053 g/ton Ag 11 g/ton Pb 0.007 %	Socavón
La Cizalla	23° 08´ 22.8" 101° 10´ 25.2"		1.2	30	Blenda cuarzo malaquita esfalerita galena calcita y cobre	Ag 0.22 g/ton Cu 0.39 % Pb 0.28 % Zn 2.09 %	
El Campanero	23° 07´ 51.0" 101° 11´ 19.0"	NE66°SW 57° al NW	0.6	30	Blenda y malaquita		Pozo y rebaje
La Libertad	23° 07´ 35.1" 101° 11´ 02.6"	NE28°SW 23° al SE	3.0	100	Blenda calcopirita galena cuarzo y pirita	Ag 0.63 g/ton Cu 1.85 % Pb 585 ppm Zn 18.4 %	Socavón
La Villana	23° 07´ 28.7" 101° 11´ 02.6"	NE85°SW 18° al NW	0.8	50	Cuarzo malaquita cobre	Ag 0.32 g/ton Cu 1.15 % Zn 71 ppm	Socavón
El Picacho	23° 07´ 17.4" 101° 10´ 42.4"	NW10°SE 40° al NE		150	Calcopirita cobalto bornita malaquita	Au 0.01g/ton Ag 64 g/ton Cu 0.46 %	Tiro
La Cebra	23° 07´ 01.9" 101° 11´ 05.9"	NW70°SE 43° al NE	4 a 6	60	Cobalto calcopirita pirita esfalerita galena cuarzo y calcita	Ag 260 g/ton Cu 8.5 %	Rebaje
El Tepozán	23° 07´ 02.7" 101° 10´ 40.3"	NE20°SW 58° al NW	3.0	100	Malaquita azurita esfalerita cobre cuarzo y calcita	Ag 28 g/ton	Tiro

FUENTE: Carta Geológico-Minera Charcas F14-A43, escala 1:50,000, (SGM).

A.6. Producción minera

Históricamente la unidad ha producido aproximadamente 22'000,000 de ton de mineral con leyes que varían desde 1,500 g/ton de plata, 0.3% de plomo, 0.3% de cobre y 5.0% de zinc en 1991. Actualmente la unidad esta constituida por tres minas que son, San Bartolo que aporta 550 t/día, La aurora con 1,000 t/día y El Rey y La Reyna con 2,000 t/día sumando un total de 3,550 ton, húmedas por día.

A.7. Sistema de minado

En el transcurso de más 400 años que lleva de actividad minera se han aplicado diferentes sistemas de explotación. Dentro de los más antiguos se pueden mencionar el aprovechamiento burdo de los afloramientos de sílice, tumba sobre carga, y el más reciente el de cuartos y pilares con corte y relleno hidráulico en las minas de San Bartolo, El Rey y La Reyna, y salones y pilares con bancos descendentes en la mina Aurora.

A.8. Beneficio

El beneficio de mineral del distrito minero de sus diferentes áreas y minas de explotación se lleva a cabo en dos plantas de beneficio. Planta I con una capacidad instalada de 1,250 t/día, procesa mineral procedente de la zona San Bartolo. Planta II puesta en operación en 1985 con capacidad nominal de 2,800 t/día trata mineral de la zona El Rey y La Reyna. Básicamente el proceso metalúrgico consiste en concentrar los valores económicos del mineral por flotación, en dos circuitos plomo-cobre y zinc-fierro y su consiguiente separación de los mismos dentro de cada circuito. IMMSA procesa sus mismas concentraciones en sus plantas de cobre y zinc en la capital del Estado.

A.9. Potencial y perspectivas

Las condiciones geológicas que presenta el distrito minero permiten estimar que las perspectivas son muy amplias ya que existen manifestaciones de mineralización, tanto en las zonas de influencia del yacimiento del distrito como en la zona San Rafael, en donde las vetas de sulfuros polimetálicos están alojadas en areniscas y lutitas con metamorfismo de bajo grado, estas rocas no han sido muy favorables para la formación de cuerpos por reemplazamiento como las que se encuentran en las minas del distrito, pero si al relleno de cavidades que son aprovechadas por las zonas de fallas, fracturamiento y cizallamiento.

También existe la posibilidad de encontrar mineralización aurífera de importancia económica en las zonas de contacto del Triásico superior marino o de los lechos rojos de la Formación La Joya con los sedimentos calcáreos del Jurásico superior o Cretácico inferior, ya que en la Zona mineralizada de Santa Gertrudis, (localizada a 40 km al norte de Charcas, estas discordancias estratigráficas y petrológicas constituyen un horizonte favorable (trampa) donde se han formado por reemplazamiento cuerpos estratiformes muy silicificados con valores de oro de 1 a 10 g/ton y plata del orden de 200 g/ton, además de vetas de regular potencia, (espesor promedio de 1 m), también con mineralización auroargentífera hospedada en las rocas que subyacen los sedimentos calcáreo arcillosos del Mesozoico.

B. Zona mineralizada San Rafael

B.1. Localización geográfica

La zona mineralizada San Rafael se ubica en la porción centro norte del estado de San Luis Potosí, 11 km al suroeste de Charcas.

B.2. Síntesis geológica

La geología de la zona esta representada por rocas del Triásico superior constituidas por areniscas y lutitas grauvacas con metamorfismo regional de bajo grado, las cuales se correlaciona con la Formación Zacatecas, en ésta unidad se alojan la mineralización de oro, plata, plomo, zinc en forma de vetas. Esta unidad es sobreyacida con marcada discordancia angular, por las formaciones Nazas, La Joya y Zuloaga de edad jurásica; las cuales subyacen concordantemente a las formaciones La Caja, del Jurásico y Taraises-Cupido del Cretácico (Figura 40).

B.3. Yacimientos minerales

La mineralización se aloja en la secuencia de areniscas, lutitas y grauvacas de la formación Zacatecas en estructuras en forma de vetas muy irregulares en cuanto a potencia y leyes, son siete estructuras denominadas Azogues, Agua Buena, El Membrillo, San Francisco, Providencia, El Rosario, El Carmen y La Azul (Tabla XVIII). La orientación que presentan las vetas oscila entre 30° y 40° al NW-SE, con inclinaciones de 45° a 85° al SW, con espesores de 0.4 a 2.5 m, longitud de 900 m, y profundidad conocida hasta 200 m.

B.4. Tipo y dimensiones de estructuras

Las estructuras presentan cambios en la intensidad de su inclinación, considerándose las zonas de deflexión favorables para el desarrollo de bolsadas, esto es debido a la naturaleza de la roca encajonante.

La paragénesis reconocida en las vetas de San Rafael es típica de los yacimientos hidrotermales en donde se incluye tanto a los metales base como a los metales preciosos alojados principalmente en ganga de cuarzo, calcita y escasa adularia.

Las texturas de los minerales que ocurren en las vetas también son típicas y variadas tales como masiva, de reemplazamiento y de relleno. Se reconocen tres etapas de mineralización hipogénica y una de enriquecimiento supergénico.

B.5. Sustancias y leyes

La composición mineralógica de las estructuras, está constituida por los minerales de mena, esfalerita, galena, calcopirita, boulangerita, pirargirita, argentita, oro, minerales de cuarzo, pirita, arsenopirita, pirrotita, especularita, clorita, epidota, calcita, adularia, barita y fluorita. Como alteraciones se presentan propilitización, silicificación en una relación con el aumento del contenido de mineralización. Las estructuras que se han investigado con obra directa contienen leyes del orden de 1 g/ton de oro, 225 g/ton de plata, 1.30% de plomo y 2.90% de zinc.

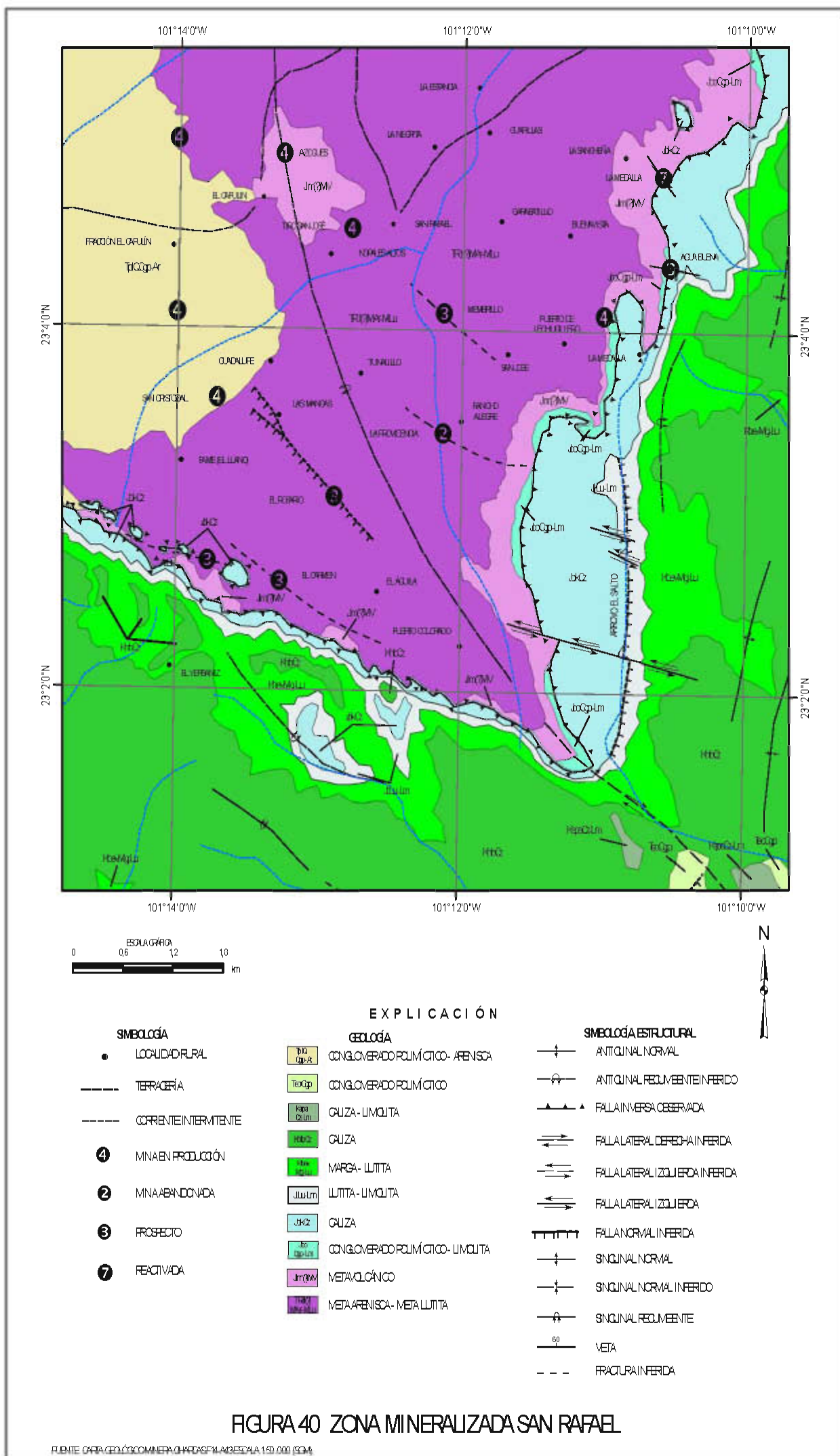


TABLA XVIII. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas de la zona mineralizada San Rafael

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ESPESOR	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
Azogues	23° 04' 39.8" 101° 11' 40.4"	NW40°SE 60° SW	0.5	400	Galena esfalerita arsenopirita hematita	Au 1.64 g/ton Ag 231 g/ton Pb 0.44 % Zn 0.76 %	Tiro inclinado
Agua Nueva	23° 04' 28.0" 101° 10' 37.7"	NW60°SE	0.8	1,200	Galena esfalerita arsenopirita hematita	Au 1.60 g/ton Ag 230 g/ton Pb 0.44 % Zn 0.80 %	Tiro inclinado
Membrillo	23° 04' 05.5" 101° 12' 07.1"	NW52°SE	1.2	1,600	Galena esfalerita arsenopirita hematita	Au 1.21 g/ton	Tiro
Provi- dencia	23° 03' 25.8" 101° 12' 07.1"	NW78°SE 62° al SW	0.6	1,300	Galena esfalerita arsenopirita hematita	Au 0.46 g/ton Ag 212 g/ton Pb 1.3 % Zn 3.64 %	Tiro
El Rosario	23° 03' 00.9" 101° 12' 46.8"	NW60°SE 45° a 60° SW	1.2	1,500	Galena esfalerita arsenopirita hematita	Au 1.19 g/ton Ag 378 g/ton Pb 2.21 % Zn 4.62 %	Tiro
El Carmen	22° 10' 46.4" 101° 12' 24.8"	NW60°SE 25° a 75° SW	1.0	400	Galena esfalerita arsenopirita hematita	Au 0.36 g/ton Ag 267 g/ton Pb 6.83 % Zn 4.48 %	
La Azul	23° 02' 43.4" 101° 13' 44.5"	NW70°SE 20° a 60° SW	1.34	1,000	Galena, esfalerita arsenopirita hematita	Au 0.360 g/ton Ag 267 g/ton Pb 6.83 % Zn 4.48 %	Socavón
Tiro San José	23° 03' 46.7" 101° 11' 44.5"	NW55°SE 20° al NE			Galena esfalerita arsenopirita hematita		Tiro y socavón
San Cristóbal	23° 03' 06" 101° 11' 57.0"	NW62°SE 58° al SW	0.56		Galena esfalerita arsenopirita hematita	Au 0.16 g/ton Ag 372 g/ton Pb 3.13 % Zn 1.62 %	Tiro y socavón
La Medalla	23° 04' 51.6" 101° 10' 36.0"	NW42°SE 74° al SW	0.15	20	Cobre hematita Galena		

FUENTE: Carta Geológico-Minera Charcas F14-A43, escala 1:50,000, edición 2000, (SGM).

B.6. Operación actual

No existe operación minera de explotación actual. El Consejo de Recursos Minerales, ahora Servicio Geológico Mexicano realizó estudios de exploración y evaluación en una zona de asignación minera denominada San Rafael que cubre una superficie de 8,453.1654 has, que cubre una gran parte de esta zona mineralizada.

B.7. Producción

Durante algún tiempo existió explotación al nivel de gambusino o pequeño minero de algunas obras mineras de poco desarrollo que se estima produjeron alrededor de unas 100,000 toneladas, siendo estas: Azogues, Providencial, San Cristóbal y La Azul.

B.8. Potencial y perspectivas

El Servicio Geológico Mexicano cuenta con la información de los estudios realizados por el entonces Consejo de Recursos Minerales, en donde documentan datos para estimar un potencial para la zona de ocho millones de toneladas con leyes de 160 g/ton de plata, 1 g/ton de oro, 5% de zinc y plomo 0.8%. Las perspectivas de la zona son importantes debido a la infraestructura minera para el aprovechamiento de estos yacimientos, que consisten en múltiples sistemas de vetas con un potencial de varios millones de toneladas y que tienen su presencia más hacia el norte fuera de la zona que se presenta en la Figura 40; en ésta zona donde existen otras zonas denominadas en la cartografía geológica-minera realizada por el SGM en el 2000 Carta Geológico Minera Charcas F14-A43, como La Cantera y La Trinidad, dentro del mismo ambiente geológico.

C. Zona mineralizada Santa Gertrudis

C.1. Localización geográfica

La zona Santa Gertrudis se ubica en la porción norcentral del Estado, 50 km al NW de la ciudad de Charcas y 150 en línea recta al NE de la capital del Estado.

C.2. Ambiente geológico local

La geología de la zona esta representada por rocas sedimentarias marinas del Triásico superior las cuales se presentan en una alternancia de areniscas lutitas y horizontes lenticulares de ortocuarcitas las cuales han sido afectadas por un metamorfismo de bajo grado, presenta estratificación en capas delgadas en espesores máximos que no rebasan los 20 cm, predominando los espesores menores a 5 cm.

Esta alternancia se correlaciona con la Formación Zacatecas del Triásico, la base de ésta unidad no aflora su contacto superior con la Formación Nazas, está definido por una discordancia angular, la formación Nazas, que le sobreyace; la constituyen rocas de origen volcánico como andesitas, traquitas, dacitas, tobas, lutitas, limolitas y arenisca conglomerática.

El contacto inferior se presenta en discordancia con la Formación Zacatecas y el superior es también discordante con la Formación La Joya o la Formación Zuloaga. La Formación La Joya descansa discordantemente sobre los lechos rojos de la Formación Nazas, la cual en la parte inferior es conglomerática y la superior la constituyen sedimentos más finos como areniscas y lutitas hacia la cima. Su espesor es muy variable de 0 a 30 m, en algunos lugares se reduce tanto que no aparece.

La Formación La Joya constituye un evento transicional entre la sedimentación clástica en zona de topografía irregular, y el inicio de la trasgresión de la Cuenca Mesozoica con la Formación Zuloaga que se deposita sobre una plataforma de baja energía, en aguas tranquilas en las que desarrollan capas gruesas de calizas, con fósiles abundantes de nerineas. Rocas en la cual se presenta la mineralización de antimonio.

Continúa una secuencia de sedimentos jurásicos y cretácicos que son más arcillosos en su contenido representado por la Formación La Caja, Taraises, Cupido, La Peña, Cuesta del Cura e Indidura, las cuales han sido descritas con más detalle en el capítulo correspondiente a geología. Como rocas del Terciario se han registrado a riolitas del Oligoceno y a basaltos del Mioceno que se localizan al este-noreste de la zona y un conglomerado del Eoceno-Oligoceno conocido como conglomerado Charcas y otros conglomerados del Plioceno que existen al norte de la misma. (Figura 41)

C.3. Yacimientos minerales

Los yacimientos minerales de ésta zona son principalmente vetas las cuales se presentan emplazadas en rocas calizas, lutitas y areniscas, éstas últimas con cierto grado de metamorfismo, su edad es del Triásico y Jurásico su rumbo varia entre N 30° a 80°W y buzan al NE entre 60° y 90° su espesor de las vetas varia entre 0.40 m, hasta 4.00 m, teniendo un promedio de espesor de 1.30 m. Los valores de oro en forma general varían de 1 a 8 g/ton, siendo en promedio de 1.5 g/ton; la plata sus valores son contrastantes presentando valores de 6 g/ton a 380 g/ton, y su valor promedio no pasa de los 75 g/ton. Las obras mineras dignas de mencionarse son El Pensamiento, Cinco Estrellas, Los Hornitos, El Pedregal, Las Mulas, San Carlos, El Gachupín, y La Barranca. (Tabla XIX).

La mina Cinco Estrellas ha sido desarrollada en una veta de cuarzo blanco con calcita, la cual tiene un espesor de 2 m, y un rumbo de N35°W con inclinación de 80° al NE. Como detalle de sus características se puede observar fragmentos de jasperioides en el cuarzo y características claras de reemplazamiento por soluciones hidrotermales.

TABLA XIX. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Relación de minas de la zona mineralizada Santa Gertrudis

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
El Pensamiento	23° 17' 18" N 101° 11' 19" W	NW50°SE 70° a 75° NE	1.2	120	Esfalerita bornita limolita cuarzo calcita oro	Au 2 a 4 g/ton Ag 388 g/ton Pb 0.006 % Zn 0.012 %	Tiro y socavón
Cinco Estrellas	23° 26' 57" N 101° 11' 06" W	NW30°SE 60 a 75° NE	4.0	160	Oro, galena bornita	Au 1 a 8 g/ton Ag 175 g/ton Sb 5 % Si 85 %	Tiro y niveles
Los Hornitos	23° 27' 33" N 101° 09' 40" W	NW32°SE 67° SW	0.5	50	Estibiconita calcita cuarzo	Ag 15 g/ton Cu 0.005 % Pb 0.007 %	Socavón
El Pedregal	23° 27' 33" N 101° 09' 40" W	NW70°SE 80° NE	1.0	30	Cuarzo calcita hematita	Au 0.044 g/ton Ag 7 g/ton Cu 0.002 % Zn 0.013 %	Zanjas
Las Mulas	23° 27' 20" N 101° 12' 04" W	NW80°SE 90° NE	0.4	15	Esfalerita hematita cuarzo calcita, oro	Au 0.13 g/ton Ag 10 g/ton Sb 0.03 %	Pozos y zanjas
San Carlos	23° 26' 45" N 101° 11' 28" W	NW40°SE 70° NE	1.0	40	Esfalerita hematita cuarzo calcita limolita	Ag 3 g/ton Sb 0.155 % Zn 0.10 %	Socavónes
El Gachupin	23° 27' 35" N 101° 12' 04" W	NW75°SE 90° NE	1.5	300		Ag 7 g/ton Sb 1.92 % Zn 0.10 %	Socavón
La Barranca	23° 27' 35" N 101° 09' 42" W	NW50°SE 90° NE	0.6	20	Hematita cuarzo	Au 0.76g/ton Ag 6 g/ton Zn 0.029 % Cu 0.005 % Pb 0.007 %	Pozos

FUENTE: Carta Geológico-Minera Presa Santa Gertrudis F14-A33, escala 1:50,000, (SGM).



La mina Cinco Estrellas es la que tiene, en la zona los labrados mayores, cuenta con un tiro de aproximadamente 80 m de profundidad, además de labrados de entre 100 a 120 m, a lo largo de la veta, además cuenta con molino para el mineral, así como malacate; los dos operados por motores diesel, ya que la corriente eléctrica no ha llegado hasta la zona de mina. Tienen en los patios, una buena cantidad de material extraído del interior, quizá con valores de oro y plata, actualmente no está en operación.

La mina El Pensamiento está ubicada en el cerro El Pedregal al NW de la mina Cinco Estrellas, destacan en este cerro dos vetas formales con anchos promedios de 2 m, siendo la más importante la localizada en la mina El Pensamiento se trata de una veta con dimensiones de 2 a 2.5 m de ancho y características muy similares a la de Cinco Estrellas, con fuerte jasperización y evidencias de cuarzo con relleno de espacios. El rumbo de la veta aquí es diferente del sistema Cinco Estrellas, presenta un rumbo NW80°SE con inclinación de 75° hacia el SW, la veta está truncada en la parte superior por una falla de bajo ángulo, desarrollando una zona de brecha de 5 m, de ancho y de rumbo norte-sur con inclinación de 30° hacia el Este. La otra veta aflora en la falda norte del mismo cerro El Pedregal y tiene rumbo N65°W, con 70° de inclinación hacia el NE, con anchos variables de 2 a 2.5 m, el componente principal de la estructura es una brecha de jasperoide y al centro de la misma, tiene rellenos de cuarzo blanco lechoso y abundante calcita a bajo de la estructura. Ésta veta es de características muy similares a la veta del cerro Los Hornitos, y a las vetas del cerro San Agustín donde predomina el relleno de calcita, aunque en ésta predomina el cuarzo blanco lechoso.

El cerro de San Agustín se encuentra ubicado al E-SE de la mina Cinco Estrellas, El cerro los Hornitos se encuentra ubicado hacia el NE del cerro San Agustín, aproximadamente a 3 km al sureste del poblado Presa Santa Gertrudis.

C.4. Tipo y dimensión de estructuras

Las vetas consisten de relleno de cuarzo-calcita y jasperización. Son de color blanco, con abundante drusas, bandeamiento, predominando el relleno de espacios abiertos. Las vetas más importantes tienen anchos de 1.3 m, hasta de 3 m, (El Pedernal) y muestran continuidad a rumbo por más de 500 m.

El rumbo de las vetas es de N30 a 50°W con inclinaciones de 60 a 75° hacia el SW, encajonan en areniscas de la Formación Zacatecas. Existen numerosas zanjas, la mayoría aterradas, las cuales tenían como objetivo localizar otras estructuras que no afloraron, así como realizar muestreo geoquímico, a fin de localizar las zonas de las vetas donde existiera mayor concentración de mineralización y poder realizar estudios con información de barrenación, con el objetivo de buscar mineralización a mayor profundidad.

Las vetas tienen un rumbo general de NW 30 a 50°, con echados de 60 a 75° al SW, el espesor medio es de 2 m y la longitud conocida en las mina Cinco Estrellas es de 100 m, y una profundidad de 75 m. En superficie se observan crestones de cuarzo criptacristalino en una longitud de 400 m que se encuentran parcialmente enmascarados por aluvión. Los mantos forman cuerpos potentes de cuarzo gris claro de rumbo NW 40° SE y echados de 35° al NE, su espesor es de 2 a 4 m, con una longitud de 600 m. La estructura manteada sigue el rumbo y echado de las capas y da la impresión en superficie de ser un horizonte de caliza silicificada aparentemente estéril.

C.5. Sustancias y leyes

La mineralización económica de estos cuerpos consiste de oro libre, bromirita, cerargirita, estibinita, y cervantita principalmente. La ganga la constituye el cuarzo, calcita, pirita, óxidos de fierro y óxidos de manganeso generalmente. Las leyes de estos depósitos son del orden de: 2 a 5% de antimonio, de 1 a 8 g/ton de oro, y 25 a 175 g/ton de plata, además de 85% de sílice.

C.6. Operación Actual

No existe explotación actual, recientemente se estuvieron explotando las minas Cinco Estrellas y El Pensamiento. Se ha estado llevando exploración de barrenación de diamante por algunas compañías y no han tenido éxito en cuanto a sus objetivos que persiguen.

C.7. Producción

Las minas que han tenido producción en la zona han sido, Cinco Estrellas, El Pensamiento, y San Agustín no se tienen datos actualizados, de la producción pero ésta ha sido esporádica y en bajo volumen a nivel de pequeño minero. Hasta el año 1983 se habían explotado 5,000 toneladas con una ley de 10 g/ton de oro y 175 g/ton de plata en las minas antes mencionadas.

C.8. Potencial y perspectivas

La zona tiene un potencial del orden de más de un millón de toneladas con leyes de 2 g/ton de oro y 200 g/ton de plata. Las exploraciones realizadas por empresas, indican la existencia de un cuerpo intrusivo que está relacionada con la mineralización esto indica posibilidades de realizar más investigación.

3.3.4. REGIÓN MINERA GUAXCAMÁ

Esta región minera se localiza en la porción noreste del estado de San Luis Potosí, 90 km al nororiente de la ciudad capital.

Las rocas que afloran en el área comprenden sedimentos de edad cretácica (formaciones Guaxcamá y Tamasopo) que subyacen a rocas ígneas extrusivas del Cuaternario, constituidas las primeras por anhidritas, yesos y calizas dolomíticas, y las segundas por basaltos.

La mineralización principal es el azufre, el cual está encajonado en las anhidritas y yesos de la Formación Guaxcamá y se presenta en forma de Chimeneas y cuerpos tabulares alojados en vetas-fallas. En superficie no se observan afloramientos de estas estructuras, pero por informaciones de obras mineras y barrenos se conoce su existencia hasta una profundidad de 160 m. En esta región también se han explotado los yesos de la Formación La Borreguita (nombre local). En la actualidad ninguna de estas minas está activa. Los distritos mineros comprendidos en esta región son Guaxcamá, y La Borreguita las cuales se describen a continuación.

A. Distrito minero Guaxcamá

A.1. Localización geográfica

Este distrito se localiza en la porción central del estado de San Luis Potosí en las cercanías de la ex hacienda de Guaxcamá en el municipio de Villa Juárez, S.L.P.

Su acceso se logra por la carretera federal N° 57, en su tramo San Luis Potosí-Matehuala hasta el km 70, siguiendo por la carretera estatal que comunica con las cabeceras municipales de Cerritos y Villa Juárez, S.L.P., por una distancia de 45 km, para continuar después por un camino de terrecería de 20 km, transitables en toda época del año, que conduce finalmente a Guaxcamá.

A.2. Historia minera

El descubrimiento del yacimiento de azufre más importante de la zona se llevó a cabo durante la denominación española, sin que se conozca fecha exacta de su hallazgo. Las primeras explotaciones hechas por españoles fueron pequeñas, de las cuales se extrajo su contenido de azufre por sublimación, usando hornos primitivos.

Las minas permanecieron inactivas hasta fines del siglo pasado, en que fueron trabajadas por una compañía norteamericana llamada Sulphur Mining and Railway, que profundizó las obras por abajo del nivel 45 y desarrollo una serie de frentes de exploración.

Después de algunos años, dicha compañía rentó la mina a una empresa la cual durante la primera década del siglo pasado, profundizó su explotación hasta el nivel -60. Después de trabajar con éxito se retiró en el año de 1919 y las minas volvieron a quedar abandonadas. En 1930 de nueva cuenta la compañía "Sulphur Mining and Railway" rentó la mina de San Agustín al señor Mariano Niño durante 5 años, período durante el cual realizó también explotaciones en la mina San Rafael. En enero de 1937 por decreto publicado en el Diario Oficial del 10 de febrero del mismo año, los depósitos de azufre fueron incorporados a las Reservas Mineras Nacionales. Posteriormente por acuerdo de la Secretaría de Economía, el 11 de septiembre de 1951, se publicó en el Diario Oficial, la incorporación al patrimonio de la Comisión de Fomento Minero una superficie de 6,765 has, en el área de Guaxcamá.

En agosto de 1953, la Comisión de Fomento Minero, otorgó un contrato para explotar una superficie de 5,000 has, a la compañía "Negociación Minera de Azufre, S.A" quien estuvo trabajando normalmente hasta el 19 de noviembre de 1972, fecha en que ocurrió un incendio en los niveles inferiores, que por sus características fue imposible apagar, aún usando todo tipo de métodos y materiales, por lo que se abandonaron las operaciones y las instalaciones, ya que el yacimiento permaneció quemándose hasta el año de 1977, en que bloqueando los accesos pudo por fin, por falta de oxígeno, sofocarse la combustión. El volumen total extraído de las minas de San Rafael y San Agustín se estima en 4 millones de toneladas con una ley promedio de 40% de azufre, lo que representa una producción de 1.6 millones de toneladas de azufre neto.

A.3. Síntesis geológica

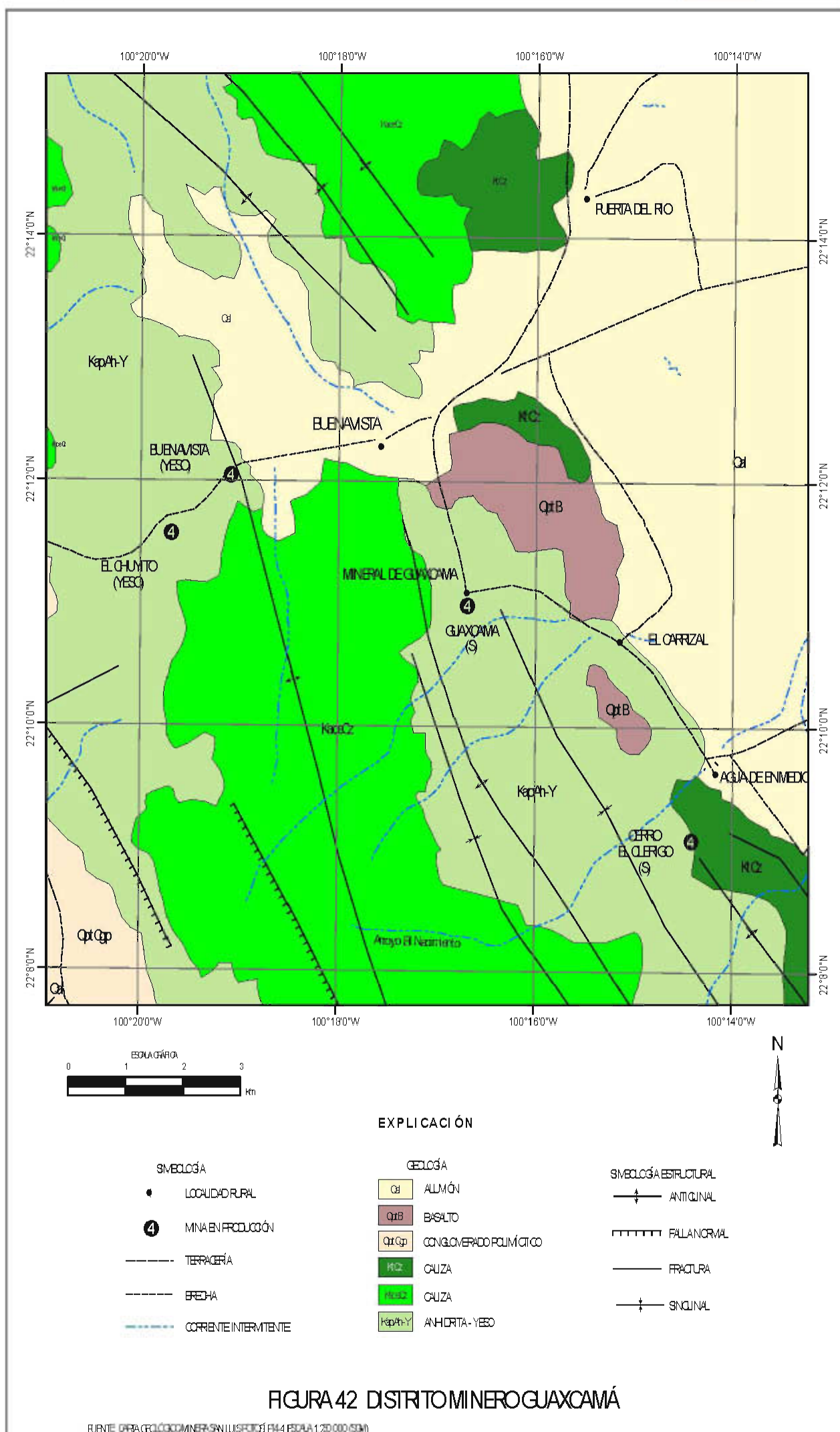
La geología de la zona Guaxcamá consiste de rocas del Cretácico inferior y Cretácico superior principalmente. La Formación Guaxcamá es la unidad más antigua de la zona constituida básicamente por una secuencia de anhidritas y yesos con capas de calizas dolomíticas (Figura 42), que afloran en forma discontinua a lo largo de un conjunto de anticlinales de rumbo NW-SE de 40 km, de largo forman las sierras Las Paradas y El Tablón y otra serie de anticlinales paralelos a estos hacia el sur. Esta unidad se encuentra sumamente plegada (pliegues intraformacionales), por lo cual no ha sido posible definir con exactitud su espesor, sin embargo, en el subsuelo se sabe que tiene un espesor máximo de 6,200 m, según información proporcionada por PEMEX. Con base en su contenido faunístico se le ha considerado una edad del Berreasio-Aptiano correspondiente al Cretácico inferior. Estas evaporitas se formaron en las zonas marginales restringidas de las cuencas con una posible conexión al mar abierto.

La Formación El Abra-Tamasopo, suprayace a las evaporitas de la Formación Guaxcamá y forma la parte alta de los anticlinales mencionados, son calizas arrecifales y lagunares que ocurren en forma masiva o en estratos gruesos o bancos, presentan color gris claro a rosado con fauna característica de miliolidos y gasterópodos abundantes. Lo que se considera como Formación Tamasopo representa casi todo el Cretácico superior por lo cual algunos autores consideran que no se debe dar rango formacional a esta unidad que representa un complejo arrecifal depositado sobre la porción central y occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí.

Sobre las unidades anteriores se han depositado algunos derrames de rocas basálticas del plioceno los cuales se ubican cerca de la mina de Guaxcamá y sobre el valle al oriente se localizan otros afloramientos considerados de edad pleistocénica.

A.4. Yacimientos minerales

Los yacimientos minerales en la zona son solamente minerales. La mineralización muestra un zoneamiento vertical que se manifiesta en el color del mineral y por lo tanto la ley de azufre. La parte superior está constituida de yeso blanco impregnado de azufre amarillo, con leyes que varían del 5 al 30% de azufre libre, desde la superficie hasta una profundidad de 50 m. De 50 a 70 m, se tienen cuerpos con leyes de hasta 90% de pureza y color amarillo según información obtenida por barrenación, de 70 a 150 m, aparece un azufre negro o negro verdoso en forma de hilos irregulares y en ocasiones atravesando el azufre amarillo en forma de vetas y vetillas, o mezclado con el. Finalmente a mayor profundidad se ha observado una tercera clase de azufre de un color café-negrusco a rojizo oscuro, localmente llamado azufre rosillo, que aparece en cuerpos irregulares dentro de los cuerpos de azufre amarillo y negro. A juzgar por sus características puede decirse que Guaxcamá es un depósito mineral muy poco conocido entre los de azufre y del que prácticamente no existen referencias en la bibliografía geológica-minera.



A.5. Minas y prospectos

En la zona prácticamente existen de interés las minas de San Rafael (Figura 43) en la que se tuvo la mayor producción y la de San Agustín situada a unos 500 m, al sur de la primera, las demás han sido de menos importancia debido a que su producción ha sido limitada (Tabla XX).

A.6. Producción minera

El volumen de mineral extraído de las minas de San Rafael y San Agustín, se estima en 4 millones de toneladas con una ley promedio del 40%, lo que representa una producción de 1.6 millones de toneladas de azufre neto. Actualmente existen en los patios de las minas 3.2 millones de toneladas de terreros con una ley de 19.5% de azufre que puede ser recuperable.

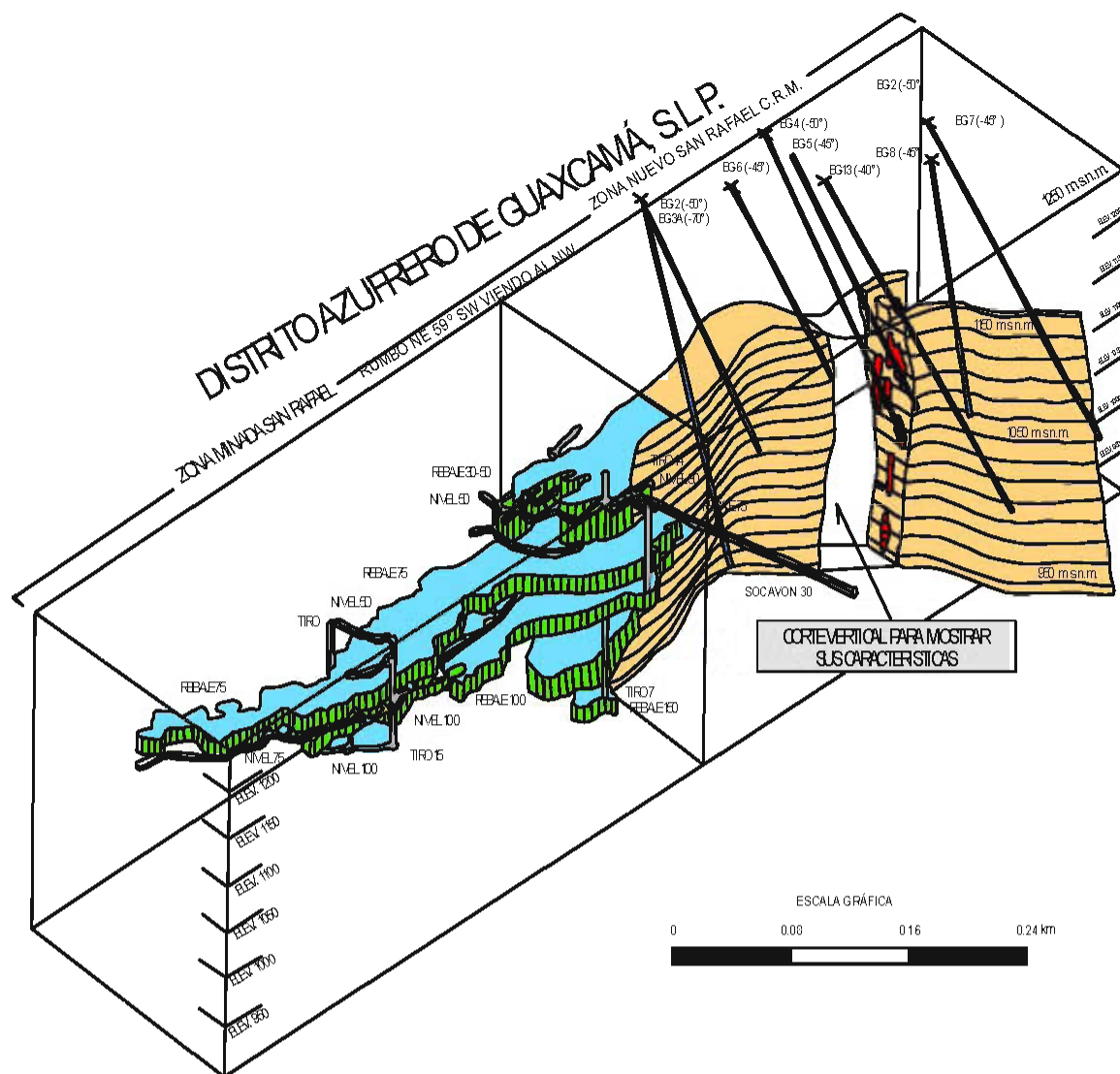
TABLA XX. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero Guaxcamá

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERLOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
Guaxcamá	368,258 2,453,859				Azufre anhidrita cuarzo hematita	S 84.6 %	Socavón tiros frentes
Boca del Cañón	367,726 2,452,488				Azufre anhidrita calcita cuarzo hematita	CaSO4 0.11% SO4 5.92 % Fe2O3 ND Pureza del yeso 10.61 % S 59.60 %	Tiro vertical de 50 m.
Banco El Carrizal	371,300 2,452,050		30	500	Anhidrita calcita cuarzo hematita	Yeso	Dos bancos
El Berrendo	363,458 2,455,041	NW45°SE 18° al NE	10	500	Calcita anhidrita cuarzo hematita	CaSO4 0.0075 SO4 52.85 % Fe2O3 0.04 % 66.3 % de pureza	Tajo
Crucero San Vicente	362,566 2,454,283	NE56°SW 35° al NW	10	200	Calcita anhidrita cuarzo hematita	CaSO4 0.77% SO4 54.23 % Fe2O3 0.03 % 58 % de blancura	Banco

TABLA XX. *ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ*: Relación de minas del distrito minero Guaxcamá (Continuación)

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
Mina El Blanco	362,552 2,452,483	NE23°SW 35° al NW	10	500	Calcita anhidrita cuarzo hematita	CaSO4 0.80% SO4 56.12 % Fe2O3 0.03 % 80.4 % de pureza	Dos bancos
El Tanquito	363,196 2,452,385	Irregular	6	200	Plagioclase feldespatho hematita	Densidad 24 41 kg/m3 Absorción de agua 1.1 % Ruptura 87 Mpa	Tajo

FUENTE: *Inventario Físico de los Recursos Minerales del Municipio de Villa Juárez, 2007 (SGM)*
Carta Geológico-Minera La Angostura F14-A86, escala 1:50,000, (SGM).



EXPLICACIÓN

ZONA DE REBAES ANTIGUOS DE LA MINA SAN RAFAEL

CERRO DE AZUFRE RECONOCIDO POR BARRENACIÓN (NUEVOS SAN RAFAEL)

CABALLOS DE TERETATE

BARRENO A DIAMANTE

FIGURA 43 BLOQUE DIAGRAMÁTICO DEL CUERPO MINERALIZADO DE SAN RAFAEL

Carros de acero hechos con lados abiertos se llenaba con mineral de las tolvas y se empujaban a mano dentro de las autoclaves (ocho autoclaves), luego se cerraban estas y se les introducía vapor, el azufre comenzaba a fundirse a 120°C y escurría, al fondo del cilindro, hasta un punto de recolección. El proceso de vaporización duraba 40 minutos, entonces se abría una válvula y el azufre fundido pasaba a través de un canal calentado, hacia una pileta de cemento donde se enfriaba. Cuando ya no fluía más azufre, se abría las compuertas de las autoclaves y se sacaban los carros hacia los terreros para vaciar los desechos. La recuperación nunca fue mayor al 50% y la ley del mineral que entraba al cilindro era del 20 al 40% de azufre, entonces se estima que el desperdicio de los terreros tiene contenidos de azufre del 10 al 20%. Hace algunos años la Comisión de Fomento Minero realizó pruebas por el método de flotación con material de los terreros, y obtuvo resultados satisfactorios.

A.9. Potencial y perspectivas

Con base en la información geológica disponible la exploración de carácter regional y la exploración con barrenación de diamante realizada por el Consejo de Recursos Minerales en aquel entonces, se estima que tanto la zona como la región tiene posibilidades de contener yacimientos de azufre debido a que es un ambiente evaporítico y está presente la formación Guaxcamá que es generadora de azufre, se estima que tan solo en la zona de Guaxcamá en donde se ubican los yacimientos conocidos se estima un potencial del orden de 80 millones de toneladas con una ley del 20%

A.10. Reservas minerales

Se tiene una estimación de reservas indicadas con barrenación de diamante del orden de 10 millones de toneladas con ley del 17.5% de azufre, que representan 1.75 millones de toneladas de azufre neto. Además se ubicaron 3.2 millones de toneladas en los terreros con una ley de 19.5% de azufre lo que representa 624,000 ton de azufre neto.

B. Distrito minero La Borreguita

B.1. Localización geográfica

Esta zona se localiza por la estación de ferrocarril La Borreguita en el municipio de Villa Juárez, S.L.P a la altura del kilómetro 344 de la vía de ferrocarril de San Luis Potosí-Tampico.

B.2. Historia minera

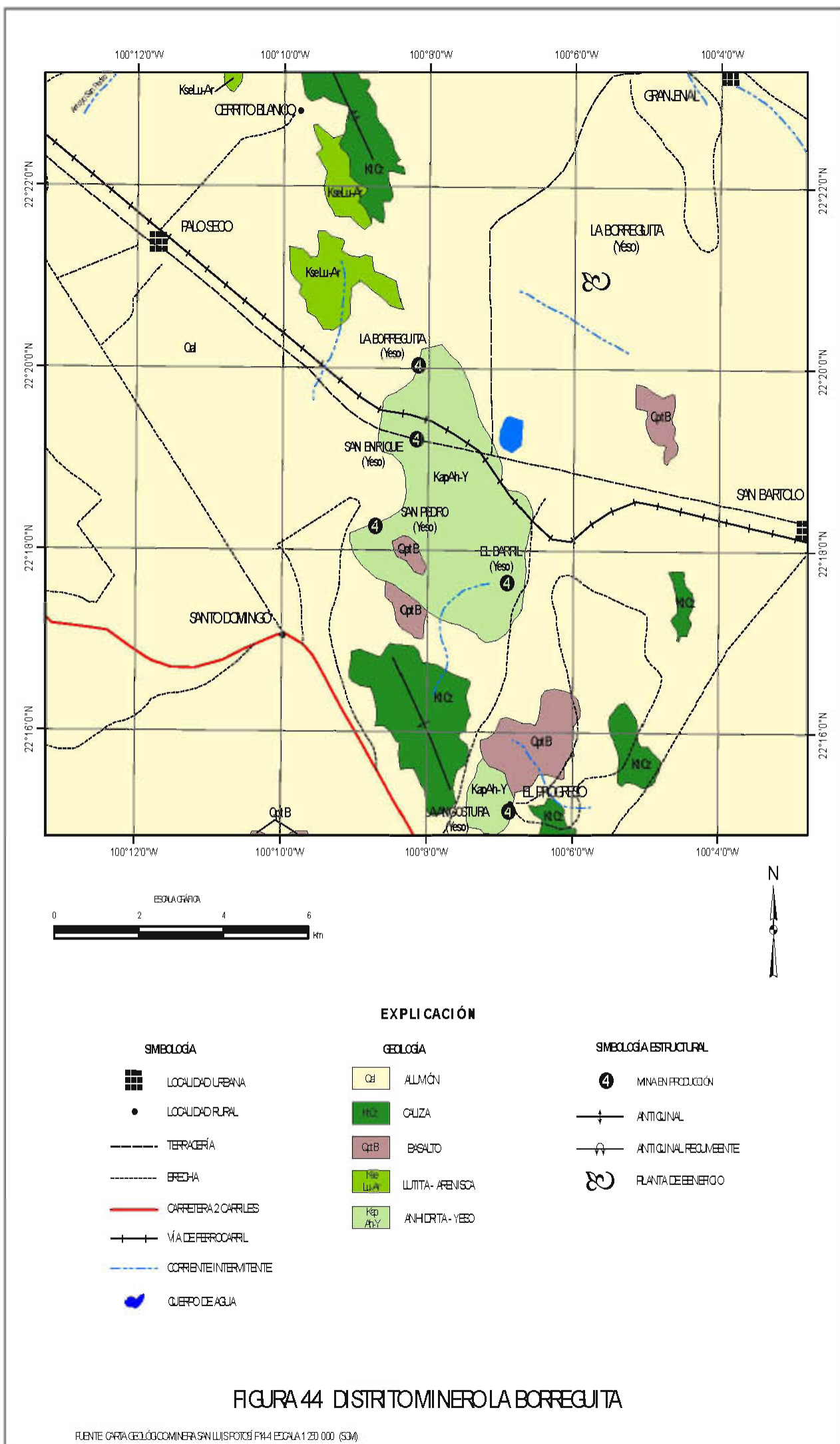
Estos yacimientos de yeso fueron descubiertos en el año de 1960 y explotados por la Compañía Yeso Mexicano, S.A. (Jiménez López, 1960), y se explotaron en forma discontinua desde 1960 hasta 1961 en que se suspendió la explotación definitivamente, debido al alza de los costos de producción y baja en el precio del producto.

B.3. Síntesis geológica

En la zona La Borreguita la columna geológica, está representada como basamento a rocas de la Formación Guaxcamá del Berriasiano-Aptiano, sobre las que descansan sobre esta unidad calizas de la Formación El Abra-Tamasopo del Albiano-Santoniano, representado por calizas y dolomitas sobreyaciendo a esta unidad, se encuentran algunos afloramientos de la Formación Cárdenas, una de las unidades más importantes desde el punto de vista económico es la Formación Borreguita definida informalmente por Carrillo Bravo 1992, quien propone con el nombre de Formación Borreguita a una secuencia yesífera de origen lacustre, de edad Plioceno-Pleistoceno, que aflora en los alrededores de la Estación La Borreguita del Ferrocarril San Luis-Tampico.

La localidad tipo se encuentra en la mina de yeso La Borreguita, al norte de la Estación del mismo nombre. Consiste de yesos finamente bandeados, de color blanco y amarillo crema en capas de espesor medio a grueso tiene un espesor de 30 m. Yace discordantemente sobre los sedimentos marinos del Cretácico superior y Cretácico medio es frecuente encontrarla cubierta por sedimentos de travertino recientes.

Por su posición estratigráfica se le ha considerado de edad Plioceno-Pleistocenos, su ambiente de depósito es considerado como una roca depositada en cuenca lacustre con procesos evaporíticos. Esta unidad es la generadora de los depósitos de yeso, sobreyaciendo a las unidades antes descritas se encuentran algunos depósitos de conglomerados considerados un poco más jóvenes pero del Plioceno y estos a su vez están cubiertos por los basaltos de la Formación Las Joyas. (Figura 44)



B.4. Yacimientos minerales

Los yacimientos de yeso de La Borreguita se clasifican como depósitos químicos estratiformes de origen evaporítico. El depósito presenta una estructura general del tipo anticlinal con echados suaves hacia sus flancos, la dirección de su eje es noroeste-sureste con buzamiento de 11° al SE. Existe fallamiento con dirección norte-sur y con echados que varían de 60° al oeste a verticales, estas estructuras se encuentran rellenas por material arcilloso de color café rojizo y verde olivo y algunos cristales secundarios de selenita.

Existe yeso parcialmente alterado con presencia de arcilla intergranular; ésta alteración es posterior a la depositación del yeso y fue provocada por aguas meteóricas que generaron el acarreo de sales en solución de carbonato de calcio. Una alteración considerada como económicamente favorable es el reemplazamiento del yeso; del yeso impuro por yeso miel (nombre local dado al mineral de gran pureza), lo que se supone fue debido a una concentración del mismo. Smedwick y Putlitz (1956) argumentan que la formación del lago en que se depositó éste yeso, se debió al estancamiento de un sistema de drenaje antiguo, debido a una extrusión volcánica, las corrientes llenaron la cuenca, posteriormente el agua se perdió por evaporación, concentrando el sulfato en el lago debido a una solución de yeso y anhidrita proveniente de una fuente existente en el área de Guaxcamá, situada 20 km, al sur.

B.5. Minas y prospectos

Las minas que existen en la zona son de minerales No metálicos como yeso, azufre, arcillas y algunos bancos de agregados pétreos. El yeso representa el mayor potencial de la zona y la explotación que se ha estado realizado en esta región es a baja escala y en forma esporádica (Tabla XXI).

B.6. Producción minera

Actualmente se tiene en explotación continua, algunos material para la industria cementera dentro de los cuales se encuentra el yeso, algunas arcillas no se tienen datos de cual es el volumen de explotación pero es de forma continua, desde hace tres años desde que se instaló la industria cementera en la zona, por lo que se observa en los tajos de explotación que existen; se estima una extracción del orden de 10 millones de toneladas solamente en los tajos de La Borreguita existiendo otros tajos aledaños.

TABLA XXI. ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero La Borreguita

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
La Enramada	381,353 2,473,198	NW50°SE 18° al NE	5	300	Calcita anhidrita cuarzo hematita	CaSO4 79.11% SO4 55.82 % Fe2O3 0.03 % 67.6 % de blancura	Afloramiento
San Toribio	381,353 2,470,840		5	200	Anhidrita calcita cuarzo hematita	Yeso cristalino	Afloramiento
La Borreguita	381,209 2,469,931		4	500	Calcita anhidrita cuarzo hematita	CaSO4 0.0066 SO4 46.71 % Fe2O3 ND 68 % de blancura	Tres bancos
San Juan Uno	383,696 2,468,305		10	300	Anhidrita calcita cuarzo hematita	CaSO4 67.71 % SO4 45.66% Fe2O3 ND Pureza del yeso 75.12% 64.4 % de blancura	Banco
Don Pedro	381,753 2,468,047		15	200	Calcita anhidrita cuarzo hematita	CaSO4 77.17% SO4 54.45 % Fe2O3 0.04 % 69.2 % de blancura	Tajo con tres bancos

FUENTE: Carta Geológica-Minera San Luis Potosí F14-4, escala 1:250,000, (SGM).

Inventario Físico de los Recursos Minerales del Municipio de Villa Juárez, S.L.P. (SGM).

B.7. Sistema de minado

El sistema de explotación realizado en estos yacimientos es el de tajo o cielo abierto trabajando en bancos para el caso de La Borreguita de 7 m, de altura.

B.8. Beneficio

Este mineral prácticamente no requiere un tratamiento especial para su beneficio ya que como se apuntó, antes de explotarse se hace un muestreo para seleccionar los bancos de mejor calidad. Dicho mineral debe cumplir con las características siguientes: sulfato de calcio hidratado ($\text{SO}_4\text{Ca}_2\text{H}_2\text{O}$) mayor del 90%, y un mínimo de impurezas, de 6% de carbonato de calcio (CaCO_3), 1% de arcilla, 2% de sílice (SiO_2) y 1% de sales.

Una vez tumbado el mineral, éste es acarreado hacia la planta quebradora donde el mineral es triturado y cribado, obteniendo un trozo limpio de 6 a 8 pulgadas, el cual es almacenado para su embarque.

B.9. Potencial y perspectivas

El potencial que presenta la zona es de grandes posibilidades, pues una cuenca que no ha sido explorada en sus dimensiones y las localidades que se conocen es porque aflora el yeso pero esta presenta una cubierta por material mas reciente, lo que hace más difícil su exploración para definir la calidad del mineral. Lo que se ha explotado con interés económico corresponde únicamente a las áreas donde el yeso presenta una mínima alteración y donde existe un alto grado de pureza en el material por extraer.

B.10. Reservas minerales

No se cuenta con información documentada de la estimación de reservas de ningún tipo ya que actualmente no se encuentra en operación lo que corresponde a La Borreguita, por lo observado en el sitio de las obras y haciendo una interpretación geológica se calcula reservas de 10 a 15 millones de toneladas con leyes similares a las explotadas.

3.3.5. REGIÓN MINERA GUADALCÁZAR

A.1. Localización geográfica

La región minera de Guadalcázar se localiza en la porción central del Estado, 75 km, al noreste de la ciudad de San Luis Potosí.

El contexto geológico de la región consiste de rocas graníticas, riolitas, tobas basálticas y basaltos del Terciario y calizas, calizas dolomíticas, anhidritas, areniscas y lutitas del Cretácico.

La mineralización principal de origen metálico se presenta en el contacto de roca ígnea intrusiva-caliza en zonas de tactitas, que se relaciona a cuerpos de metasomatismo de contacto con mineralización de oro, plata, zinc en estructuras tipo Stockwork y vetas fallas. También existe mineralización de mercurio alojada en calizas, formando chimeneas o cuerpos irregulares.

En ésta región se presentan también, estroncio, antimonio, mármol, y arcillas aluminicas alojadas en dolinas, así como yesos y placeres de estaño y oro, estos últimos localizados en las inmediaciones de los poblados de Guadalcázar y El Realejo, en la actualidad se explota el yeso y recientemente se dejo de explotar el mármol.

En esta Región se ubican el distrito minero Guadalcázar y las zonas mineralizadas La Taponá y Núñez, las cuales se describen a continuación:

A. Distrito minero Guadalcázar

A.1. Localización geográfica

Este distrito, se localiza a 70 km al noreste de la capital del Estado en el municipio de Guadalcázar.

A.2. Historia minera

Después del descubrimiento del mineral de Cerro de San Pedro por el capitán Caldera, su compañero y amigo Don Juan de Oñate descubrió el mineral de Guadalcázar en 1583, donde previamente los indígenas habían trabajado más de mil minas de azogue y oro.

Este mineral comenzó a poblarse en 1614 a 1620, en que gobernaba el Virrey Don Diego Fernández de Córdova, Márquez de Guadalcázar. En 1622 la población aumento y se extendió por la actividad desarrollada en Minas Viejas, en donde se tuvo la primera bonanza argentífera.

En 1629, se multiplicaron los registros, denuncios y trabajos en el cerro de San Cristóbal, a consecuencia de la cuál se establecieron 3 haciendas de beneficio en que los minerales extraídos eran tratados por el sistema de patio. En 1772, todas las minas que se estaban explotando fueron inundadas por una tromba haciendo imposible la continuación de los trabajos.

A partir de 1743, se hicieron nuevos descubrimientos y ya en 1753, se hallaban en explotación más de 80 minas, la mayoría de ellas en el cerro de San Cristóbal. El descubrimiento del mineral de Catorce en 1772, hizo emigrar hacia esa localidad a los mineros de Guadalcázar, lo que consecuentemente propicio su decadencia.

Los trabajos se reanudaron en 1790 y fueron abandonados en 1794; posteriormente se trabajó en pequeña escala, pero los acontecimientos de la guerras de independencia 1810 y 1821, ocasionaron el abandono de las minas y la actividad se concreto al disfrute de los terreros. A la vez que se paralizaba la explotación de las minas de plata, la explotación del mercurio adquirió gran importancia al grado que en 1843, el Gobierno premio su gran producción de las minas San Agustín, Santa Lucia y La Trinidad. Durante el siglo 20 la producción de mercurio fue alta, principalmente en el transcurso de las guerras mundiales y hasta los años sesenta, suspendiéndose los trabajos en 1973.

En la década de los cuarenta La compañía minera A.S.A.R.C.O. (ahora IMMSA), realizó obras de exploración en el tiro El Gato y barrenación a diamante en el área Promontorio, aparentemente con resultados negativos.

Posteriormente en el año de 1977, la Compañía Minera DRACO, realizó un estudio geoquímico de roca y suelo, así como zanjeos para comprobar mineralización en el contacto caliza-granito perdiendo el interés al no encontrar resultados satisfactorios. Desde entonces no se tiene datos de que se hayan realizado más exploraciones y la explotación se reducen al beneficio de los terreros por gambusinos a muy baja escala.

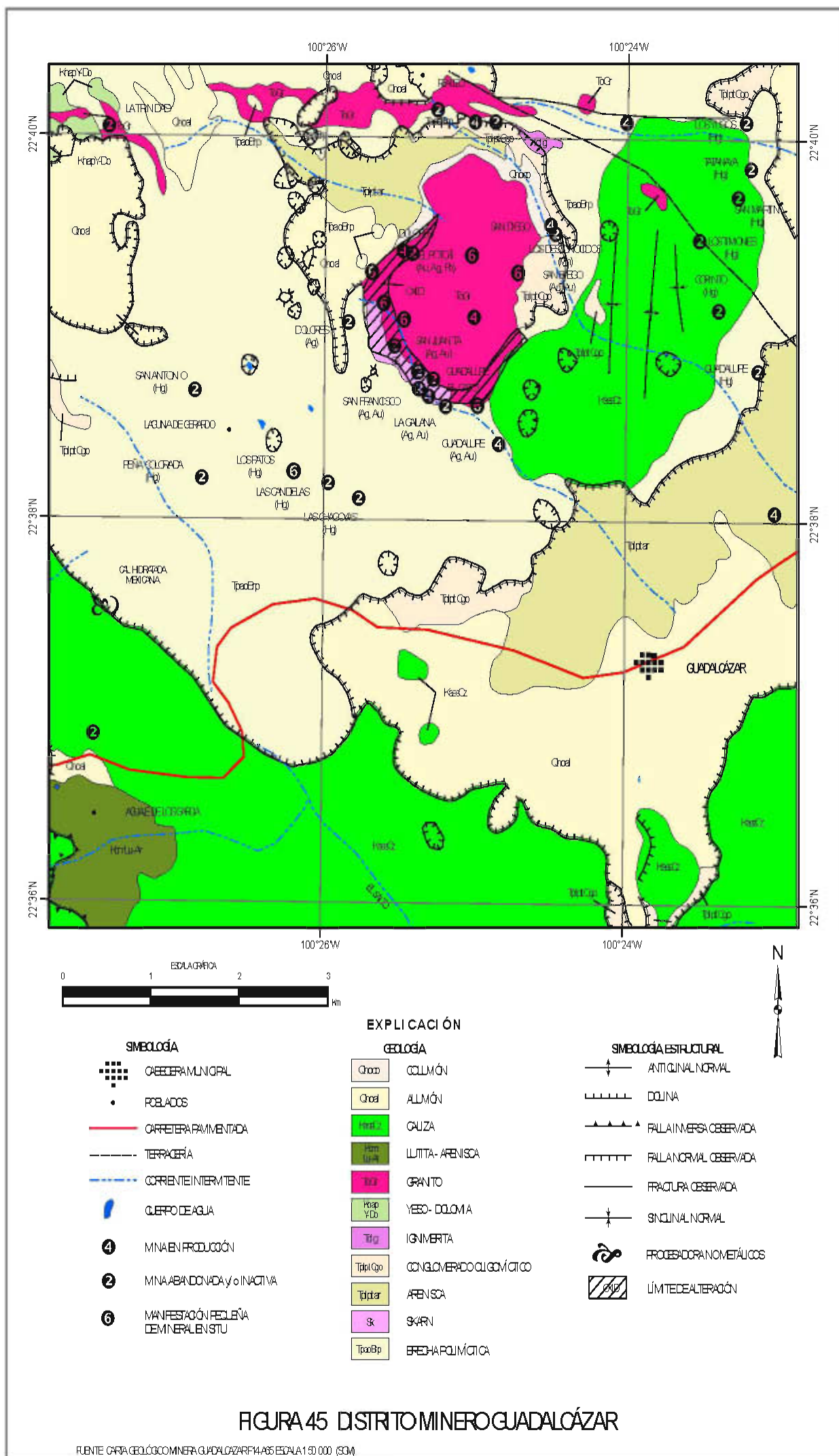
A.3. Síntesis geológica

Las rocas que afloran en la zona son anhidritas de la Formación Guaxcamá del Cretácico inferior del Berriasiano al Aptiano que aflora en áreas muy reducidas. Subyacen discordantemente a un paquete de rocas calcáreas compuestas por calizas, calizas arcillosas y dolomitas que forman parte de las formaciones El Abra y Tamasopo del Cretácico superior, Albiano-Cenomaniano y que a su vez subyacen en forma discordante a la Formación Cárdenas constituida por areniscas y lutitas calcáreas que constituyen los núcleos de algunos sinclinales (Figura 45).

El Intrusivo de Guadalcázar es un cuerpo plutónico alcalino, que por su mineralogía extremadamente variada y compleja, ha llamado la atención durante mucho tiempo y algunos de sus minerales son únicos en el mundo (Guadalcazarita). Intrusiona a toda la secuencia sedimentaria ocasionando metamorfismo de contacto y fenómenos neumatogénicos e hidrotermales, que dieron origen a la mineralización presente tiene forma ovalado su eje mayor es orientado al noreste -suroeste siendo sus dimensiones de 2.5 km de largo por 1.5 km de ancho, Mujica y Albarran (1983) dataron por el método de K/Ar en 31 ± 2 Ma. Burt y Sheridan (1988) y Aguillón Robles (1992), consideran que por su composición pudieran pertenecer a un magma similar al de algunas riolitas topocíferas del Estado y con el intrusivo de Peñón Blanco.

Es un intrusivo de carácter hipabisal el cual posiblemente alcanzó la superficie formando un domo exógeno. Destaca en su geología la secuencia de pliegues y cabalgaduras, de las cuales, las más complejas son la Sierra de Guadalcázar y las cabalgaduras que la bordean en su parte sur y poniente. Las estructuras kársticas presentes son poco comunes por sus características muy especiales las que son complejas e interesantes.

Se trata de una brecha calcárea formada de bloques y clastos angulosos de caliza y travertino principalmente, aunque también incluye bloques aislados de yeso e ignimbritas. Los clastos y bloques están parcialmente cementados por calcita y travertino por efecto de la circulación de aguas meteóricas. Es una roca porosa, con alta permeabilidad, características poco favorables para guardar calor, pero favorable para dejar pasar agua a través de ella. (Torres-Hernández, 1999).



A.4. Yacimientos minerales

El distrito minero Guadalcázar fue un importante productor de plata durante la colonia y de mercurio en el siglo pasado, se ha explotado al nivel de gambusino o pequeño minero un gran número de minas, con leyes aceptables desde el punto de vista económico. El mineral que se ha explotado es plata y oro principalmente pero también fluorita, manganeso, estaño y oro en placeres aluviales. En el extremo sur del cerro de San Cristóbal existen algunos cuerpos mineralizados de origen metasomático en el contacto entre el granito y la caliza Abra-Tamasopo. La forma de estos cuerpos es muy irregular presentándose en crestones con espesores variables desde 1 hasta 35 m, en superficie y el comportamiento es de la misma forma en sentido vertical lo que representan cuerpos completamente erráticos en cuanto a sus dimensiones.

La mineralización económica consiste en sulfosales de plata, oro nativo, carbonatos y silicatos de zinc (calaminas), la ganga esta representada por óxidos de hierro, cuarzo, fluorita, especularita, pirita, clorita, epidota y granates. No se tienen datos de la producción y leyes. Exploraciones realizadas por el Consejo de Recursos Minerales ahora (SGM), estimó reservas de 623,784 ton de mineral con ley de 0.79 g/ton de oro y 183 g/ton de plata, 761,403 ton con 10.9% de zinc.

En el extremo norte de la zona y fuera de los límites que presenta la Figura 45, se presenta un gran número de obras mineras pequeñas de explotación de mercurio realizada de gambusinos y que de cualquier forma representan evidencias claras de estructuras con mineral pero que al mismo tiempo su volumen es limitado y errático.

El manganeso ocurre en el contacto del intrusivo con la caliza en cuerpos lenticulares con longitud visible poco mayor de 50 m, y espesor de 15 m, su posición es casi vertical.

Dos abanicos aluviales que se encuentran ubicados uno en el poblado El Realejo y el otro de mayor tamaño en el poblado de Guadalcázar; consisten principalmente de grava y arena derivados del granito, originando placeres con contenido de minerales metálicos.

El volumen de estos abanicos aluviales es de 534 millones de metros cúbicos para uno de ellos y de 17 millones de metros cúbicos para el otro. El contenido metálico medio de estos depósitos detríticos son de 0.0403% de estaño, 0.0015% de mercurio, 9.44 g/ton de plata y 0.058 g/ton de oro (Carl Fries y E. Schmitter, 1948) valores que se obtuvieron de una porción estudiada del abanico Las Papas en el área de Guadalcázar.

Éstos depósitos han sido estudiados por varias compañías antes de 1948 y todos han llegado a la conclusión que representa una reserva de estaño, mercurio, plata y oro, cuyo aprovechamiento económico dependerá de los precios de estos metales, pero también su beneficio requiere una gran cantidad de agua que es escasa en la región, tendrá que buscarse un método adecuado para su beneficio.

A.5. Minas y prospectos

En conjunto todas las minas presentan dificultades en su acceso y algunas están cubiertas por terreros reabajados. En general los labrados observados por lo común son irregulares y muy numerosos, destacando entre estos el socavón La Galana, Mina Guadalupe, Tiro El Gato, Socavón San Miguel, Tiro Dolores, Socavón San Diego, Tiro Promontorio, Mina San Antonio, Santa Lucia y Trinidad, Sangre de Cristo, Minas Viejas y Romancilla (La Cocinera). Los minerales No metálicos tienen su presencia con yacimientos de caolín, arcillas aluminicas, yeso dentro de las que se mencionan La Joyita, La Calera, El Charco, La Estacada. La distribución de las minas en la zona de Guadalcázar son en forma general de la manera siguiente: Las minas de oro y plata se distribuyen en la porción poniente y sur oriente del intrusivo principal de Guadalcázar y muy cerca del contacto intrusivo-caliza coincidiendo con las zonas de skarn y una mayor alteración hidrotermal, el siguiente grupo o las minas de manganeso se presenta en la porción oriental y suroriental del mismo intrusivo y a su vez es la zona menos explorada. Las minas de mercurio se encuentran en un radio de 4 km, a partir de las márgenes del intrusivo dentro de estas minas se mencionan San Antonio, Santa Lucia y La Trinidad. (Tabla XXII)

A.6. Producción minera

El distrito ha sido productor de plata y oro durante la colonia como su época de mayor producción. El mercurio fue importante a fines del siglo pasado y algunas otras temporadas con auges esporádicos. Se ha explotado al nivel de pequeño minero el manganeso un poco más alejados de estos yacimientos pero dentro de la misma zona los yacimientos de minerales No metálicos dentro de los que han sido importantes en su explotación son el yeso, arcillas aluminicas, calcita, arena sílica, y mármol.

A.7. Sistema de minado

La explotación que se llevo a cabo en éstas minas, se realizó mediante obras mineras subterráneas, consistentes en socavones, pozos, contrapozos y tiros, sin llevar a cabo un sistema de minado específico. Con excepción de la explotación de algunos minerales No metálicos en donde su explotación es a tajos a cielo abierto como es el caso del yeso y de algunas arcillas.

A.8. Beneficio

En las minas de mercurio se utilizó el beneficio del mineral mediante hornos de retorta y amalgamación; en los placeres de estaño se utilizó la concentración por gravedad mediante mesas vibradoras; y en los depósitos de oro y plata el sistema de cianuración.

TABLA XXII . ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero Guadalcázar

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERALOGÍA	LEYES	OBRAS MINERAS
La Galana	22° 38´ 32.9" 100° 25´ 10.4"	NW40°SE 61° al NE	2.3	300	Cuarzo hematita pirita	Au 0.70 g/ton Ag 8 g/ton	Socavón y tiro
Guadalupe	22° 38´ 19.2" 100° 24´ 50.8"	NW-SE 60° al NE	7.0	70	Hematita limonita	Au 0.46 g/ton Ag 182 g/ton	Socavón interior
El Gato	22° 38´ 42.7" 100° 25´ 41.9"	E-W al N	30.0	1	Calcita hematita	Ag 16 g/ton Zn 25 %	Tiro inclinado y socavón
Sangre de Cristo	22° 38´ 43.9" 100° 25´ 21.5"	NE50°SW al SE	20.0	140	Smithsonita limonita	Au 0.2 g/ton Ag 205 g/ton	Tiro vertical
San Miguel	22° 38´ 58.0" 100° 25´ 26.6"	NE50°SW al SE	5.0	250	Hematita limonita	Au 2.2 g/ton Ag 250 g/ton	Socavón asolado
Dolores	22° 39´ 02.4" 100° 25´ 35.9"	NW35°SE 77° al NE	20.0	70	Hematita limonita	Au 0.5 g/ton Ag 150 g/ton	Tiro vertical asolado
La Cocinera	22° 38´ 51.8" 100° 25´ 46.4"	NW50°SE al NE	2.0	60	Esfalerita galena hematita cuarzo calcita	Ag 180 g/ton Pb 2.5 % Zn 3 %	Obras irregulares
Minas Viejas	22° 39´ 12.8" 100° 24´ 43.2"	NE35°SW 81° al SE	10.0	40	Cuarzo fluorita hematita esfalerita galena argentita	Ag 121 g/ton Pb 0.5 %	Obras asoladas
San Diego	22° 39´ 12.4" 100° 24´ 23.6"	NE78°SW 65° al SE	2.0	130	Hematita limonita	Ag 120 g/ton	Socavón
Promontorio	22° 39´ 17.2" 100° 25´ 22.1"	NW53°SE	20.0	45	Proustita pirita calcopirita cuarzo	Au 0.68 g/ton Ag 194 g/ton	Tiro vertical
Santa Lucía	22° 40´ 14.0" 100° 25´ 22.1"	NW15°SE	2.5	500	Cinabrio estibiconita guadalcazarita	Hg 0.3 %	Obras irregulares
San Antonio	22° 38´ 44.3" 100° 26´ 47.3"	NW15°SE	2.5	500	Cinabrio estibiconita calcita hematita	Hg 0.3 %	Obras irregulares
La Trinidad	22° 39´ 55.9" 100° 27´ 24.0"	NW15°SE	2.5	500	Cinabrio estibiconita calcita hematita	Hg 0.3 %	Obras irregulares

TABLA XXII . ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ: Relación de minas del distrito minero Guadalcázar (Continuación)

NOMBRE	COORDENADAS	RUMBO Y ECHADO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINERAS	LEYES	OBRAS MINERAS
La Luz	22° 38´ 48.8" 100° 24´ 56.3"	NW40°SE 74° al NE	1.0		Fluorita calcita pirita cuarzo	Ag 10 g/ton	Tiro vertical
El Capulín	22° 38´ 41.5" 100° 25´ 41.4"	NW54°SE 88° al SW			Manganeso calcita pirita	Ag 239 g/ton	Socavón
Ladera Verde	22° 38´ 31.7" 100° 25´ 17.7"	Irregular			Pirita cuarzo hematita	Ag 39 g/ton	Tiro vertical
La Joyita	22° 36´ 31.8" 100° 27´ 44.3"	Irregular	5.0	2 km	Calcita hematita	Al2O3 12.6 % CaO 11.9 % K2O2.9 %	Banco de arcilla
La Calera	22° 36´ 44.2" 100° 27´ 31.3"	NE65°SW 23° al NW	3.0	60	Calcita hematita cuarzo	CaCO3 95.9 % Fe2O3 0.05 % Mg CO3 3.4 %	Banco de arcilla
El Charco	22° 36´ 26.5" 100° 23´ 36.2"	Irregular	4.0	500	Cuarzo hematita	Al2O3 11.4 % CaO 0.3 % SiO2 74.2 % Blancura 0.007	Banco de arena volcánica (tizar)

FUENTE: Carta Geológico Minera Guadalcázar F14-A65, escala 1:50,000, (SGM)

A.9. Potencial y perspectivas

El distrito minero Guadalcázar ha sido explorado por varias empresas; la presencia de mineral a simple vista es atractiva presentándose una gran variedad de ellos sin embargo no se ha podido definir concentración importante desde el punto de vista económico.

A.10. Reservas

La exploración realizada en la zona por el Consejo de Recursos Minerales (SGM), han hecho posible estimar reservas del orden de 100 mil toneladas con leyes de 19.40% de zinc y 207 mil toneladas de reservas indicadas con ley de 3.13% de zinc en calaminas; 623,784 ton probable con ley de 0.79 g/ton de plata en la zona de oxidación dentro del granito y 19,418 ton de terreros, con ley de 2.33 g/ton de oro y 279 g/ton de plata.

B. Zona mineralizada La Tapona

B.1. Localización geográfica

Esta zona se localiza en la porción central del Estado sobre la sierra La Tapona, ubicada a 5 km, al noreste de la ciudad de San Luis Potosí, en el municipio de Villa Hidalgo.

B.2. Ambiente geológico local

La geología de esta zona está conformada por la Formación El Abra-Tamasopo, del Cretácico superior, Albiano-Santoniano, como unidad más antigua compuesta por calizas de color gris conteniendo mineralización de mercurio, estroncio, caolín, y antimonio (Figura 46). Esta Formación subyace en forma discordante a una alternancia de lutitas y areniscas de la Formación Cárdenas, que afloran al Este y sureste de La Tapona. Esta Formación se presenta como roca encajonante de la mineralización de plata, plomo, zinc y cobre que se asocia a vetas de cuarzo. Las rocas anteriores son cubiertas parcialmente por pequeños derrames de basalto que afloran al sureste del área. El conglomerado y el aluvión se encuentran rellenando cuencas, valles en las faldas de las sierras.

B.3. Yacimientos minerales

La zona La Tapona tuvo una intensa actividad minera en diferentes épocas en que se extrajeron de sus minas mercurio, estroncio, caolín y antimonio existiendo también mineralización en pequeña escala de plata, plomo, zinc y cobre. Las minas de mercurio que se localizan en la sierra de Los Librillos, principiaron a ser trabajadas en el año de 1872 y solo han explotado una pequeña porción de sus yacimientos, ya que se trabajaron en forma rudimentaria y sin ningún sistema. La mineralización de cinabrio con ganga de arcilla y calcita se alojan en calizas de la Formación El Abra, formando bolsadas que son interrumpidas, bruscamente por fallas haciendo errática la continuidad de las estructuras, la ley promedio de los cuerpos mineralizados varía de 6 a 8% de mercurio.

Las minas de estroncio se localizan a 15 km, al noreste del poblado La Tapona, fuera de la zona limitada por la Figura 46, las cuales fueron explotadas en la época de la segunda guerra mundial.

El mineral de estroncio se encuentra en las calizas de la Formación El Abra rellenando fisuras de 0.50 a 1 m, de espesor con rumbo N30°W y ley de 40% de sulfato de estroncio. La explotación se ha realizado siempre de manera artesanal.

Las minas de antimonio se encuentran 10 km, al poniente del poblado La Tapona y al sur del Cañón de las Bateas, las principales son Noemí, El Retiro.

El mineral que se extrae es óxido de antimonio que se presenta en forma de cuerpos irregulares relleno de fisuras y cavidades, en las calizas de la Formación El Abra.

La mineralización de plata, plomo y zinc se encuentra en dos lugares, uno al sur de La Tapona en el rancho El Pocito, en donde la mineralización se presenta en forma irregular y concordante a la estratificación en las areniscas y lutitas de la Formación Cárdenas, en forma de vetas de fisura, compuesta de cuarzo y calcita.

La mineralización de caolín se localiza al poniente de Chancanquero y al norponiente de Núñez, encontrándose emplazada en fallas en calizas de la Formación El Abra es un caolín de buena calidad, pero de volumen reducido.

B.4. Tipo y dimensiones de estructuras

La mineralización de mercurio (cinabrio), se encuentra relleno de espacios abiertos, formando bolsadas de dimensiones variables y escasas profundidades; el estroncio (celestita) se encuentra relleno de fisuras con espesores de 0.5 a 1 m, y longitudes que varían de 10 a 100 m.

El antimonio se presenta en vetas de espesor promedio de 1m, y longitudes máximas de 100 m., la mineralización de plata, plomo y zinc se encuentra en óxidos y sulfuros en cuerpos irregulares y concordantes a la estratificación, la dimensión de los cuerpos irregulares son de 5 m, de diámetro y profundidades de 8 a 10 m; longitudes de 11 m, y espesor de 0.20 a 2 m, en los cuerpos concordantes. Los cuerpos que se encuentran en el rancho de Noria de Las Flores, se presentan en forma de vetas de cuarzo con anchos desde unos cuantos centímetros a 18 m, y longitudes de 2,200 m.

