

I.- INTRODUCCIÓN

El hierro (5.6%) después del silicio (28%) y el aluminio (8.2%) es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre (Dott y Lyman, 1988). El hierro ha sido un metal muy importante para el desarrollo de muchas civilizaciones, actualmente además de ser materia prima para la fabricación de acero, se emplea en pigmentos, cemento, refractarios básicos, en la fundición de los metales no ferrosos y como un constituyente en algunos agentes catalíticos, (Bateman, 1982).

El acero, que es el producto principal que se obtiene a partir del hierro, empezó a emplearse comúnmente en el siglo XIV. Se producía en alto horno, para entonces Gran Bretaña con sus recursos de hierro y hulla se convierte en la primera y más importante nación industrial moderna (Bateman, 1982).

Se sabe que las mayores concentraciones de Fe se encuentran en minerales como la magnetita con el 72.4 % del total de su composición, aunque también se consideran como minerales de mena la hematita, siderita y en menor proporción limonita (Rose, 1979).

En concentraciones económicas, se encuentra en una gran variedad de depósitos: en forma de diferentes cuerpos intrusivos (cuerpos tabulares, vetillas y brechas mineralizadas) y extrusivos (derrames de lava), vetas, cuerpos de reemplazo principalmente en calizas, y en depósitos estratiformes, los cuales se relacionan con procesos magmáticos, metasomáticos y sedimentarios.

Actualmente, los yacimientos más grandes del mundo que se conocen en orden, de mayores a menores en reservas son: los que se hospedan en rocas de edad precámbrica, como son los depósitos de hierro sedimentario (BIF) en el Lago Superior, en Estados Unidos y Canadá, los de Itabira en Brasil; los de origen magmático, en Kirunavaana Suecia; o en yacimientos asociados a brechas hidrotermales complejas, como el de Olympic Dam, en Australia. Otro depósito sedimentario son los depósitos de hierro oolítico. Estos alcanzan volúmenes considerables y están constituidos por acumulaciones de hematita con textura oolítica a pisolítica (Corona-Esquivel, 2004).

La producción mundial de hierro se ha ido incrementando en los últimos años. En el 2007 se registró una producción mundial de 1,900 millones de toneladas y en el 2008 una producción de arriba de 2,000 millones de toneladas, (CAMIMEX, 2008).

2009 fue un año complejo, la producción mundial de acero cayó en un nivel que no se había observado al menos en las últimas 2 décadas, y no sólo eso, sino que representó una caída por segundo año consecutivo.

La producción mundial de acero cayó por segunda ocasión consecutiva en el 2009, en un nivel de -8% con respecto al 2008, previamente en el 2008 había caído a -1.4% con respecto al 2007.

Antes del año 2008, la producción de acero mundial no había registrado una caída desde 1998, cuando llegó a -2.7% en aquel entonces.

En el 2009, China produjo el 47 % de la producción mundial con 567 millones de toneladas y un incremento anual excepcional de 13.5 %. 2008 y 2009 fueron los años en que China siguió un rumbo distinto al resto del mundo, ya que mientras la producción de acero de la mayoría de los países descendió en esos años, la producción del país asiático registró crecimientos anuales, como se aprecia en la figura 1.1, (CAMIMEX, 2010).

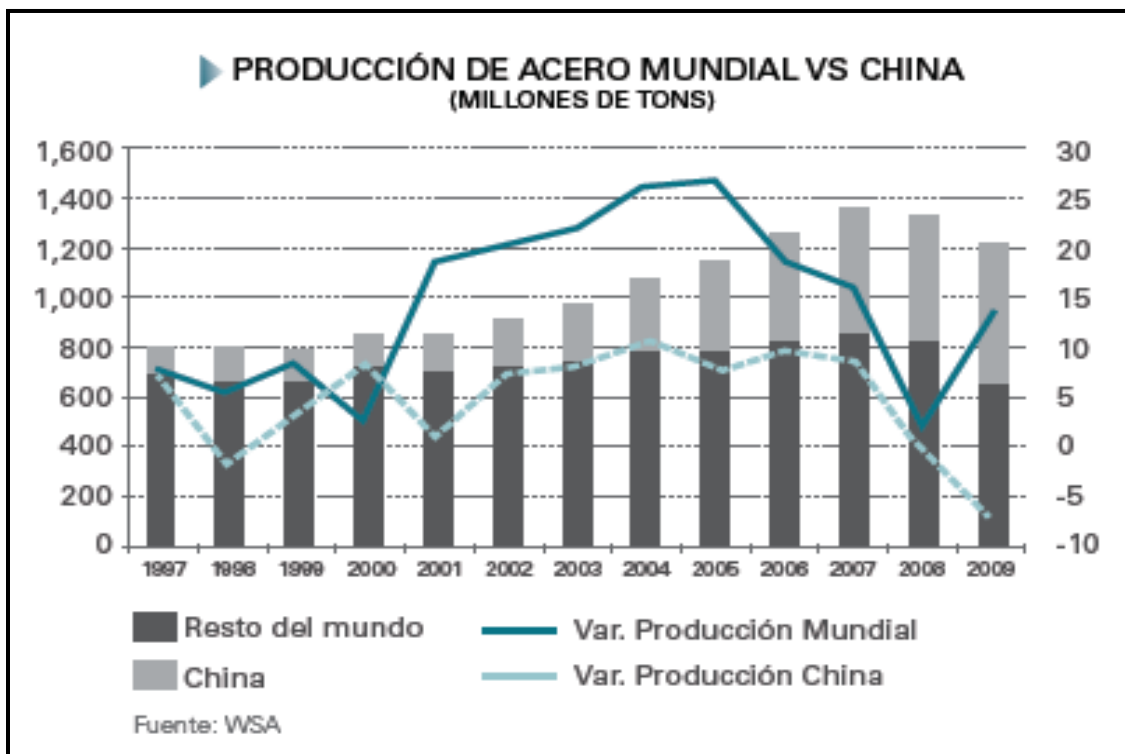


FIGURA 1.1 Producción de acero Mundial vs China.

Desde 1993 EUA había permanecido como el tercer productor más grande del mundo, en 2008 registró 91 millones de toneladas, mientras que en 2009 cayó estrepitosamente a un nivel de 59 millones de toneladas. China, India e Irán fueron los únicos países que registraron alza en su producción en el 2009, dentro de los primeros 20 productores.

México gana una posición en el 2009 con 15.2 millones de toneladas, para ocupar el sitio 14 de los mayores productores, después de haber estado por varios años en el sitio 15, como se observa en la tabla 1.1 (CAMIMEX, 2010).

MAYORES PRODUCTORES DE ACERO EN EL MUNDO
(MILLONES DE TONELADAS)

Países	2009	2008	2007	2006	2005	2004	Var % 09 / 08
China	567.8	500.3	489.3	419.1	352.2	282.9	13.5
Japón	87.5	118.7	120.2	116.2	112.5	112.7	-26.3
Rusia	59.9	68.5	72.4	70.8	66.1	65.5	-12.5
EUA	58.1	91.4	98.1	98.6	94.9	99.7	-36.4
India	56.6	55.1	53.1	49.5	45.8	32.6	2.7
Corea del Sur	48.6	53.6	51.5	48.5	47.8	47.5	-9.4
Alemania	32.7	45.8	48.6	47.2	44.5	46.4	-28.7
Ucrania	29.8	37.3	42.8	40.9	38.6	38.7	-20.2
Brasil	26.5	33.7	33.8	30.9	31.6	32.9	-21.4
Turquía	25.3	26.8	25.8	23.3	21	20.5	-5.6
Italia	19.7	30.6	31.6	31.6	29.3	28.6	-35.5
Taiwán	15.7	19.9	20.9	20	18.9	19.6	-20.8
España	14.3	18.6	19	18.4	17.8	17.6	-23.3
México	14.2	17.2	17.6	16.4	16.2	16.7	-17.7
Francia	12.8	17.9	19.2	19.9	19.5	20.8	-28.2
Irán	10.9	10	10.1	9.8	9.4	8.7	9.1
Reino Unido	10.1	13.5	14.3	13.9	13.2	13.8	-25.4
Canadá	9	14.8	15.6	15.5	15.3	16.3	-39.6
Sudáfrica	7.5	8.3	9.1	9.7	9.5	9.5	-9.5
Polonia	7.2	9.7	10.6	10	8.3	10.6	-25.9
Resto	105.80	135.3	142.4	136.8	130.6	130.3	-21.8
Total	1,219.70	1,326.50	1,345.80	1,247.30	1,144.10	1,071.50	-8.00

Fuente: WSA, año 2009

TABLA 1.1 Mayores productores de acero a nivel mundial.

La producción de acero en Latinoamérica en el 2009 cayó 20%, al pasar de 65.5 millones de toneladas en el 2008 a 52.7 millones de toneladas en el 2009. Los 12 millones de toneladas perdidas en el último año obedecen principalmente al fuerte descenso en la producción en Brasil, el cual perdió casi 7 millones de toneladas en el 2009, seguido de México que dejó de producir 3 millones de toneladas en el mismo año, como se puede observar en la figura 1.2 (CAMIMEX, 2010).

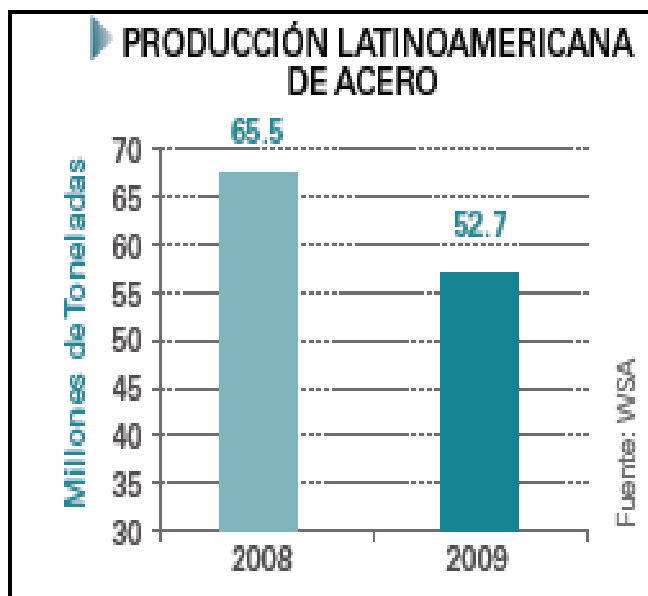


FIGURA 1.2 Producción de acero en Latinoamérica.

De enero a septiembre del 2009 la producción de acero en México cayó 42%, sin embargo, la actuación de la industria en el último trimestre evitó que la producción acumulada al cierre del año descendiera estrepitosamente, como se observa en la figura 1.3 (CAMIMEX, 2010).

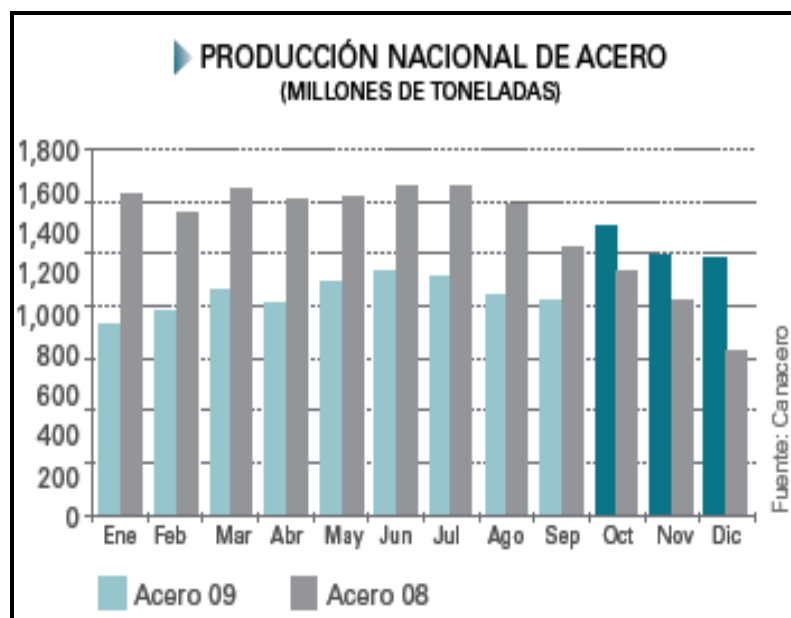


FIGURA 1.3 Producción nacional de acero.

Con base en cifras preliminares, en el 2009 se produjo un nuevo orden en los mayores fabricantes de acero, Ternium fue la única empresa mexicana que registró por 2.1%. No sólo logró eso, ocupó el primer lugar como fabricante de acero en el año, mientras que “ArcelorMittal” afectada por 1 mes de huelga, cayó del primer sitio en 2008 a la posición tercera en el 2009, AHMSA fue la segunda empresa que produjo más durante el año, misma que también rebasó la producción de “ArcelorMittal”, como se observa en la tabla 1.2 (CAMIMEX, 2010).

**PRODUCCIÓN NACIONAL DE ACERO POR EMPRESA.
(MILES DE TONELADAS)**

Acería	2009*	2008	2007	2006	Var % 09 / 08
ArcelorMittal	2,867	4,987	5,192	4,784	-42.5
AHMSA	2,990	3,667	3,541	3,366	-18.5
Ternium	3,038	2,975	3,212	3,222	2.1
Deacero	2,038	2,089	2,126	1,568	-2.4
Tamsa	701	825	810	943	-15.0
Otras	2,323	2,666	2,692	2,564	-12.9
Total	13,957	17,209	17,573	16,447	-18.9

Fuente: Canacero
*preliminares

TABLA 1.2 Producción nacional de acero por empresa.

En cuanto a las reservas mundiales de mineral de hierro en el 2009, éstas se han mantenido distribuidas casi de la misma manera como en el 2008.

Ucrania es el país que cuenta con las mayores reservas internacionales, con el 19% de participación, seguido de Rusia con el 16% y China con 14%.

México sólo cuenta con 0.4% de participación de las reservas de este commodity (mercancía y/o materias primas), obsérvese la figura 1.4 (CAMIMEX, 2010).

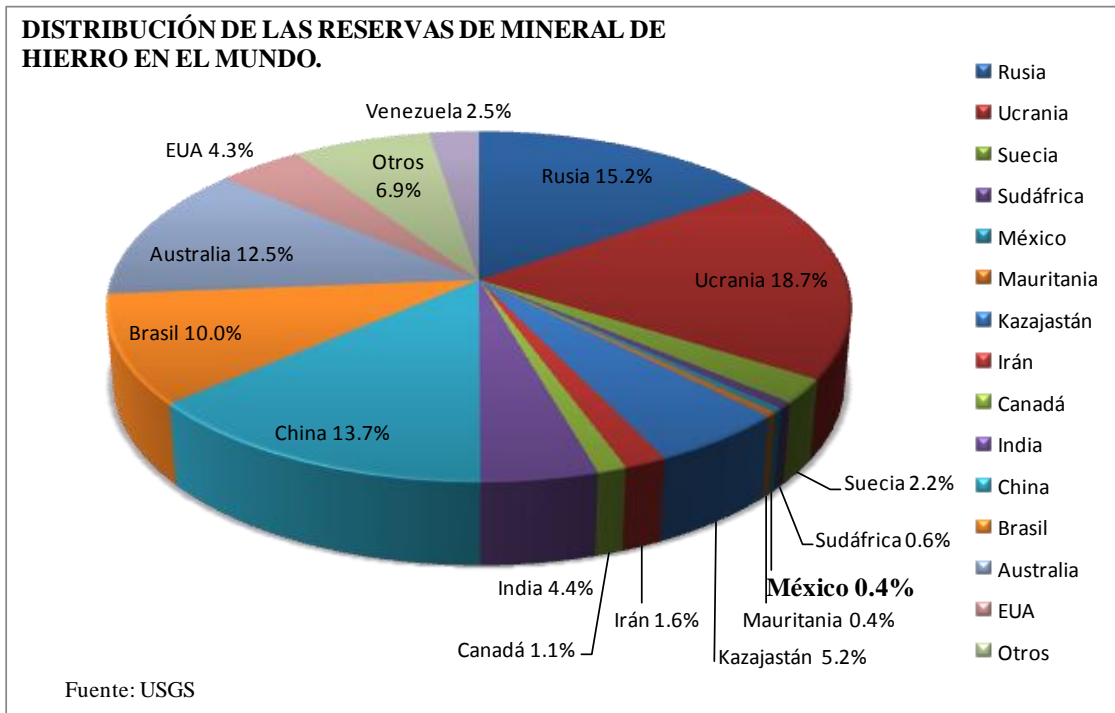


FIGURA 1.4 Distribución de reservas de mineral de hierro en el mundo.

Grupo Acerero del Norte (GAN) cuenta con el 42.3% de las reservas de mineral de hierro en México, “ArcelorMittal” con 24.3 %, Peña Colorada con 18.8 %, y Ternium con 14.7 %, como se observa en la figura 1.5. A pesar de haber sido un año complicado, las reservas de mineral en México aumentaron en casi 13% durante 2009, (CAMIMEX, 2010).

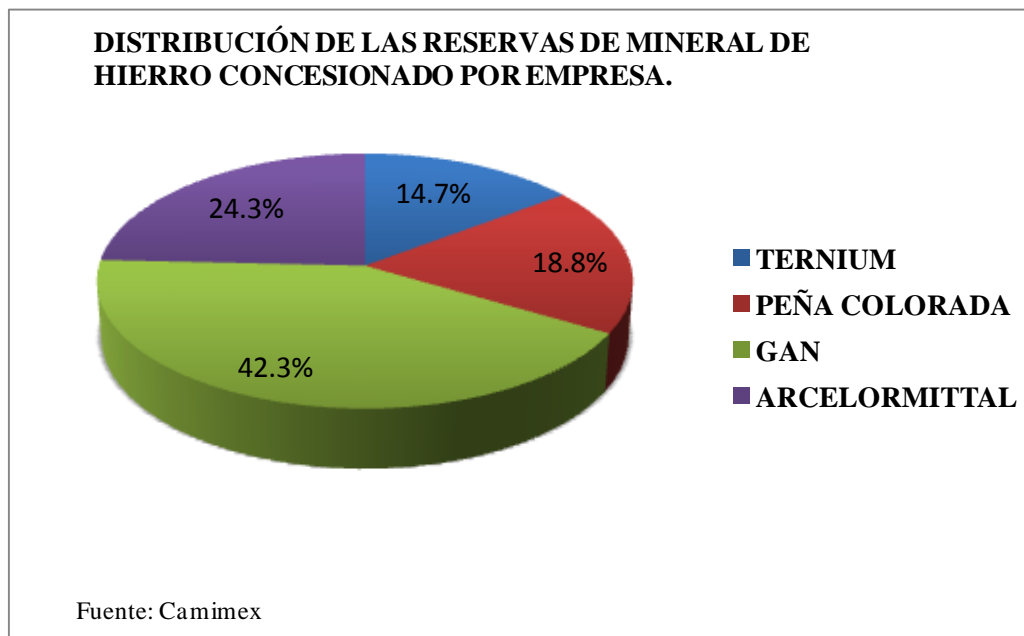


FIGURA 1.5 Distribución de reservas de mineral de hierro concesionado por empresa en México.

Con la finalidad de incrementar la capacidad productiva de la planta siderúrgica de “*ArcelorMittal*”, el departamento de geología y exploración elaboró un programa integral de exploración y barrenación a diamante a nivel local con el fin de incrementar reservas minables (reservas probadas de mena, JORC, 2004), dando continuidad a los resultados de la prospección efectuada por el COREMI (1974), IMP (1981-1985), SIDERMEX (1989-1992), SICARTSA (1991 y 2002) y SERMMOSA (1995) quienes concluyeron en sus informes la evaluación detallada de los proyectos dentro del distrito minero Las Truchas.

Es por ello que en el año 2010 “*ArcelorMittal*” está invirtiendo una cantidad de 16 millones de dólares en mejoras, exploración y desarrollo minero (CAMIMEX, 2010).

I.1.- OBJETIVO

Conocer las características estructurales y mineralógicas de los cuerpos de mineral, así como el ambiente geológico en el que se formaron, con lo cual se obtendrán parámetros guía para la exploración de nuevas áreas.

Elaboración de un plan de barrenación a diamante para los proyectos El Tubo, La Cruz y Acalpican, el cual consta de 103 barrenos a diamante, con un total de 40,601 m, y con un plazo de ejecución de 6 meses, esto, con el fin de incrementar los recursos de mineral inferidos y medidos, para garantizar las operaciones de “*ArcelorMittal*” a largo plazo y así atender la demanda de acero que requiere la industria siderúrgica.

I.2.- LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

El distrito minero Las Truchas se encuentra localizado en el municipio de Lázaro Cárdenas; Michoacán a 2 km al NW del poblado de La Mira, comprendido dentro de las coordenadas geográficas:

18°00'36"-18°04'12" latitud Norte

102°20'12"-102° 25' 12" longitud Oeste.

El distrito minero Las Truchas se localiza en el municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Partiendo de la planta siderúrgica “*ArcelorMittal*” se utiliza la carretera federal No. 200 (Zihuatanejo – Manzanillo) y después de un trayecto de 17 km se llega al poblado de La Mira, Michoacán, después se continua por la carretera federal No. 37 con rumbo a Uruapan, Michoacán, a 1 km se encuentra la desviación que conduce a las oficinas principales de “*ArcelorMittal*” división minas, obsérvese figura 1.6.

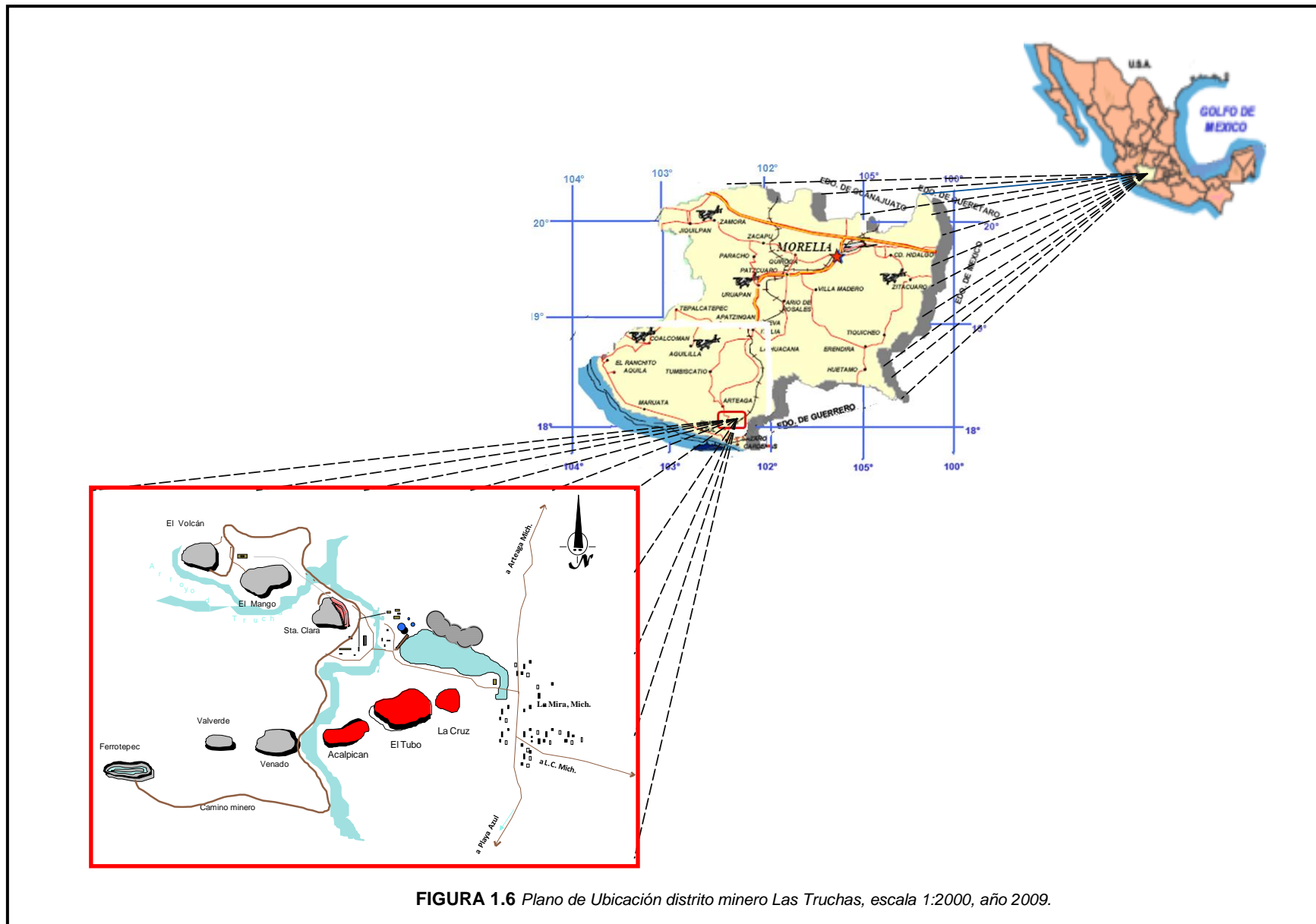


FIGURA 1.6 Plano de Ubicación distrito minero Las Truchas, escala 1:2000, año 2009.

I.3.- CLIMA

El clima de esta región es muy similar al de toda la franja costera de los estados de Guerrero y Oaxaca, esto es, corresponde al clima tropical lluvioso, con una temporada bien definida de lluvias y un invierno y primavera secos. Las lluvias comienzan regularmente a mediados de junio y se extienden hasta los meses de septiembre u octubre.

En cuanto a temperatura se refiere, la temperatura media mensual varía muy poco teniendo una oscilación menor de 5° C. El promedio anual de la temperatura máxima es de 38° C. La zona presenta temperaturas promedio anual de 26.9° C tanto en enero como en mayo.

La temperatura mínima promedio en enero es de 27° C y en mayo de 30° C, las temperaturas máximas extremas oscilan entre 36° C y 39° C.

I.4.- MÉTODO DE TRABAJO

1. Compilación y análisis de la información existente del área de estudio.
2. Interpretación de imágenes de satélite, planos aeromagnetométricos y planos magnetométricos terrestres (SGM, 2008), secciones y planos geológicos, realizados en el distrito minero Las Truchas y en las zonas de interés (SICARTSA, 1991 y 2002).
3. Se uso el banco de datos del muestreo del yacimiento El Tubo (SICARTSA, 1991).
4. Realización de trabajo de campo para actualizar la geología de la zona de estudio.
5. Con base en la geología de campo realizada en las áreas de estudio, se cambiaron las coordenadas locales a coordenadas UTM Nad 27.

Con base en la información analizada de planos y secciones geológicas, planos aeromagnetométricos y magnetometría terrestres, imágenes de satélite de las áreas de estudio y del modelo geológico del proyecto El Tubo, se fijó un plan de trabajo tanto de campo como de gabinete, el cual consistió en la verificación de rasgos estructurales, litológicos y mineralógicos en el área de estudio, esto se llevó a cabo a fin de realizar un plan de barrenación a diamante (preparación de plantillas para las maquinas, logueo de los núcleos de barreno, correlación e interpretación de secciones geológicas) para incrementar las reservas de mineral de hierro del distrito minero Las Truchas, para satisfacer la demanda que requiere “*ArcelorMittal*”, para incrementar la vida útil de la mina y su planta de beneficio, así como generar un mayor número de fuentes de trabajo dentro la misma y su planta de productos terminados.

I.5.- ANTECEDENTES

Se tiene conocimiento de trabajos realizados en el año de 1905, por la Compañía Minas de Fierro del Pacífico, S.A., la cual denunció los depósitos de fierro de Las Truchas, (SERMMOSA, 1995).

En el año de 1959 se llevaron a cabo trabajos de exploración por parte del Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales (I.N.I.R.M.), estudios que fueron publicados bajo el título: “Los Yacimientos Ferríferos de Las Truchas, Michoacán”, en el boletín No. 46 por el ingeniero E. Mapes y colaboradores de la misma institución (Mapes-Velázquez *et al.*, 1959).

En 1964, mediante un convenio establecido entre las dependencias de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y el Consejo de Recursos Naturales No Renovables (C.R.N.N.R.), a través de un programa para el desarrollo, se llevó a efecto el levantamiento aeromagnetométrico de la porción sur del estado de Michoacán y el sureste del estado de Guerrero, mediante vuelos realizados a 300 m, donde se observaron por primera vez las anomalías existentes en el distrito ferrífero Las Truchas, (SICARTSA, 1991).

En 1974 el Consejo de Recursos Minerales (CRM) llevó a cabo 2 vuelos aeromagnetométricos, uno a 160 m y otro a 120 m de altitud, con lo que se comprobaron

las anomalías del distrito ferrífero Las Truchas. Las anomalías de El Tubo, La Cruz y Acalpican se clasificaron de 1er orden, por el intervalo en que se presentaron las anomalías que son entre 30,000 y 75,000 gammas, siendo éstas de interés para este trabajo de tesis (CRM, 1974).

En 1976 se iniciaron las actividades de la planta Siderúrgica Lázaro Cárdenas Las Truchas S.A. de C.V., (Rodríguez-Medina *et al.*, 1995).

En el año de 1980 PEMEX con el acuerdo de las empresas siderúrgicas Altos Hornos de México, S.A. (AHMSA); Fundidora de Monterrey S.A. (FMSA); Siderúrgica Lázaro Cárdenas Las Truchas, S.A. (SICARTSA); Hojalata y Lámina, S.A. (HYLSA); Consorcio Minero Benito Juárez, Peña Colorada, S.A. (CMBJPCSA), y el Consejo de Recursos Minerales (CRM) establece el Programa Integral de Exploración de Mineral de Hierro que incluyó numerosos prospectos para la realización de estudios geológicos, geofísicos y de barrenación a diamante preliminar. En 1983 dicho programa pasa al Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) en donde continua con la misma finalidad y objetivos, bajo el auspicio económico de PEMEX, (IMP, 1984).

Los informes técnicos de estos trabajos permitieron definir en buena medida la estratigrafía de la zona, morfología de los depósitos y hacer consideraciones acerca de la génesis mineral.

En noviembre de 1988 la división de materias primas SIDERMEX firmó con SICARTSA un contrato de servicios, comprometiéndose a definir el programa estratégico de suministro de ferríferos que incluye como punto más relevante la responsabilidad sobre la exploración y evaluación de los prospectos y yacimientos ferríferos en el área de influencia de SICARTSA. El programa inicia formalmente en 1989, estimándose cumplir con el programa total en un tiempo de 5 años (SIDERMEX, 1989).

En diciembre de 2006, “*ArcelorMittal*” adquirió SICARTSA, el principal fabricante mexicano de productos largos (long steel).