

V  
33

**UNAM**



96

**TESIS-BCCT**

424(300)  
R02.1

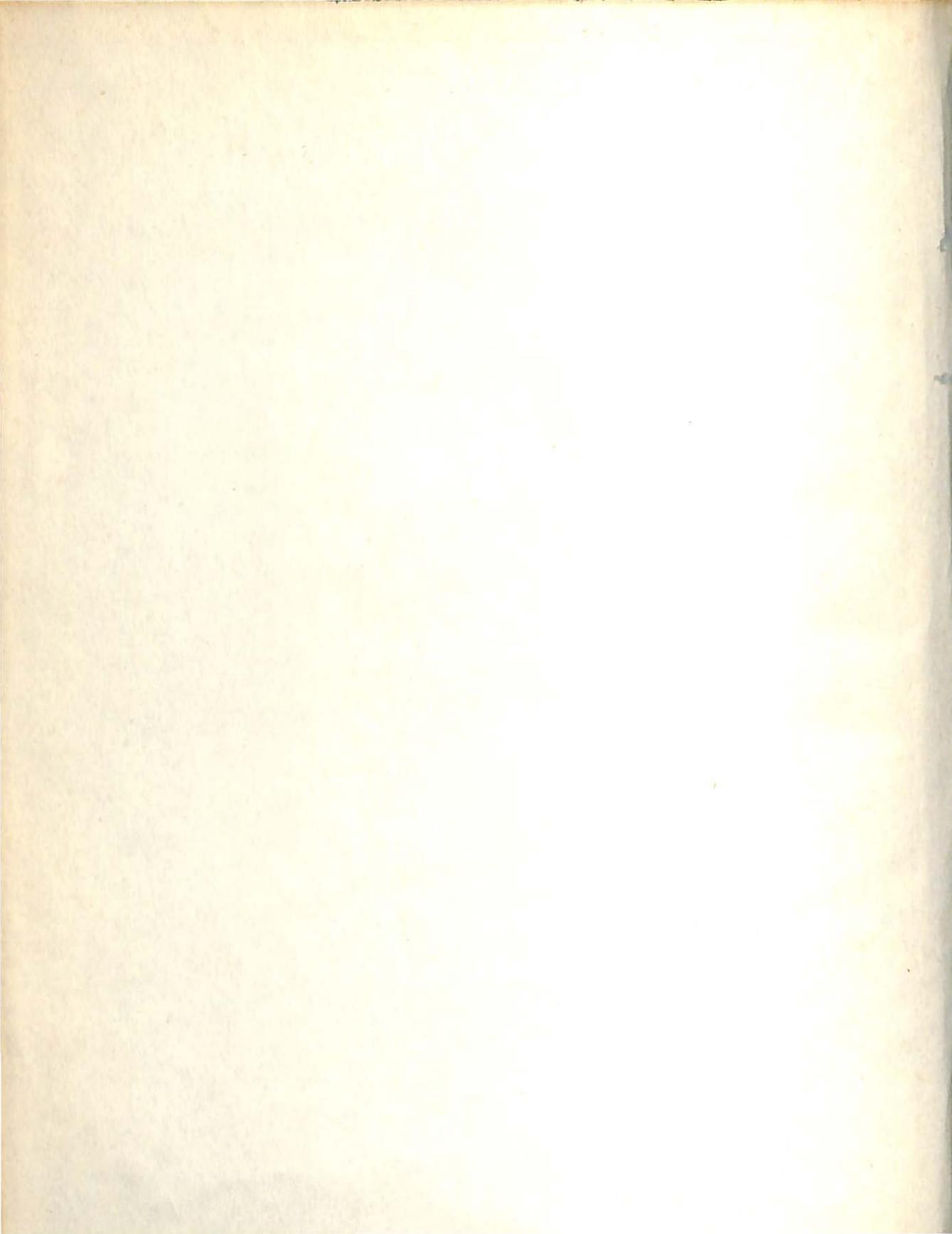




INSTITUTO DE GEOLOGIA  
BIBLIOTECA

T-101

96



Colegio del Estado  
Guanajuato, Gto. " " "

Desarrollo de los problemas que para su  
examen recepcional de

**Ingeniero de Minas y  
Metalurgista y Topó-  
grafo e Hidromensor,**

fueron propuestos al alumno

**VICTOR SANTIAGO ROCHA M. ORENDO**



424(300)  
Ro 2 l

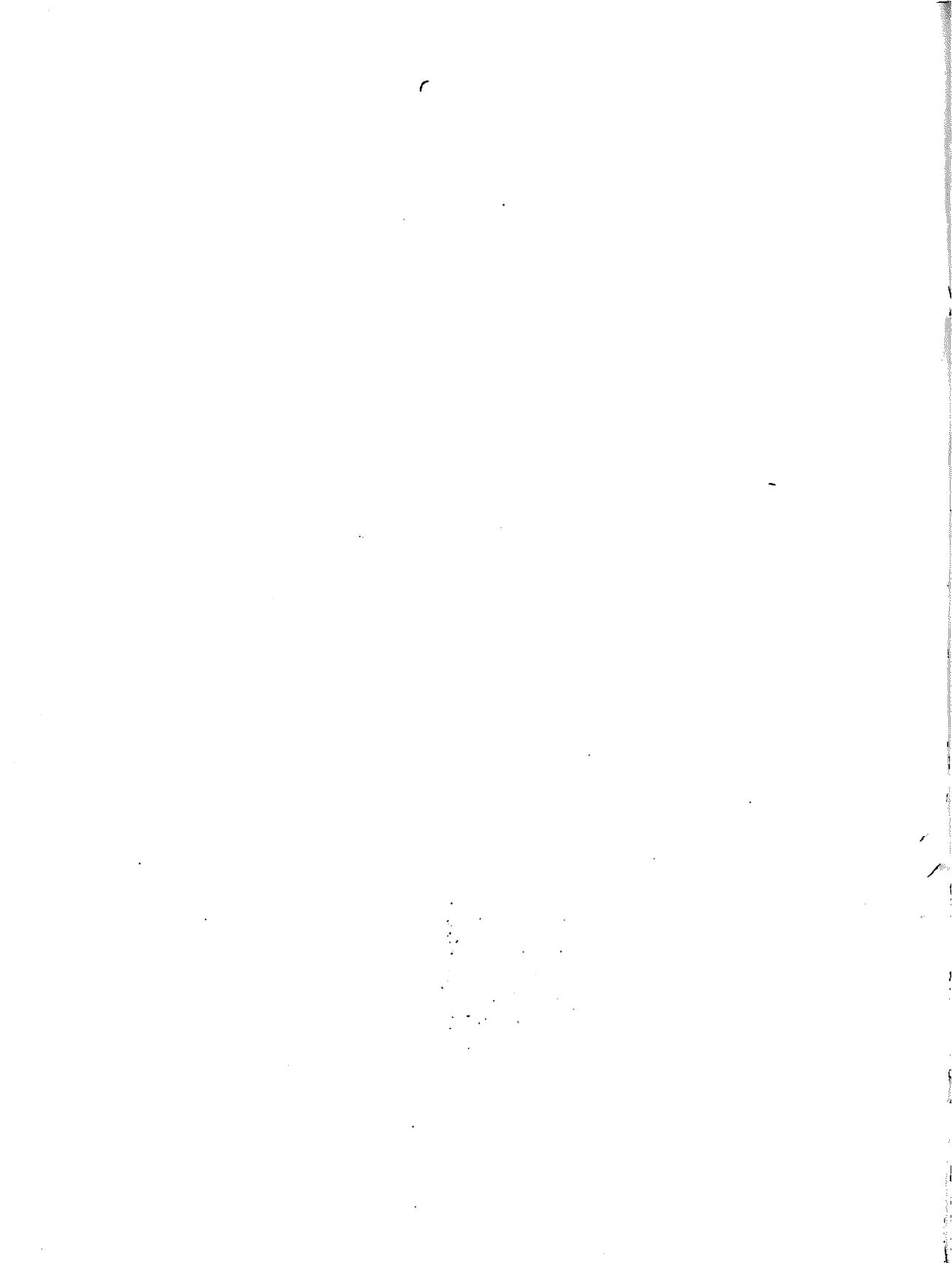
**Guanajuato,  
enero de 1943**

CLASIF. RMS 1943 E1  
ADQUIS. I-101  
FECHA .....  
PROCED .....  
S.....

a la Biblioteca del Instituto Geológico  
Nacional con profunda satisfacción.

Abril 5 de 1943

V S Rocha M



**Colegio del Estado**  
**Guanajuato, Gto. . . .**

**Desarrollo de los problemas que para su**  
**examen recepcional de**

**Ingeniero de Minas y**  
**Metalurgista y Topó-**  
**grafo e Hidromensor,**

**fueron propuestos al alumno**

**VICTOR SANTIAGO ROCHA M.**



**Guanajuato,**  
**enero de 1943**

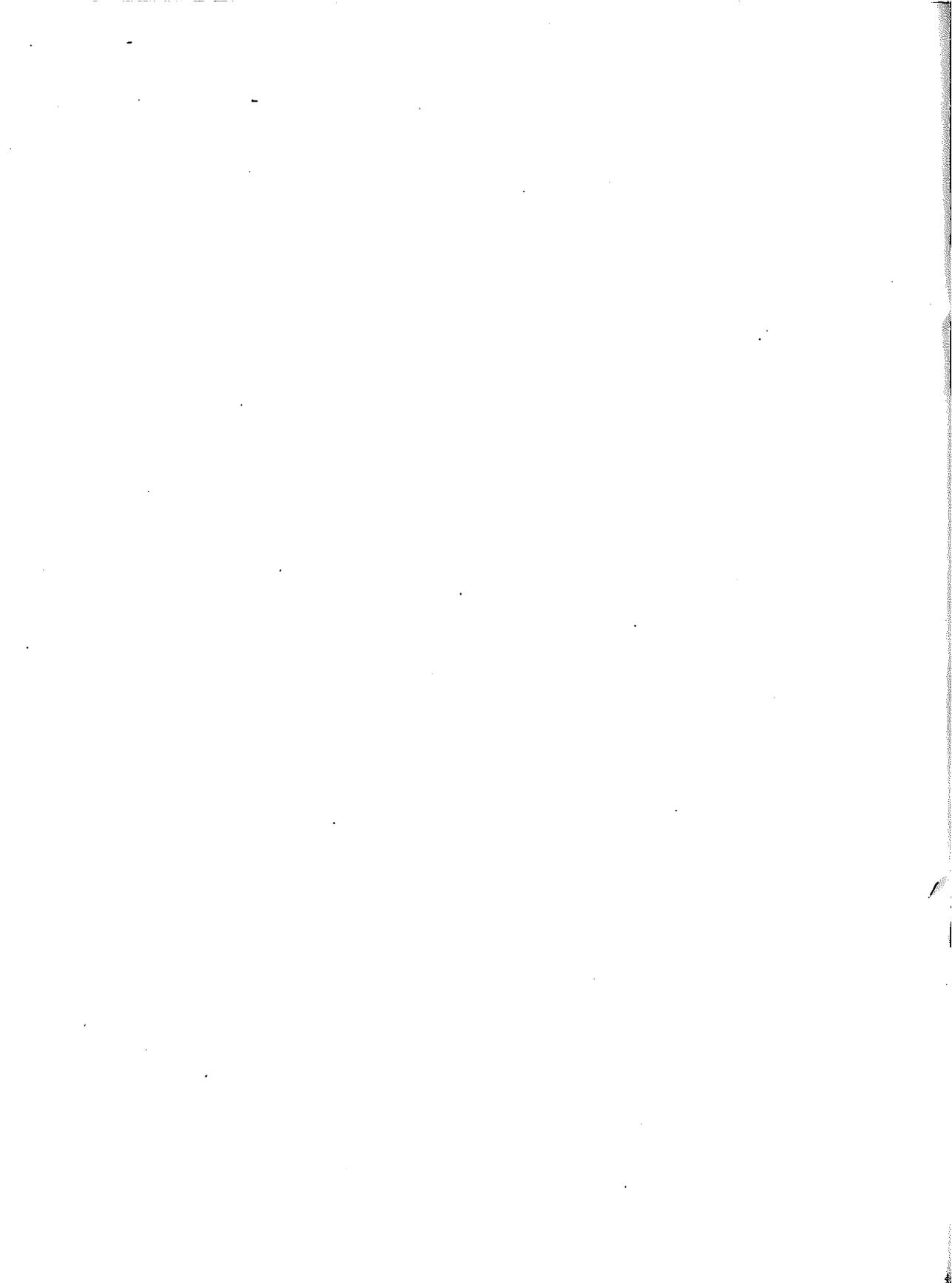
42.4(300)

2022

**A la memoria de mi padre**

**Sr. Pascual Rocha,**

**que con fecha de hoy, vé realizados  
los deseos que un padre cariñoso  
tiene para sus hijos.**



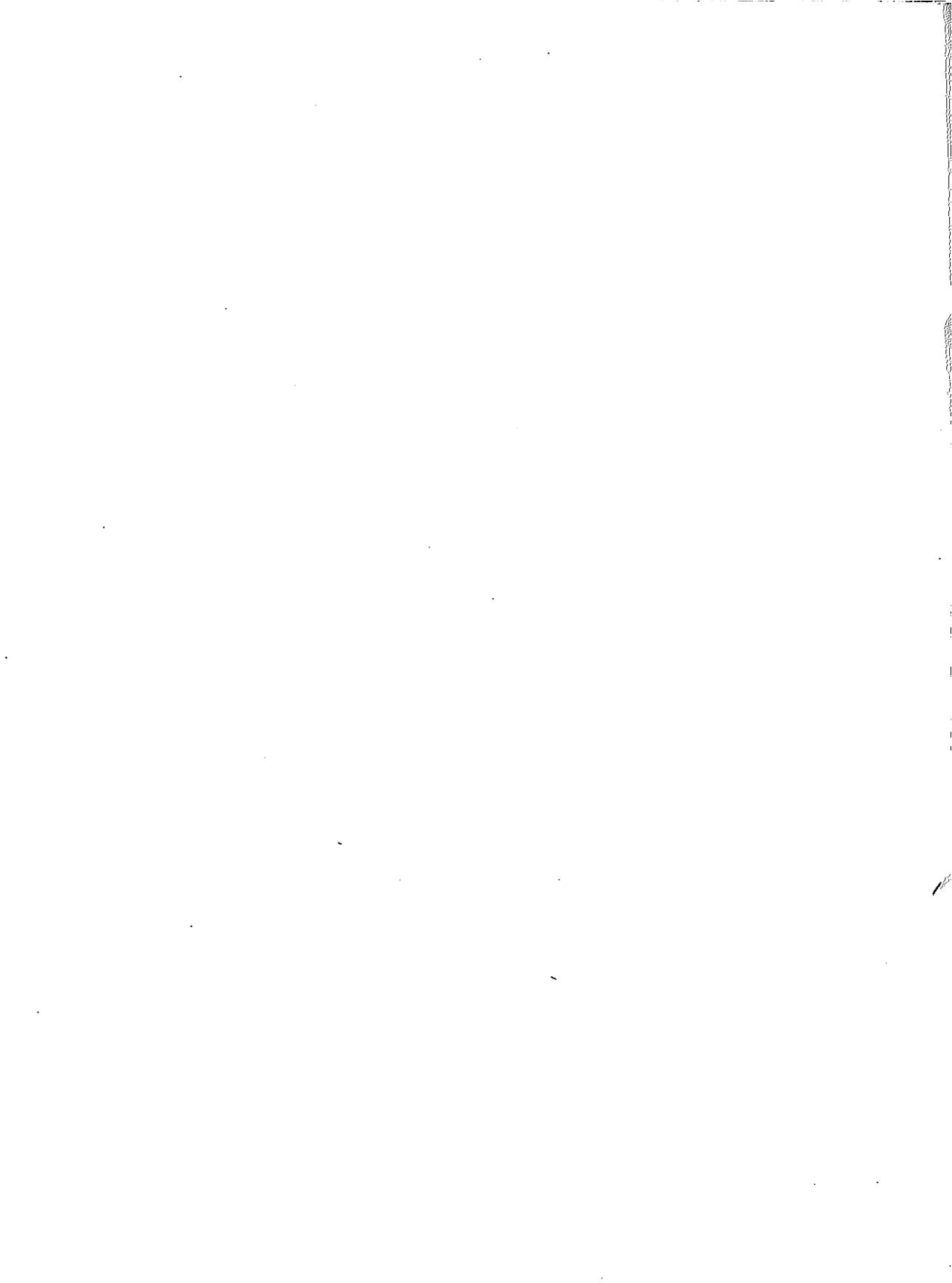
**A mis queridos tíos**

**Sr. Manuel Quiroz y**

**Florentina R. de Quiroz,**

**que con sus consejos, sacrificios, abnegación  
y cariño paternal, han sabido conducirme  
por el camino recto y supieron dar cumpli-  
miento a los deseos de mi Padre.**

**Para ellos, mi gratitud eterna y sincera**



**A mi madre**

**Sra. Angelina Moreno Uda. de Rocha,**

**con todo el inmenso cariño y gratitud  
que le profesó.**

**A mi abuelo**

**Sr. Enrique Rocha,**

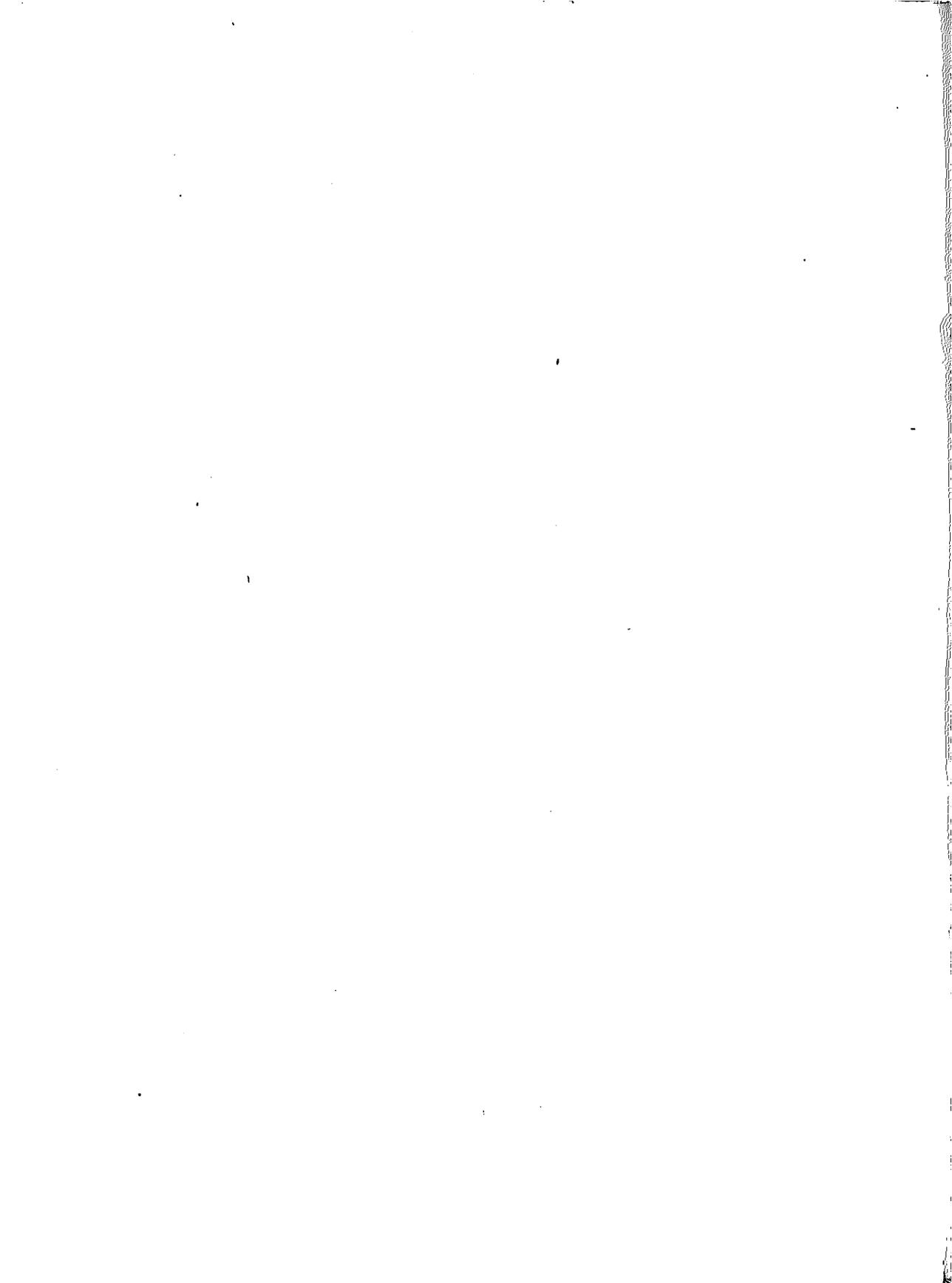
**a quien tanto quiero.**

**A mis hermanas**

**Angelina, Estela y Enid.**

**Como prueba de amor fraternal.**

**A todos mis tíos, con gran afecto.**



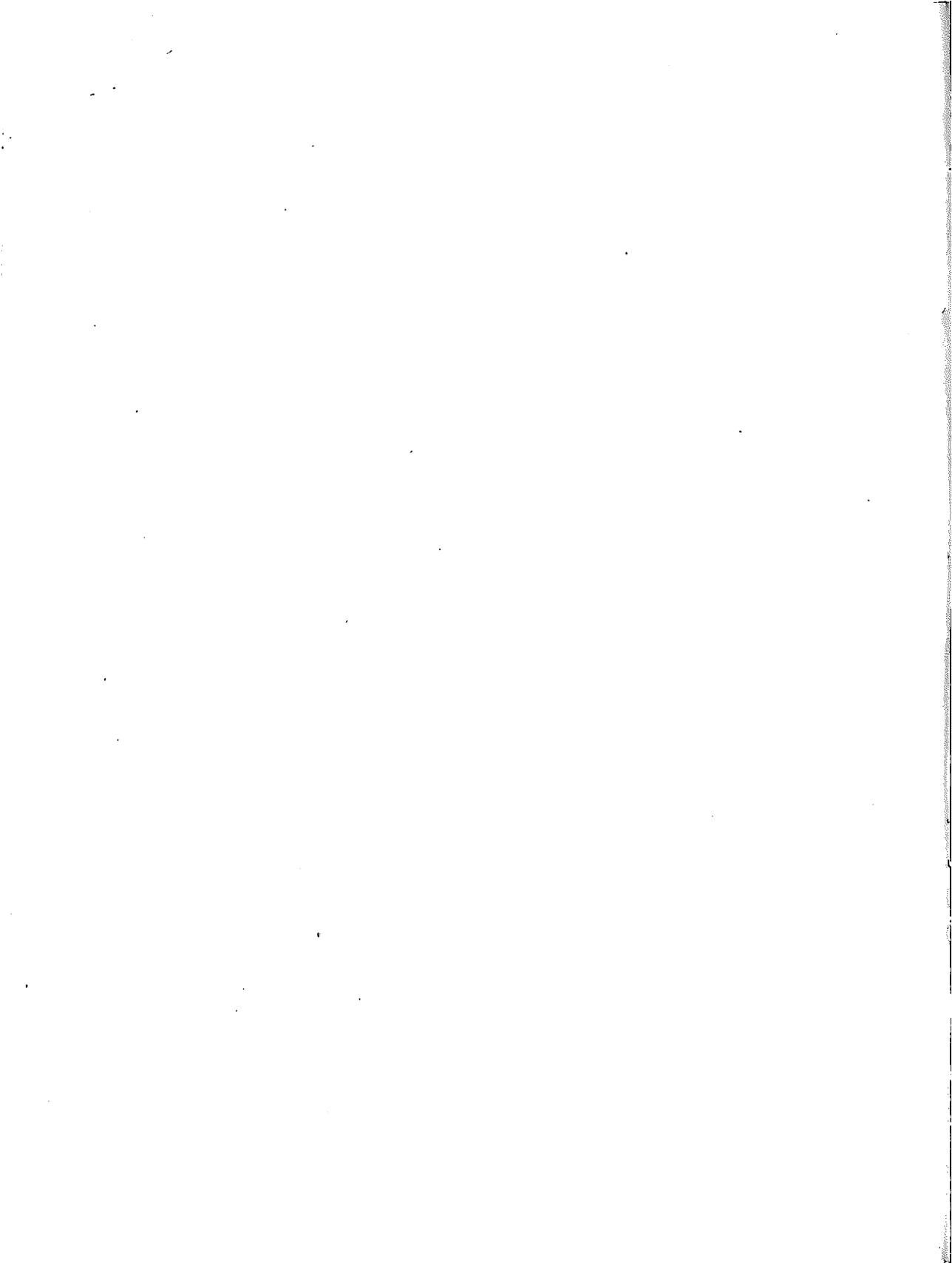
# **P r o b l e m a s**

**Propuestos al señor Victor Santiago Rocha M., para su examen recepcional de Ingeniero de Minas y Metalurgista, Topógrafo e Hidromensor:**

- 1.—Hará los levantamientos topográficos necesarios, de las minas situadas dentro de los grupos El Cedro, La Unión y Santo Niño para relacionarlos con el estudio geológico a que se hace mérito en el problema número 2.
- 2.—Estudio geológico minero de la zona SE de la Veta Madre del distrito minero de Guanajuato, comprendiendo los grupos de minas mencionadas en el primer tema.
- 3.—Programa de Exploraciones y Desarrollos de los grupos de minas antes mencionados.
- 4.—Descripción de la Planta de Beneficio de minerales por cianuración, denominada el "Santo Niño", y futuro de la misma en relación con las minas situadas en su proximidad.

Guanajuato, Gto., Diciembre de 1942.

El Presidente del Jurado, **Ing. Enrique Guerra y Aguilar.**



## **Problema Número 1**

**Hará los levantamientos topográficos necesarios de las minas situadas dentro de los grupos, El Cedro, La Unión y Santo Niño, para relacionarlos con el estudio geológico a que se hace mérito en el problema número 2.**



Para satisfacer este punto ejecuté los levantamientos de las minas La Unión, Santo Niño y Siglo XX, de la siguiente manera:

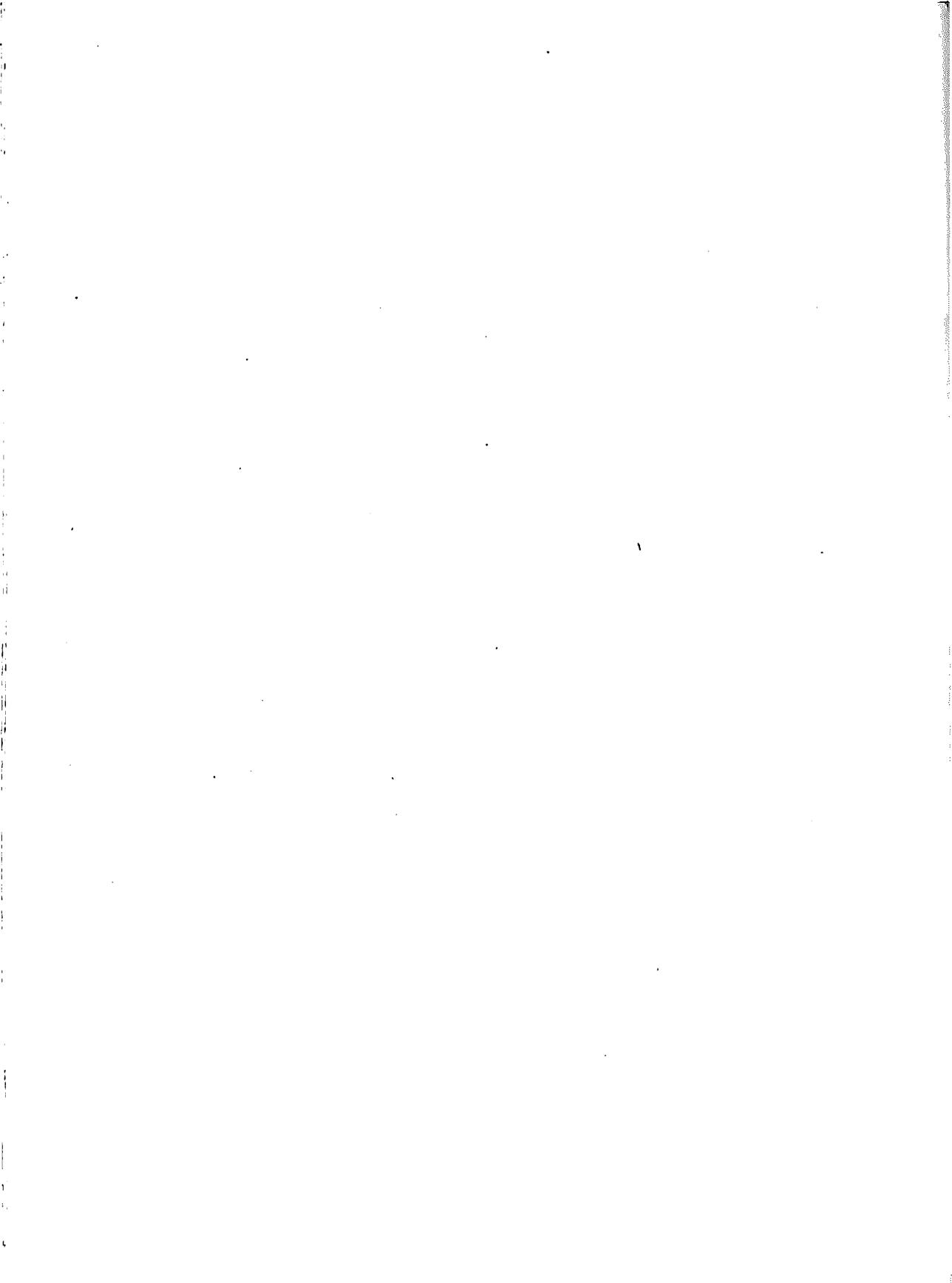
Para los de La Unión y Santo Niño, usé aparato de tránsito, marca W & L E Gurley, con aproximación de (1') un minuto en los círculos horizontales y vertical; y cinta de acero de 30 mts. Las distancias se tomaron dos veces, atrás y adelante, dándole a la cinta la tensión suficiente para evitar en todo lo posible el error de catenaria. Para rebajes y chiflones usé brújula colgante y cinta de acero. Los detalles se tomaron cuando se hacía necesario, cada dos metros; los puntos inaccesibles se fijaron por radiaciones. Las inclinaciones de vetas y relices los tomé con brújula Brunton.

El de la mina Siglo XX, lo hice con brújula y cinta, por no haber podido hacer uso del aparato dadas las condiciones de esta mina.

El cálculo de los levantamientos se hizo por medio de coordenadas, deduciendo rumbos y utilizando para las reducciones de distancias al horizonte, las tablas de valores naturales.

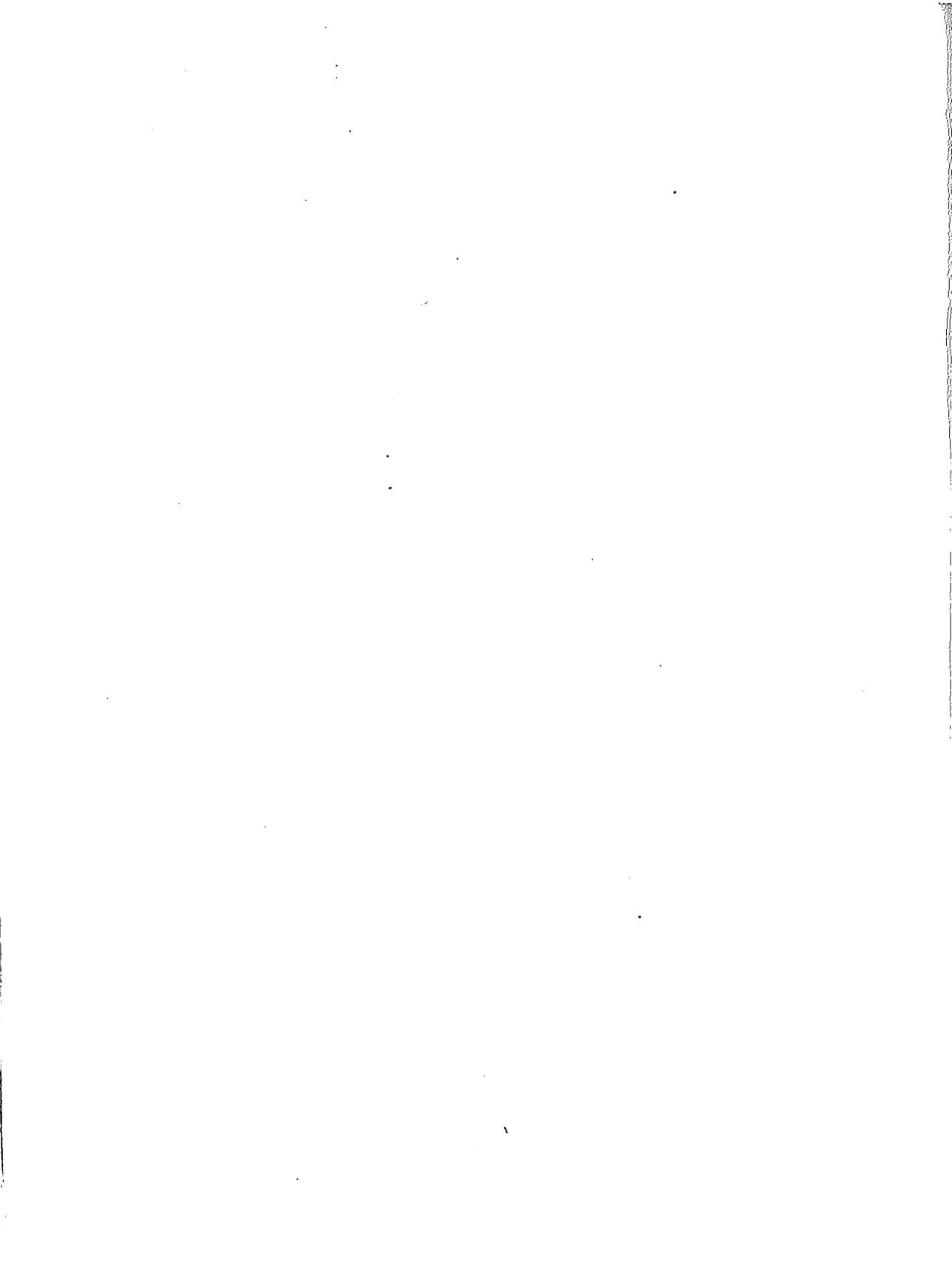
Los levantamientos ejecutados tanto con brújula como con aparato, se hicieron de acuerdo con los métodos ya conocidos que se usan en esta clase de trabajos.

Los planos que acompañan a la presente tesis tienen marcados todos los datos necesarios que utilizaré para el desarrollo de los demás problemas que se me encomendaron.



## **Problema Número 2**

**Estudio Geológico Minero de la Zona SE de la  
Veta Madre, del Distrito Minero de Guanajuato,  
comprendiendo los grupos de minas, El Cedro,  
La Unión y Santo Niño.**

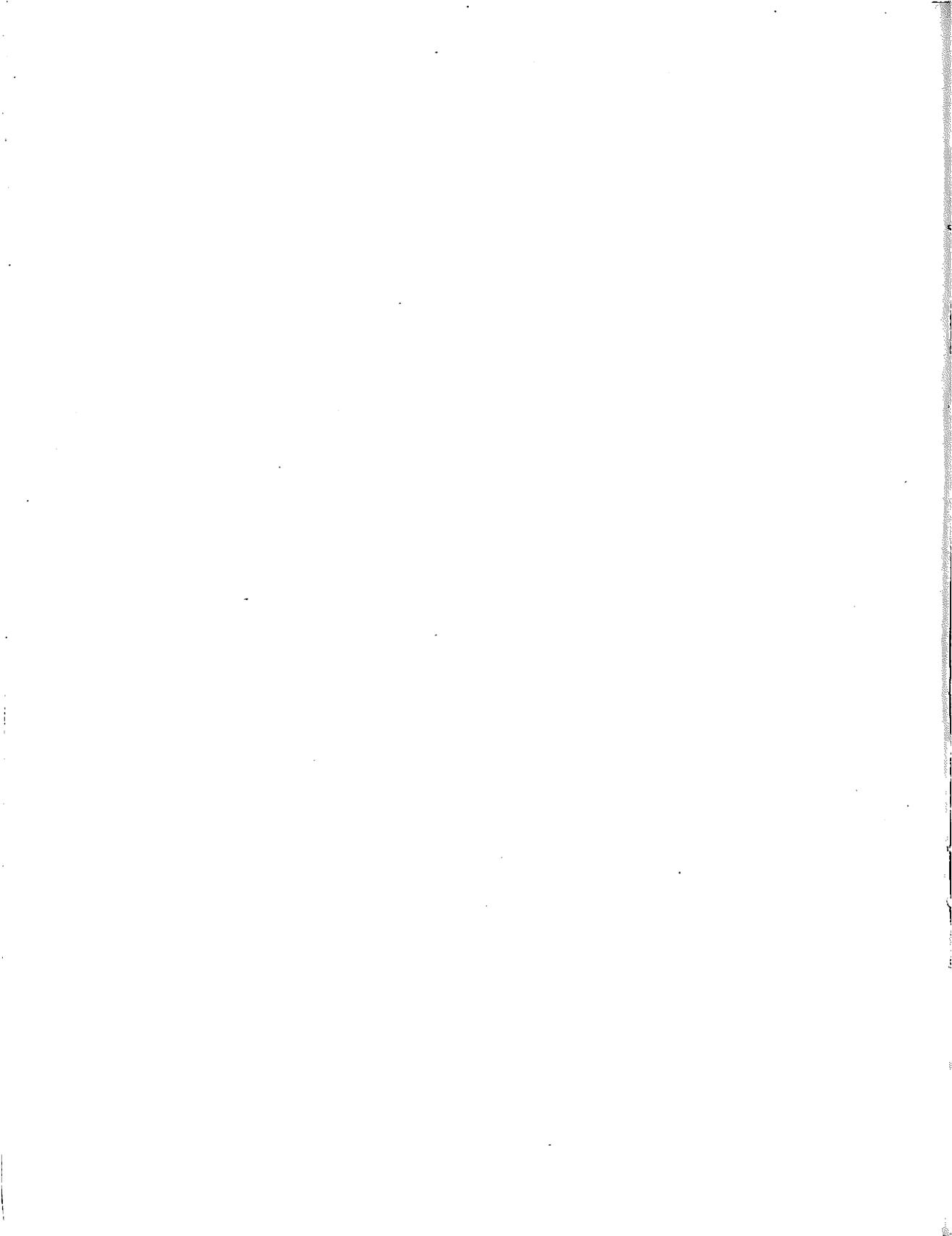


Se encuentra localizada en el mineral de Cardones, al SE de la Ciudad de Guanajuato, y a una distancia aproximada de 7.5 kilómetros, limitada al N por el lugar denominado Puerto del Aire y parte del camino que desde este punto se dirige al mineral de El Cubo; al E por los Cerros de La Leona y el Conejo, continuando por el del Nayal, hasta el de La Torre, por donde corre el río de El Cubo que la limita al S; al W por los cerros de Calderones y El Carmen, continuando por la falta E del Cerro Santo Niño hasta llegar al río de El Cubo ya mencionado.

**FISIOGRAFIA.**—Esta zona pertenece fisiográficamente a las estribaciones SE de la Sierra de Guanajuato; su aspecto y su vegetación es distinto al del macizo de la Sierra, debido a la poca elevación que tiene en relación con la llanura de el Bajío. No se encuentran eminencias notables propiamente dichas; dos pequeñas alineaciones montañosas que marcan los límites E y W, son los únicos a que se puede hacer mención, entre estos existen contrafuertes que obligan al arroyo que corre entre ellos a variar la dirección de su curso un sinnúmero de veces.

Las alineaciones a que me estoy refiriendo tienen singular importancia, porque dentro de ellas se alojan bastantes vetas e hilos metalíferos dignos de mención.

**RELIEVE.**—Este no es muy complicado; se puede definir diciendo que consta de una serie de lomas, no muy extensas, por las que corren los arroyos que nacen en las faldas de los



cerros que forman los límites de esta zona y que por ser éstos relativamente jóvenes tienden a formar un valle. El arroyo principal que corre en este valle en formación es el del Cedro, que al igual que los que a él concurren es de curso rápido con un gran poder erosivo, dando lugar por esta causa, a la formación de una serie de pequeñas tinas sobre su curso. Debido a la erosión intensa ocurrida dentro de esta zona, es fácil apreciar la estructura de las rocas que aquí se observan.

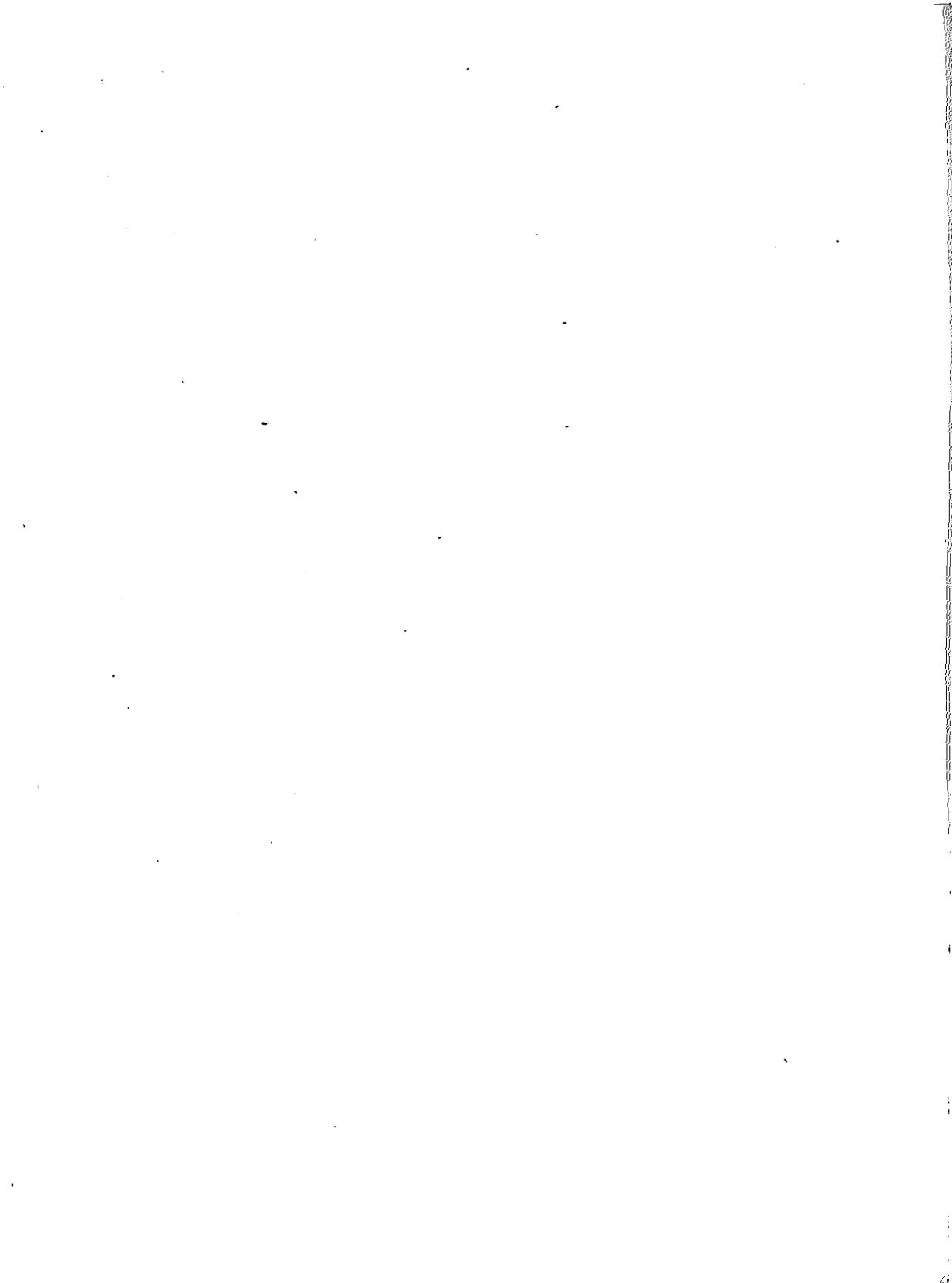
**ROCAS.**—Las rocas que se encuentran dentro de esta zona, son relativamente pocas en número. Las hay sedimentarias (conglomerado rojo) y extrusivas (riolita, andesita), acompañadas estas últimas de tobas y brechas de la misma clase.

El plano geológico-topográfico que acompaña a la presente tesis muestra la distribución de ellas.

**RYOLITA.**—Se encuentra localizada, casi en su totalidad, al bajo de la Veta Madre, en la mina Carmen Pingüico, al W de la veta El Santo Niño como roca encajonante. Se presenta en forma de domos y corrientes, de estructura masiva y columnar (mina Pingüico); su color es variable dominando principalmente el rojo. Las brechas y tobas de esta misma roca presentan también un color rojizo, son de poca consistencia y se encuentran muy fracturadas.

**ANDESITA.**—Se presenta en forma masiva, tiene color rojo obscuro, y se pueden apreciar dentro de su cuerpo de textura holocristalina, pequeños cristales de augita, esta roca cuando se intemperiza da lugar a la formación de un suelo de color rojo amoratado, de poca consistencia, de aspecto pofirítico en el que son muy visibles los cristales de augita de color blanco.

Esta misma roca es susceptible de presentar el fenómeno de la propilitización, con el cual adquiere un color verde claro muy característico. Es de poca consistencia en la superficie y origina un suelo arenoso, es muy fácil de intemperizarse, en los contactos con otras rocas se encuentra la

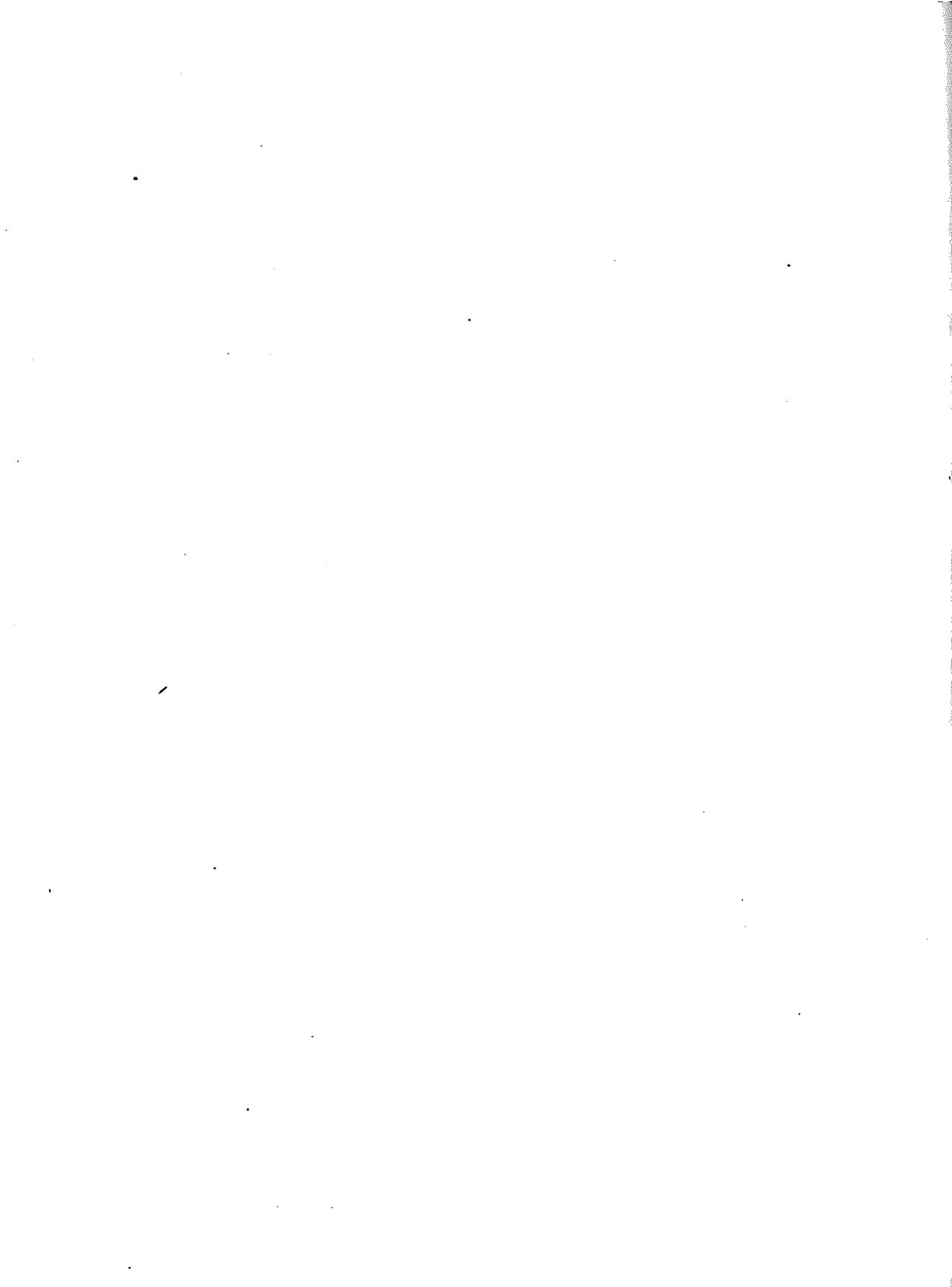


enstatita de color verde claro tendiendo a blanco. Las brechas y tobas de esta roca no presentan características especiales que ameriten se les dé mayor atención.

**CONGLOMERADO ROJO.**—Es muy conocido y característico del Distrito Minero de Guanajuato, pertenece a la clasificación de las sedimentarias, tiene una textura especial e inconfundible y se compone de materiales de otras rocas de distinto origen cementadas por arcilla ferruginosa. Su color es rojo amoratado. En los contactos con la roca verde, sufre intrusiones de ésta y presenta un aspecto netamente brechoide.

Se encuentra al descubierto en la parte N. de esta zona. Su depositación es irregular y ocupa casi todo el subsuelo de este Distrito formando un gran monoclin, pues se le vuelve encontrar superficialmente en el lugar conocido con el nombre de Las Playas, ubicado al S. de la Planta de Santo Niño, a una distancia aproximada de 2 Kms. y sobre el curso del río del Cubo. También se le encuentra en la mina de La Unión, a una profundidad de 70 metros abajo del arroyo del Cedro a la altura de la mina de Constancia.

**VETAS.**—Las principales que se localizan en esta zona son: pertenecientes todas a la clase de depósitos epigenéticos. Veta Madre, con un rumbo de NW SE 40° a 45° y una inclinación de 45° a 55° al W, y pertenece a la división de las tabulares. Su potencia es variable, desde 0.40 metros hasta 8 mts. Es visible y fácil de seguir por sus crestones, hasta el dique de Cardones; de aquí hacia el S, se puede seguir localizando hasta la falla de Constancia guiados únicamente por la cuarcificación y oxidación que presenta la roca encajonante, y por el reliz muy notable que existe en los contactos de la andesita con la rylita. Hago notar que dicha operación presenta sus dificultades, debido a las brechaciones tan grandes que se observan en esta zona, ocasionadas por la presencia del dique antes mencionado y la falla. La veta a partir de la falla hacia al Sur se pierde casi por completo, dejando únicamente indicios de su aflora-

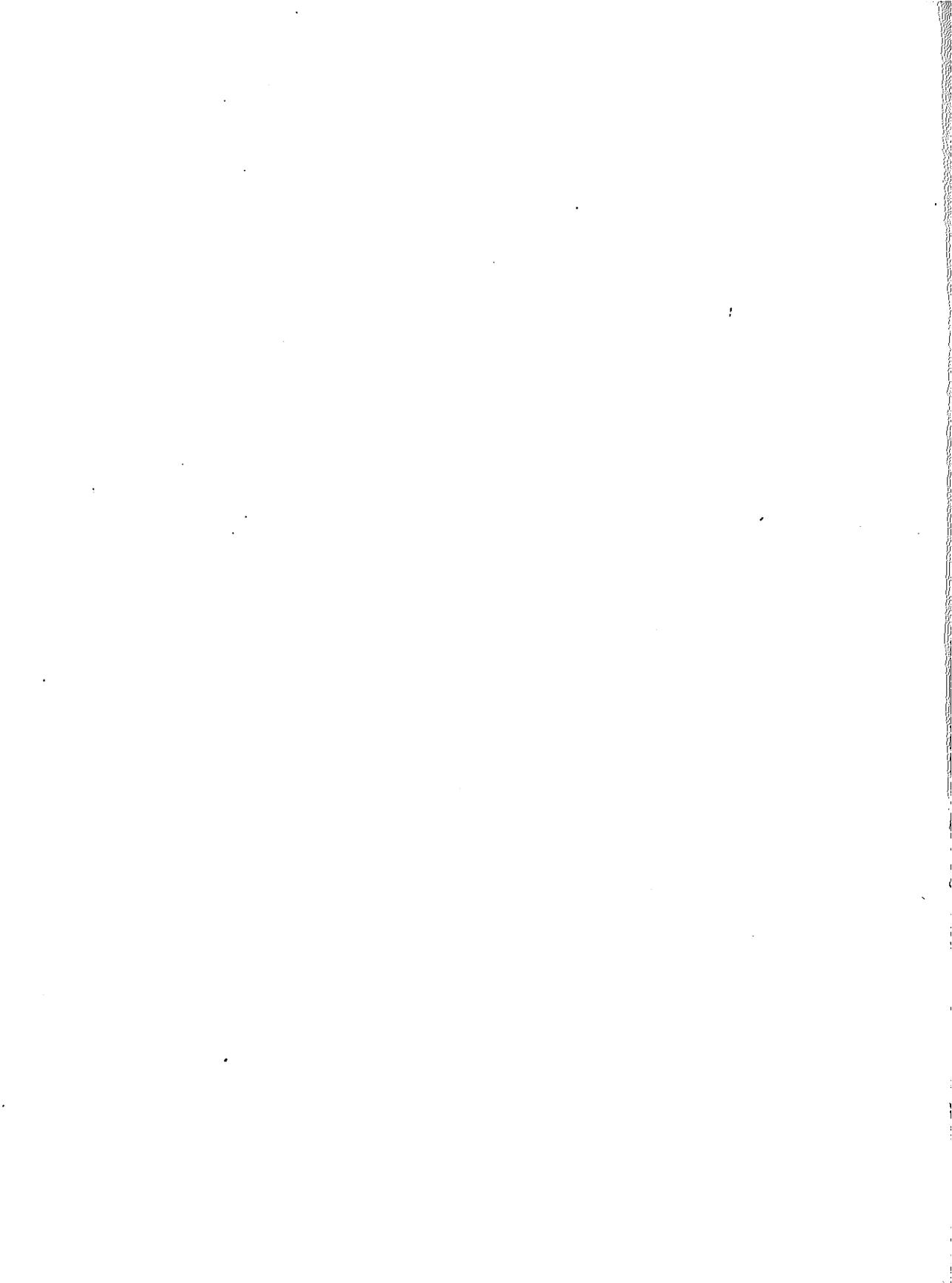


miento, manifestados en la cuarficación que sufre la ryolita en la zona de deslizamiento en el que se ven los relices del mismo. Se encuentran muy pocas manifestaciones claras de su existencia.

Según datos que he podido recoger, esta veta aparece formalmente a una profundidad de 80 mts. contados a partir del piso del Socavón de La Unión. Hasta el nivel 60 de esta mina, se aprecia únicamente un reliz muy claro en el que se observa una delgada costra cuarzosa que se ensancha ocasionalmente.

Como se puede ver en el plano correspondiente, la Veta Madre está localizada en los contactos del conglomerado rojo y la ryolita, con la andesita pura y la roca verde. Su matriz es cuarsoza principalmente y en ella están alojados los minerales de Au y Ag. También se encuentra la pirita cristalizada. El Au se encuentra en pequeñas cantidades, y en estado nativo, debido a la descomposición de sus compuestos; muy rara vez es visible. La plata se presenta en forma de sulfuros principalmente. En el cuerpo de la veta se observa también la presencia de la calcita; ésta va siempre acompañada de sulfuros y por tal motivo se le puede considerar un papel muy importante en la mineralización, no se presenta muy abundante y su posición dentro de la veta no es fija; a rumbo está limitada la zona en que se encuentra. Esta vuelve a aparecer en la mina de La Unión, no ya como acompañante, sino como matriz, alojándose en ella, casi siempre, sulfuros acompañados de Au. La matriz de esta veta es muy dura y no presenta igual carácter en toda su longitud, pues en la mina Siglo XX labrada sobre ella, es menos consistente. Aquí aparece acompañada de lodos resultantes de la descomposición de los óxidos de fierro y manganeso mezclados con aguas de origen meteórico, que se encuentran en el cuerpo de veta y en los respaldos de ella. Estos lodos son de un color gris claro y negro, y en determinados lugares van acompañados de valores.

Los óxidos de manganeso logran percolarse a través de



las fisuras de la matriz, depositándose en forma especial, dando lugar a la formación de figuras características (Dendritas del Cedro).

Sobre esta veta existen en mi concepto, dos problemas que son los siguientes: el primero, saber que papel representa la calcita dentro de la mineralización propia del criadero, y a que se debe su posición dentro de ella. En este problema sin duda debe tenerse en cuenta como causa principal, el cambio posible del nivel freático ocurrido hace tiempo. No me adentro más en este asunto, por ser este un problema netamente genético que requiere grandes estudios, tiempo, y recursos económicos. A mi juicio yo le doy gran importancia a esta veta por los datos ya consignados y otros que expondré en el capítulo de Geología Estructural del que después hablaré.

El otro problema a que me refiero, es el que se presenta en la mina de La Unión, y consiste en lo siguiente:

Dije anteriormente que la veta en esta mina se pierde por completo y además agrego que a mi juicio no está definida, porque al E del reliz del contacto de las rocas encajonantes, no se a podido fijar la separación de dicha veta, lo que se puede afirmar debido a que en cruceros de 18 a 25 metros, dados al bajo de este reliz o sea al E, no se encuentra la separación definida que debiere existir (reliz del bajo).

A este mismo lado del reliz ya mencionado; se encuentra una serie de fracturas dentro de la ryolita en las que se alojan hilos o venas de calcita mineralizada paralelos a áquel y dentro de estos se encuentran pequeñas cantidades de cuarzo cristalizado. Pues bién no se halla de momento una explicación al camino probable que siguieron estos mineralizadores para depositarse en estas fracturas.

Hago notar que estas fracturas tienen un rumbo aproximadamente paralelo al de la Veta Madre aunque con inclinación distinta. Además en lo expuesto añadiré que en determinadas zonas y en lugares en que la costra de cuarzo que va en medio del contacto de la roca verde con la ryolita,



se ensancha, se efectuado al E o sea hacia al bajo, provocando una abundancia cuarcificación de la ryolita, acompañada de valores en Au y Ag. En estas zonas la cuarcificación se presenta en formas de boleos, y como tales, no persisten ni a rumbo ni a profundidad.

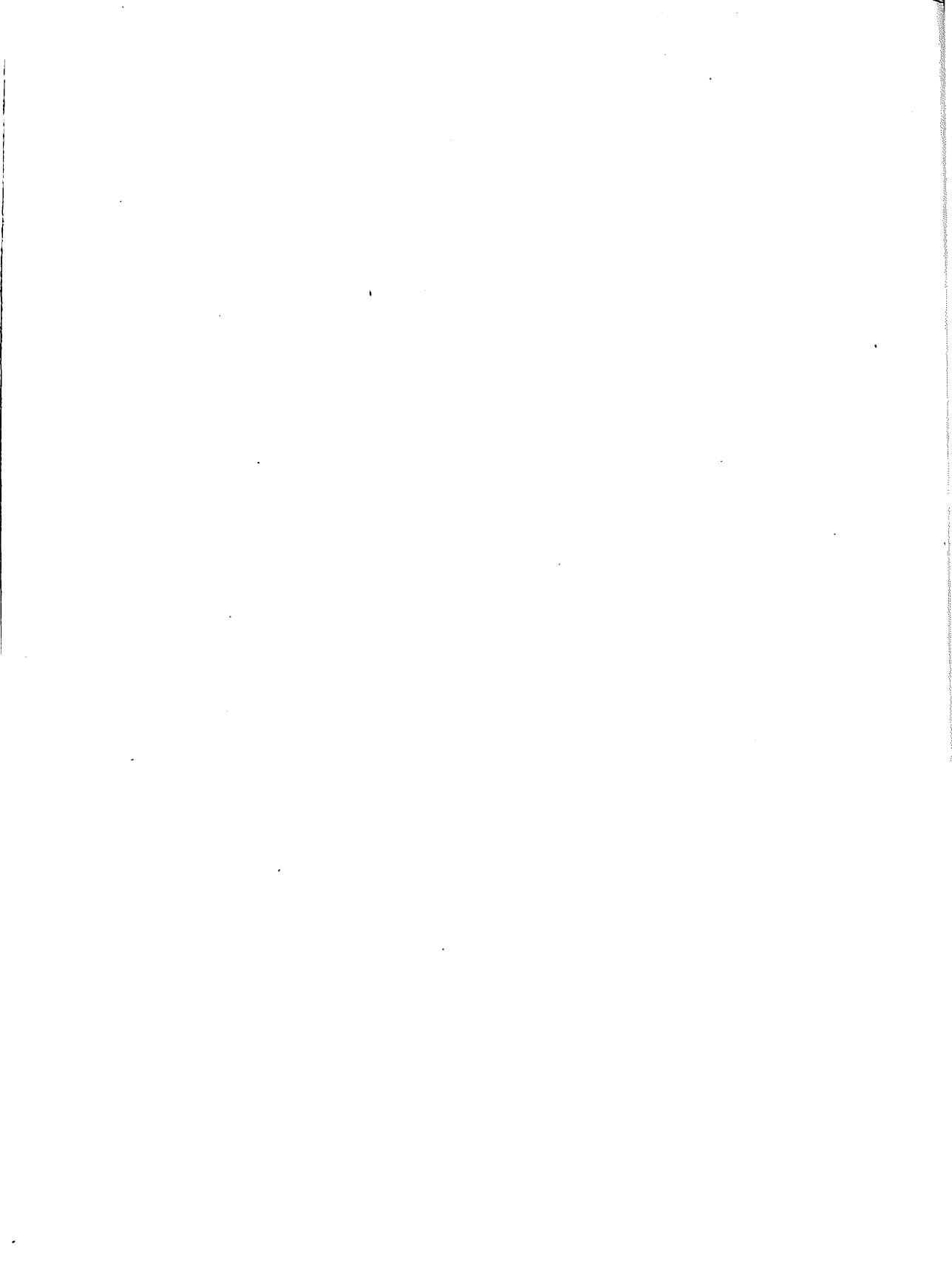
Con estos antecedentes me atrevo a decir que los hilos o venas que en esta mina se encuentran, han sido formados de la siguiente manera: Las soluciones ascendentes mineralizadoras, lograron impregnar y rellenar las fracturas que en la ryolita se presentaron, consiguiendo su cristalización según hayan sido las condiciones de enfriamiento de la roca si hubo depositación. En la zona de deslizamiento la impregnación se efectuó aprovechando la circunstancia del fracturamiento encontrado inmediato al reliz.

Dentro de estas matrices, es muy frecuente encontrar pirita de fierro cristalizada; también se encuentra dentro de la ryolita así como en la roca verde.

**VETA "CARMEN PINGÜICO."**—Esta veta corre al W de la Veta Madre con un rumbo de 70° a 75° NW SE y una inclinación al E de 75° a 80°; arma en ryolita en su mayor parte; su matriz es cuarzosa y se presenta ocasionalmente la calcita.

Su afloramiento no es visible en toda su longitud, pues un poco al N y adelante de la mina El Pino, queda cubierta con una capa de roca verde estratificada, la que se prolonga al N en una longitud considerable. Su potencia es muy variable, desde 30 ctms. hasta 10 metros de ancho (a la altura del tiro Pingüico). Los valores de Au y Ag se presentan el primero, en estado libre y el segundo también en estado nativo y en sulfuros, concentrados principalmente cerca de los respaldos.

Esta veta presenta un ramaleo al E que llaman veta de San José. Su potencia varía de 0.50 a 1.25 mts.; su matriz es cuarzosa, arma en ryolita y sus valores contenidos están en una proporción mayor que en la del Carmen-Pingüico.

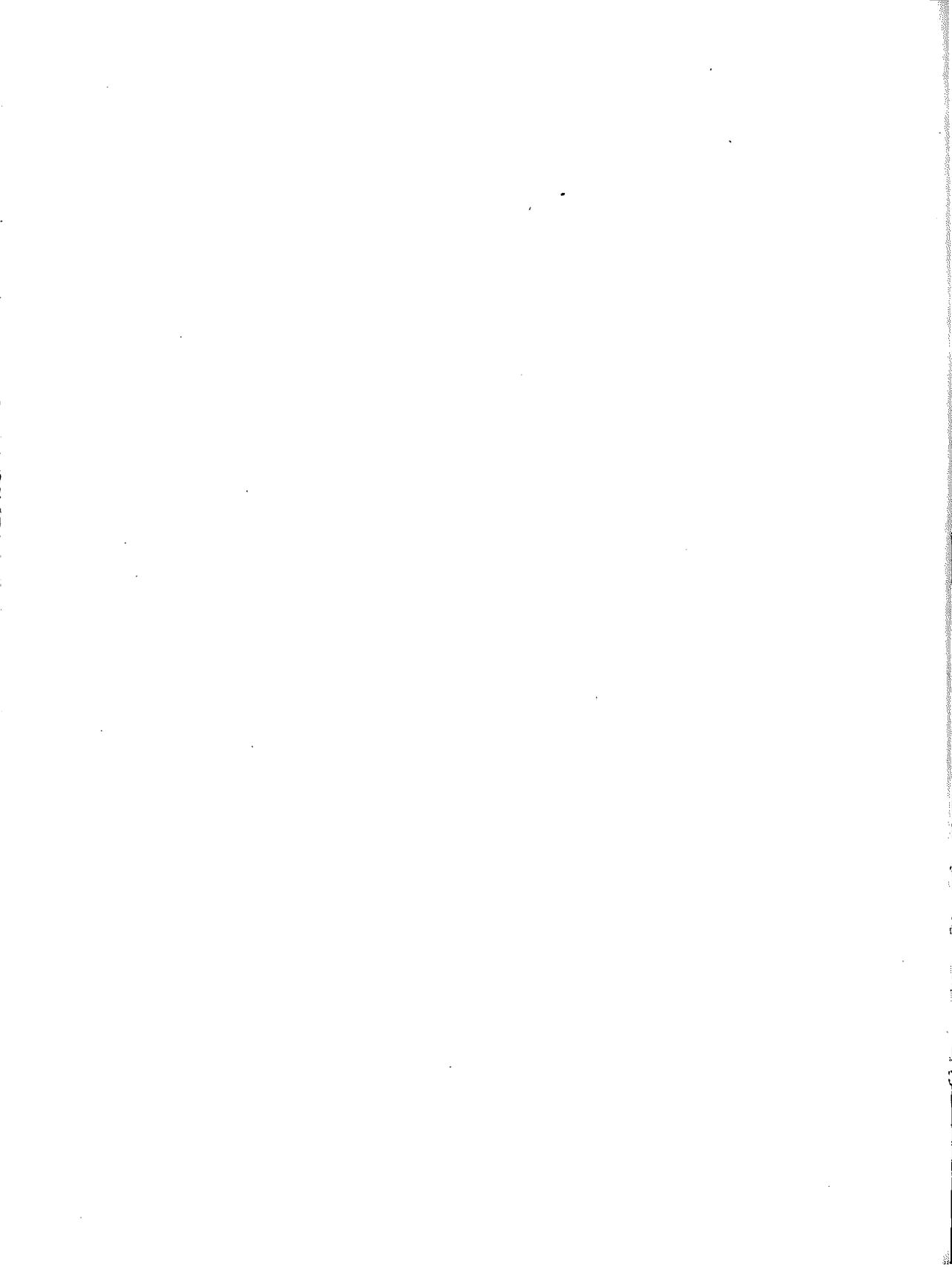


Esta misma veta en la mina de El Pino, presenta una matriz cuarzosa de un color pardo rojizo, que lo origina el relleno de las fracturas que tiene, por lodos manganesíferos de color gris y óxidos de fierro que los acompañan. Esta presenta aspecto brechoide; dentro de su cuerpo se pueden apreciar pequeños fragmentos de roca verde y ryolita sin ningún orden de depositación.

**VETAS "SANTO NIÑO" Y "LA ROSITA".**—Se encuentran al igual que la del Carmen Pingüico, al W de la Veta Madre, sobre el cerro del Sto. Niño y tienen un rumbo de 20° a 25° NW y 25° a 30° NW SE respectivamente, con una inclinación variable de 75° a 85° al E. Su potencia fluctúa desde 0.20 hasta 1.50 mts. Los minerales que contienen son Au y Ag, en formas de sulfuros los segundos y en estado nativo los primeros.

Esta veta se localiza en los contactos de la roca verde estratificada y la ryolita. Por movimientos tectónicos habidos en este lugar ocasionaron la formación de una fractura por la que ascendieron las soluciones mineralizadoras, esta fractura originó un gran brechamiento de las rocas en contacto y al ascender las soluciones, estas quedaron de un tipo brechoide, cementando el producto de fricción, notándose claramente dentro de su cuerpo trozos de roca verde y ryolita, la matriz quedó impregnada en tal forma de clorita y serpentina (Componentes de la roca verde) que es muy común encontrar cuarzo de dicho color. En los respaldos de estas vetas se halla la enstatita o carbonato de magnesio, ligado con óxidos de fierro, en estos es muy fácil apreciar el estriamiento ocasionado por el deslizamiento de las rocas en que arman estas vetas.

En estas vetas se encuentra pirita de fierro en forma amorfa y cristalizada. Los minerales de Au y Ag contenidos dentro de estas mismas vetas se concentran en zonas llamadas chimeneas, limitadas en su extensión y en su profundidad. La Veta Sto. Niño presenta dos de estas y se denominan localmente hundidos.

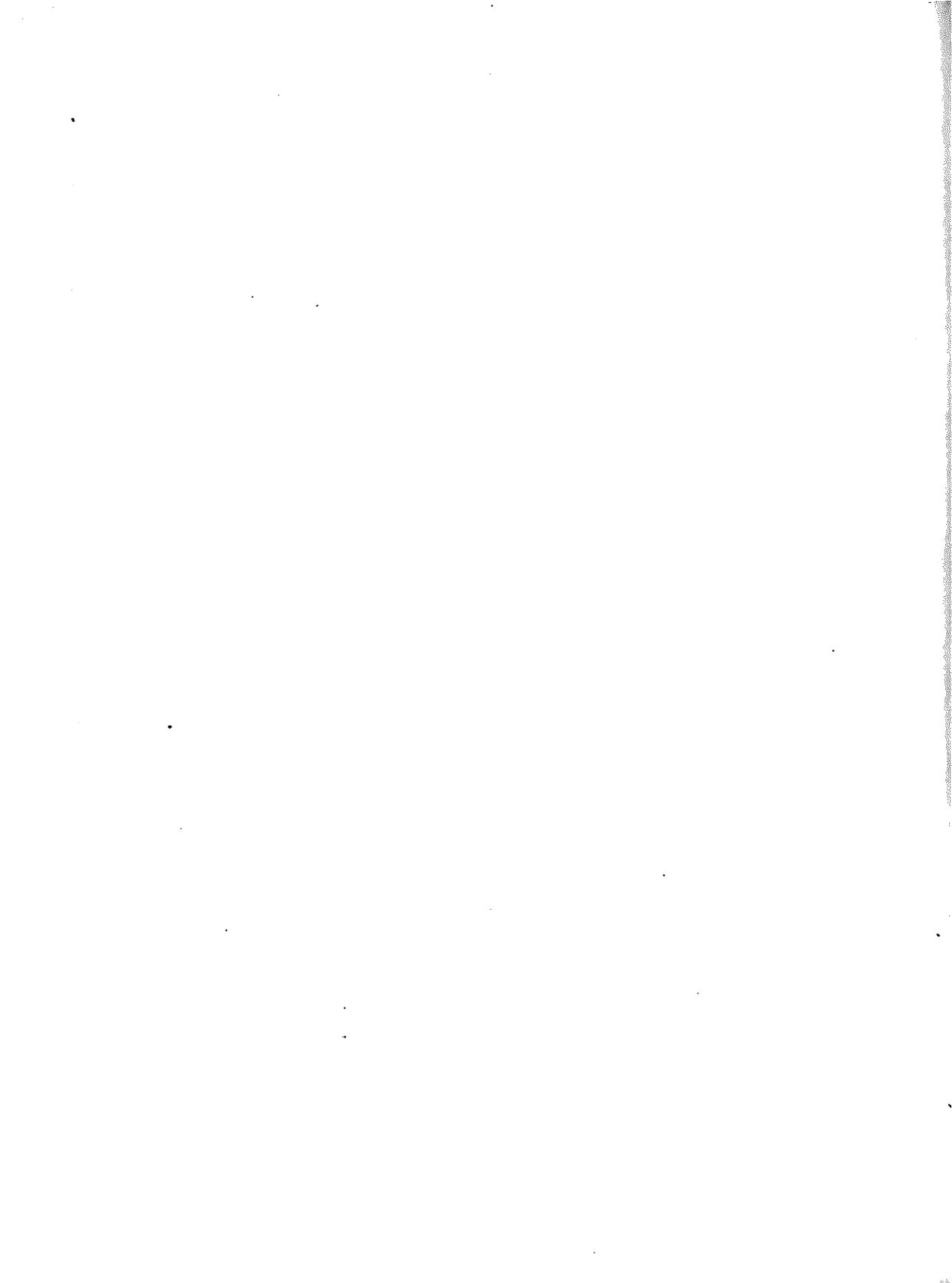


**OTRAS VETAS.**—De las vetas que a continuación me ocuparé, se encuentran todas al bajo de la Veta Madre, y pertenecen, unos a depósitos epigenéticos y otros a los sin-genéticos. La mayoría de ellas, o más bien casi todas, presentan un mismo hábito es decir que son paralelas entre sí y tienden a cortar a la Veta Madre. Muchas de éstas se pueden estimar como pequeños hilos que se pierden a profundidad, las principales son: enumerándolas de Norte a Sur: Patrocinio, Conejo, San Vicente (que se puede dividir en dos la de San Vicente propiamente dicha y la de la Cucuruzola inmediata a ella y que se unen en el interior de la mina del mismo nombre de la primera de las citadas), Burgos y Perpetuo Socorro. Esta última se puede asegurar que es la continuación de la de Santa Natalia.

Las del Conejo y Patrocinio, arman en conglomerado rojo su matriz es cuarzo amorfo, presentándose también la calcita cristalizada y masiva, se presenta ocasionalmente la chalcopirita y la pirita; y su potencia varía entre 0.80 y 1.75 mts., sus crestones son muy visibles; a sus respaldos el conglomerado rojo se presenta muy alterado alcanzando esa alteración considerable distancia; sus rumbos son casi de E a W y su inclinación es variable de 45° a 60° al N. y al S. principalmente a este último.

Las vetas de San Vicente y Burgos las considero pertenecientes a la clase de los depósitos sin-genéticos o sean aquellos, originados por la segregación magmática. Sus matrices son de cuarzo amorfo, rara vez se presentan cristalizadas; su potencia no es muy variable se puede considerar de un metro de ancho como promedio de las dos, los valores que contienen son los mismos que existen en las otras vetas ya descritas; la pirita de hierro es muy escasa.

Todos los demás hilos o vetas que se encuentran en esta parte de la zona que se me encomendó estudiara, no los describo por ser estos unos verdaderos hilos que no merecen importancia. Se ha visto que son meramente superficiales, pero eso sí; contienen bastantes valores, pero como criaderos minerales no responden.



**GEOLOGIA ESTRUCTURAL.**—Haciendo un análisis cuidadoso y detenido de la topografía de esta zona, relacionándolo con los accidentes y aspectos exteriores de las masas montañosas que se encuentran en su cercanía, así como la estructura exterior de las rocas que en ella se presentan, se crea un problema de grandes proporciones, expondré los antecedentes del mismo y mis puntos de vista sobre el particular.

Dije ya, en párrafos anteriores que la Veta Madre se encuentra en los contactos de la roca verde y la andesita con el conglomerado rojo y la ryolita, la estructura de la ryolita que cubre el conglomerado es masiva y columnar, principalmente de la última clase, la roca verde que cubre una porción muy grande de esta zona, se presenta en forma de estratos muy fracturados, y se asienta sobre la ryolita (Mina Carmen Pingüico), la aparición del conglomerado 35 metros abajo del lecho del arroyo del Cedro a la altura de la mina de Constancia, así como el contacto de esta misma roca con la ryolita que se observa en el Socavón del Refugio, con un hechado muy pronunciado al SW, me hacen suponer lo siguiente, que expongo como mera teoría, el tiempo que transcurra y las exploraciones que se ejecuten en esta zona con posteridad harán que se confirme o se rechace, pero que me atrevo a presentar no con el afán de exhibicionismo, sino como una aportación de mis escasos conocimientos sobre este particular.

Todos los datos antes expuestos, me dan idea de lo siguiente: Esta zona estuvo sujeta en épocas muy remotas (Período cenozoico) a grandes movimientos tectónicos, que abarcaron una gran extensión, (la más efectada por ellos en mi concepto es la comprendida desde la gran falla de Sirena hasta la de Constancia), manifestados en la estructura de las rocas que la cubren, estos movimientos fueron ascendentes, originando la formación de fallas y diques que son muy visibles a simple vista, estos movimientos los corroboro, no de manera absoluta pero sí por lo siguiente: se sabe que el conglomerado es una roca sedimentaria y como tal de-



be de haber quedado depositada conformalmente, pero como esta depositación no se presenta en la actualidad de esta manera, se supone que estuvo sujeta a una serie de movimientos que ocasionaron la elevación de esa gran masa rocosa sedimentaria, ocasionando fracturas, por las que se eyectaron o depositaron los criaderos minerales dando lugar a la formación de vetas. Como esta roca estaba cubierta de otras de formación posterior, también fueron disturbadas con estos movimientos, presentando las consiguientes alteraciones.

Estos movimientos dieron lugar a la formación del gran homoclinal a que hice mención cuando describí el conglomerado, la parte de disturbación principal se presenta en la falla de Constancia, es decir que desde este lugar hacia el N. ocurrió el mayor movimiento ascendente de esta masa rocosa. Estos levantamientos como dije antes ocasionaron fracturas y deslizamientos y por ellos corrieron soluciones de mineralizadores, en la principal fractura quedó alojada la veta madre, la que al ascender más y más por los movimientos sucesivos que se efectuaron quedó más arriba de su nivel primitivo. Como las rocas que le acompañaban quedaron en iguales condiciones que ella es decir muy fracturadas, el intemperismo y la erosión eólica se encargaron de llevarse todo lo que no ofrecía consistencia a su acción destructora, y así se destruyó casi en su totalidad, quedando únicamente el cuerpo de veta más profundo que logró resistir al intemperismo, esta exposición está íntimamente relacionada con el relieve que presenta esta zona, que es enteramente diferente del resto del Distrito.

Para terminar diré en concreto lo siguiente: La Veta Madre en la zona que se me encomendó, se reduce a vestigios de lo que pudo haber sido, y que resistió a los agentes destructores antes mencionados, esta zona también la concreté, pero no resulta por demás citarla de nuevo. Es la comprendida desde la gran falla de Chichíndaro al sur hasta la falla de Constancia.



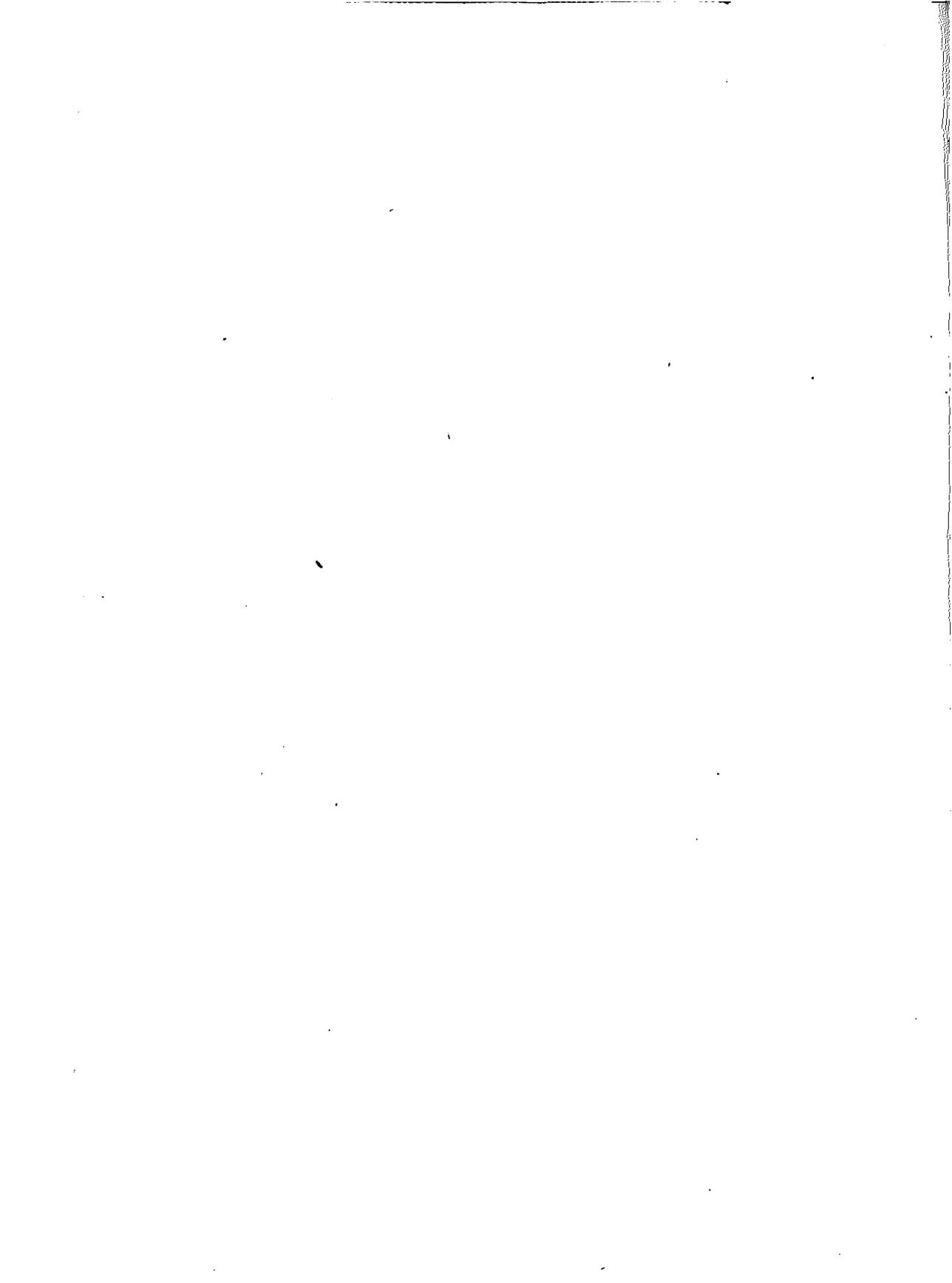
Los movimientos tectónicos aquí mencionados no son producto de mi imaginación, son hechos probados y manifestados por la presencia de dos focos volcánicos, siendo éstos, el del Cerro del Cubilete, y el de Chichíndaro, este último no está perfectamente probado, y ocurrieron en el período del Cenozoico, en la época del Plioceno, épocas y edades posteriores a la que se les asigna a la formación del conglomerado. Para mayor explicación de la idea que presento acompaño el Plano Geológico Topográfico unas secciones, que darán mayores luces en este difícil pero interesante asunto.

---

NOTA:—Los datos relativos a Geología Histórica, fueron tomados del libro Guía-Geológica de México-Estudio de la Sierra de Guanajuato.

## **Problema Número 3**

**Programa de Exploraciones y Desarrollos de los  
grupos de Minas antes mencionados.**





Para poder tratar de resolver este problema, tendré que exponer antes de empezar, una serie de motivos, todos ellos importantes, tendientes a explicar el por qué de las obras de desarrollo y exploración a que voy a referirme.

A fin de formular un programa de esta índole en un grupo de minas, es indispensable antes que nada, estudiar la zona y deducir si hay posibilidades de obtener minerales costeables, de acuerdo con las inversiones que vayan a efectuarse; ver si existen minas labradas dentro de ella y fijarse en las posibilidades económicas y el estado en que se encuentren, y por último, conocer las características de los criaderos minerales que hubiere, es decir, ver si estos son formales o si son meramente superficiales. Con estos datos y con la topografía del terreno, se pueden localizar los mejores puntos para definir las obras de exploración y desarrollo que se planeen. Además se debe tener en cuenta si dentro o muy cerca de la zona que se estudie, exista planta de beneficio que pueda comprar el mineral que se extraiga de las minas que se vayan a trabajar, así como la capacidad de ella para poder regularizar la producción de las mismas.

Como el caso concreto a que voy a referirme, es el de una zona en la cual existe planta beneficiadora de metales y bastantes minas a su alrededor, expondré mi programa de desarrollo conforme a los lineamientos expresados en párrafos anteriores.



Citaré en primer lugar los problemas vitales que afectan a la Planta "Santo Niño" que es a la que me referiré, procurando a la vez exponer los medios de darles una solución que esté íntimamente ligada con el desarrollo y explotación del grupo de minas a que en el primer tema me he referido.

Los problemas que se presentan en la expresada Planta se concretan a dos: falta de mineral y escasez de agua.

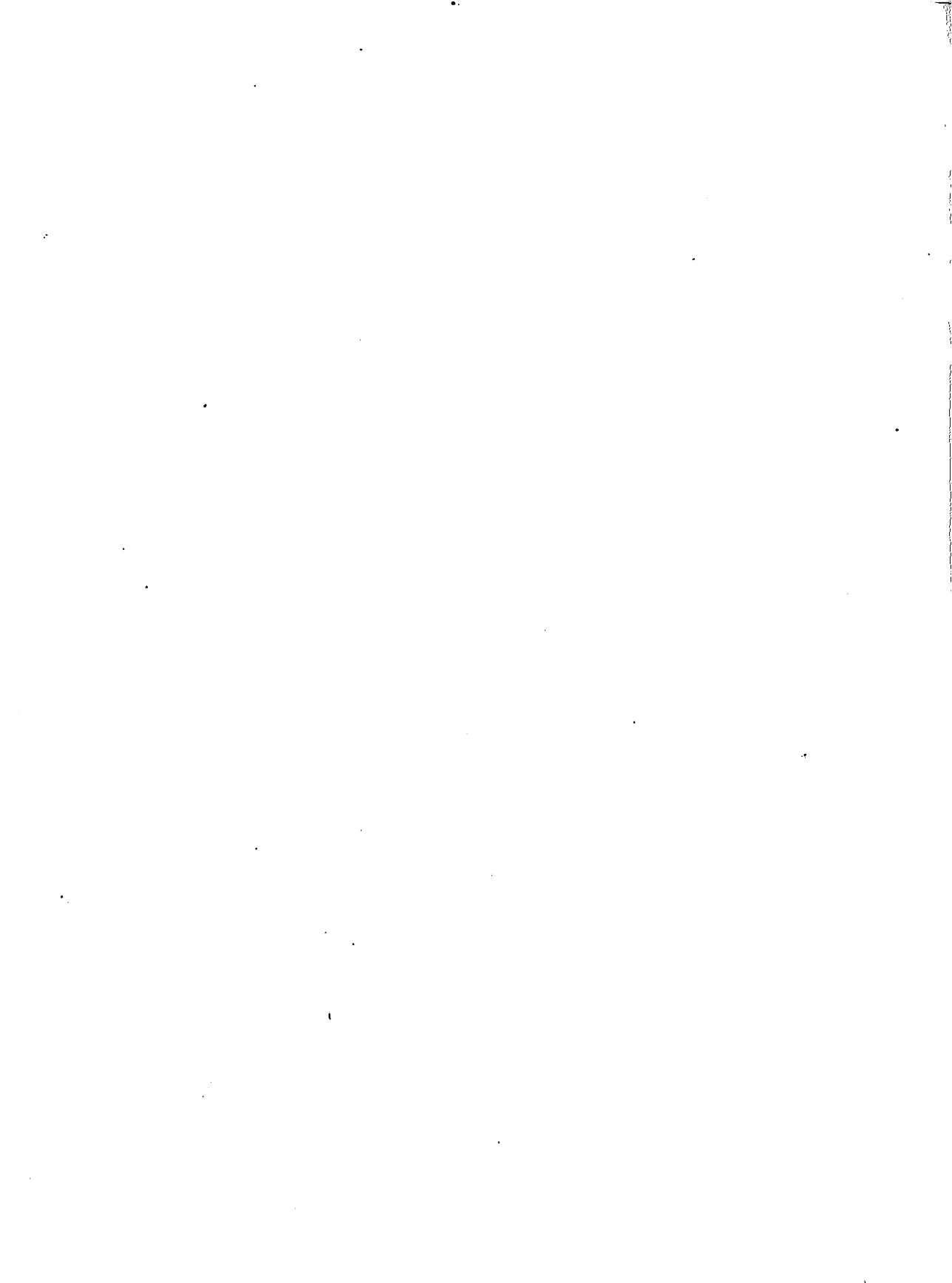
Sobre el primero expongo lo siguiente: Las minas principales situadas dentro de la zona que me ocupo son: El Cedro, Siglo XX, San Vicente, Constancia, Cardones, La Unión, Santo Niño y la del Carmen Pingüico, existiendo además al lado E otras minas que se pueden tomar en cuenta, siendo estas las de Calicanto, Canales, Camacho, Vivorillas, Santa Elena, Santa Edwiges, El Nayal, El 13, Nogales de Moctezuma, Nueva Luz, Cabrestante y otras.

Todas se encuentran dado el tiempo de abandono que tienen, en muy mal estado. Los tramos que de ellas se pueden observar, están aterradas unas, otras inundadas, en fin se presentan un sinnúmero de inconvenientes que hacen difícil reconocerlas minuciosamente.

Casi en su mayoría se encuentran labradas sobre vetas que parecen ser formales, es decir que persisten a profundidad, y que aún cuentan con algo de metal costearable, por lo que un programa de desarrollo, relativamente fácil y práctico sería ejecutar un desagüe, limpia y acondicionamiento de ellas, para una vez efectuadas empezar de nuevo la preparación para explotarlas. En la zona E, esto sería factible sólomente construyendo un camino para coches que uniera la mayor parte de estas minas con la Planta de beneficio citada.

Volviendo a nuestra zona, el programa de exploraciones y desarrollos consiste en lo siguiente:

Continuar el XC al W en la mina de La Unión marcado con el No. 45 en el plano correspondiente, con el objeto



de explorar esa zona y ver si la veta que corre por la mina del Carmen llega hasta esta mina, si así fuere se labraría en el corte correspondiente una frente al N hasta alcanzar los labrados antiguos existentes en las minas situadas sobre esta veta. Con esto quedarían resueltos los dos problemas que afectan a la Planta o sean los de la falta de agua y de mineral a que ya me he referido, ya que al cortar la veta y labrando una frente al norte como expuse saldríamos a una profundidad aproximada de cerca de 90 metros abajo del piso de La Sangría de la mina del Carmen, que es actualmente por donde se ejecuta el desagüe natural de ella y cuyo gasto muy bien satisfaría las necesidades de la Planta.

Basándome en el resultado de varias muestras que tomé últimamente de estas minas se puede creer que en los hundidos que presenta y principalmente en la mina El Pingüico, exista gran cantidad de mineral de molino; y de ejecutarse la obra que indico en párrafos anteriores, se podría utilizar para extraer este metal y a la vez se desaguarían estas minas sin necesidad de bombas u otros implementos. El desarrollo de estas minas se tendría que ejecutar de abajo hacia arriba, porque el estado en que se encuentran actualmente no permite hacerlo de otra manera a menos que se hiciera una fuerte inversión para la preparación por niveles superiores.

Nota:—Los únicos niveles por los que se podrían trabajar serían los llamados "Piso del Carmen y Sangría de la misma mina.

Otro desarrollo y exploración vendría siendo el de continuar el Socavón de la mina de La Unión, hasta comunicarlo con los labrados del Cedro, con lo que se obtendría lo siguiente: Desagüe parcial de esta última, ya que se comunicaría a la altura del nivel 180, y explorar la zona comprendida entre esta y la de Constanca, la que no cuenta con ninguna obra de esta clase a profundidad mayor de 60 mts.

La continuación a que me refiero se daría en un sólo



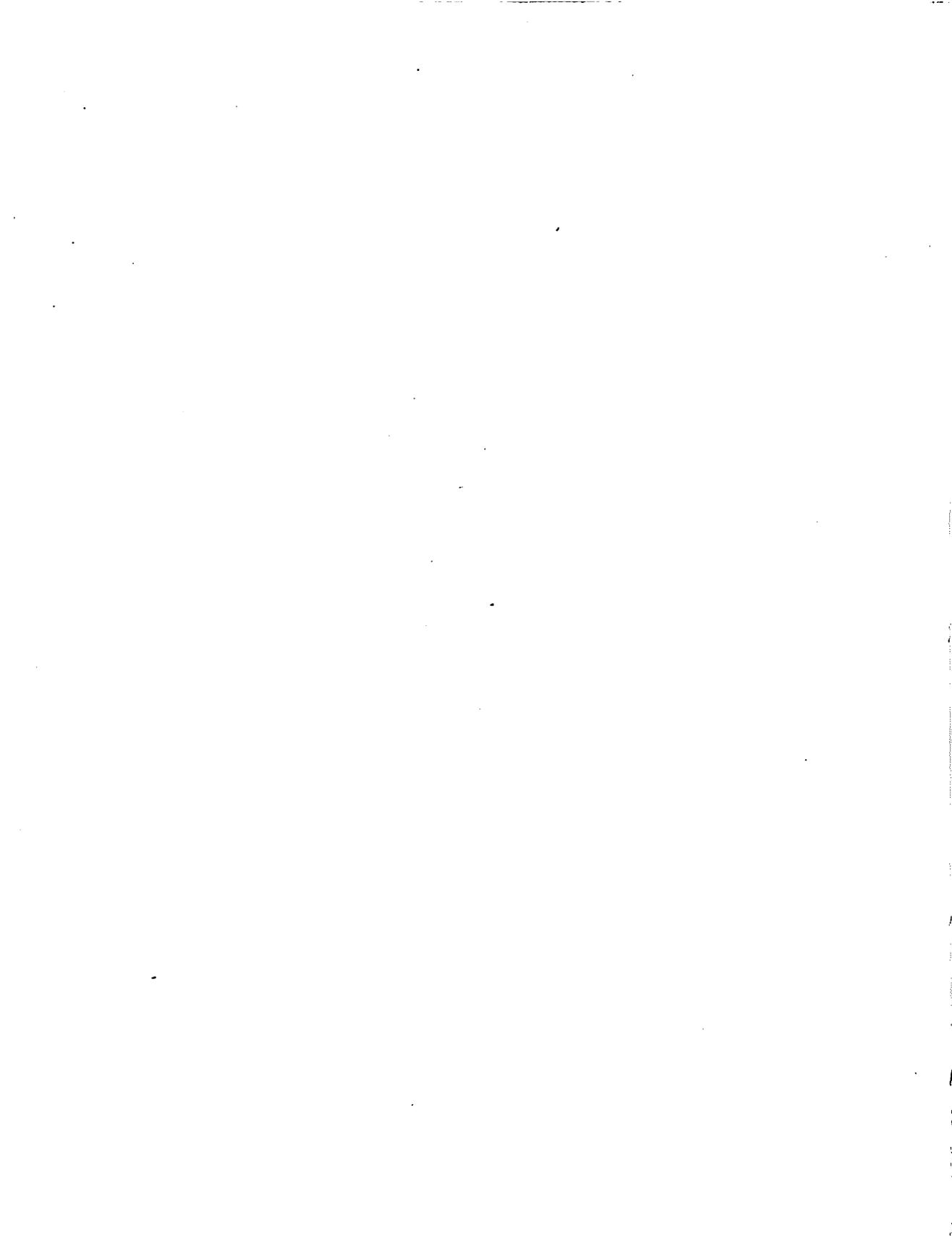
cañón con dos tramos de distinto rumbo. El primero tendría uno de 2°-30' NE y una longitud de 675 metros, pasando exactamente 25 metros abajo del actual plan del tiro de Cardones, el cual habría necesidad de colarlo para su comunicación con la obra que describo, el segundo tendría un rumbo de 29°-30' NW y una longitud de 437 metros que bastarían para comunicar con los labrados de la mina del Cedro en su nivel 180. Estos tramos sacarían en conjunto una longitud total de 1,112 mts. el último de ellos pasaría al lado W del actual plan del tiro Siglo XX al que se le haría igual operación que al de Cardones para comunicarlo. De esta manera quedarían perfectamente unidas las minas. La Unión, Constanacia, Cardones, Siglo XX y El Cedro.

En la última de las citadas, se puede proponer (aunque no se lleve o no se tome en cuenta el desarrollo antes expuesto) otro programa, factible únicamente cuando se ejecutara el desagüe total de esta mina. Al llevarse a efecto este desagüe no solamente se lograría el de ella, sino el de casi todas las que están labradas sobre la Veta Madre y que se encuentran situadas 800m mts. al N y al S.

Una vez logrado, se podría desarrollar la mina continuando las frentes N y S del nivel 180 hasta comunicarse con la de Siglo XX al S y con la de San José al N. Estas obras sacarían una longitud aproximada de 500 mts. cada una. El programa presente lo propongo basándome en planos antiguos que tengo en mi poder.

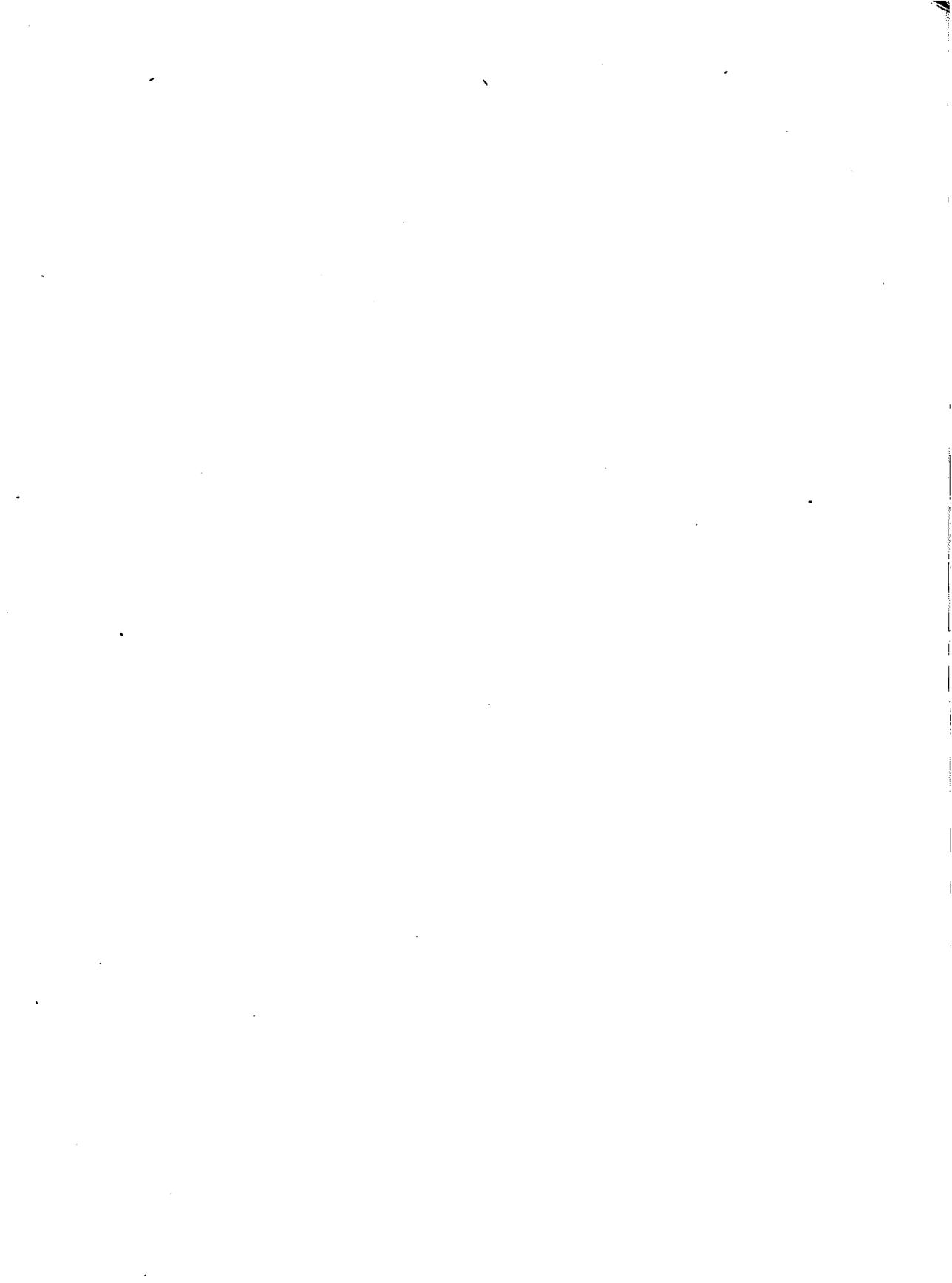
Para la mina Siglo XX, se puede sugerir un plan de desarrollo y exploración consistente en continuar una de las frentes, situadas al costado S del tiro del mismo nombre, con el objeto de explorar la Veta Madre y poder ver si las vetas situadas al bajo de ella la cruzan o nó. Me baso en que la veta presenta al sur de esta mina, indicios de que puede tener más valores a profundidad.

Para dar fin a este problema diré que; en mi concepto, no existen de momento otros proyectos que merezcan tomarse en cuenta, dada la índole de los problemas en que me fundé para proponer lo antes expuesto.



## **Problema Número 4**

**Descripción de la Planta de Beneficio para minerales por cianuración denominada "Santo Niño" y futuro de la misma en relación con las minas situadas a su contorno.**



La planta de beneficio para minerales por cianuración denominada "Santo Niño" está ubicada en el mineral de Cardones, distrito SE de la Veta Madre y a 11.5 kms. al SE de la Ciudad de Guanajuato, unida a esta por un camino transitable en todo tiempo, haciendo uso parcialmente del que conecta a la misma Ciudad con el mineral del Cubo.

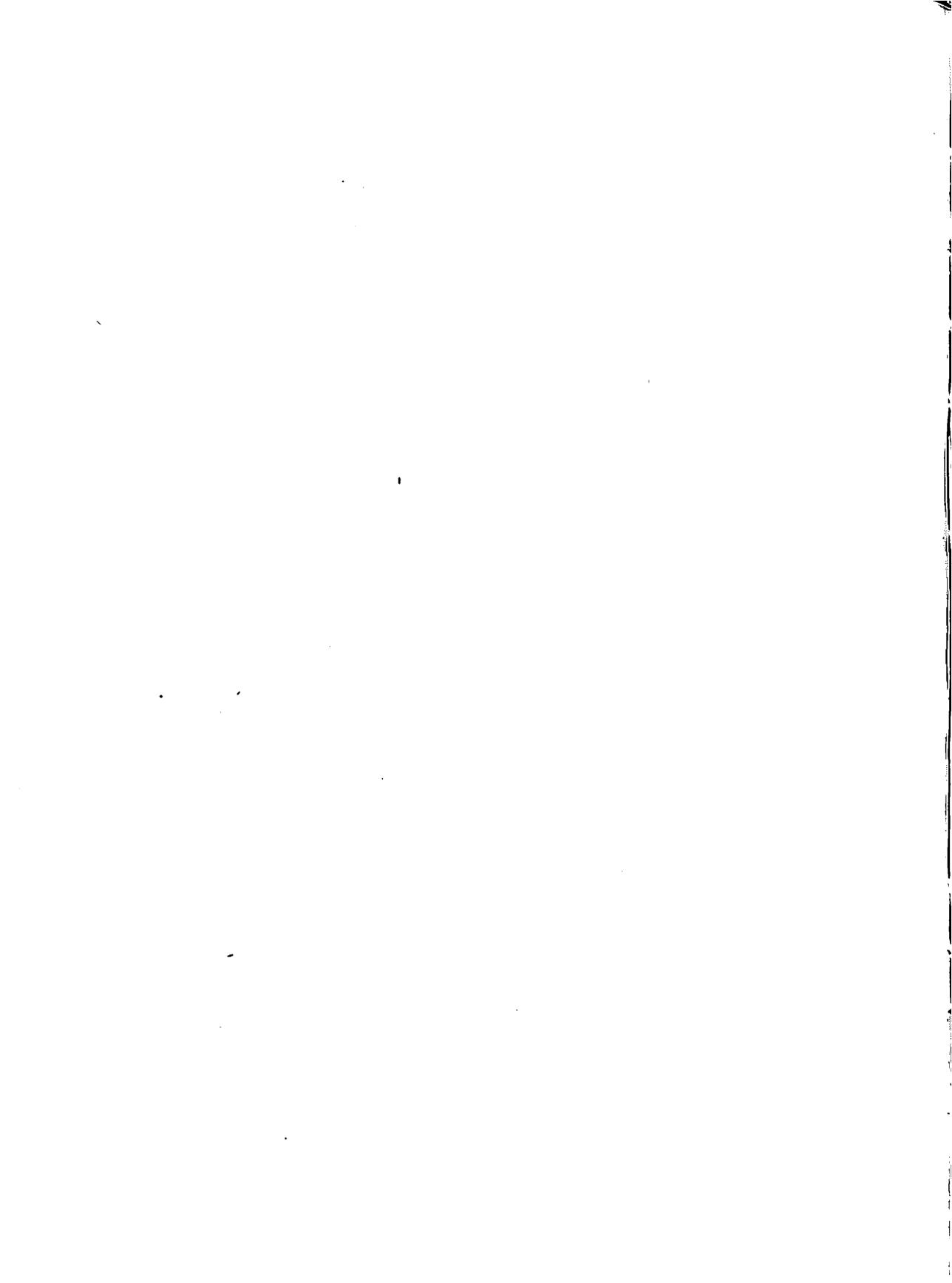
Esta planta es propiedad de la Comisión de Fomento Minero y constituye la Unidad más grande que ha construido en capacidad de molienda, (125 tons. como máximo). Usa para la recuperación de los valores contenidos en los minerales que trata, el sistema de beneficio por cianuración.

En esta planta se benefician minerales procedentes de las distintas minas ubicadas en el distrito minero de Guanajuato.

Todos ellos contienen Au y Ag en forma de sulfuros y sulfoantimoniuros, tales como pyrargirita, argentita, polibasita y otros compuestos que se presentan también ocasionalmente en estado nativo.

El proceso que se sigue en el tratamiento, no es el mismo para todos los minerales, dependiendo aquél de la constitución física y carácter mineralógico de éstos.

Los minerales para su beneficio se sujetan a varios tratamientos. El primero de ellos es el muestreo, siempre que el mineral sea del llamado de compra; si no lo es, los lotes de metal pasan directamente al Departamento de Trituración y Muestreo Automático, que recibe también el nombre



de Departamento de Preparación Mecánica de los minerales. La maquinaria que se usa en esta etapa del beneficio, así como la que se emplea después, la describiré al finar de este tema.

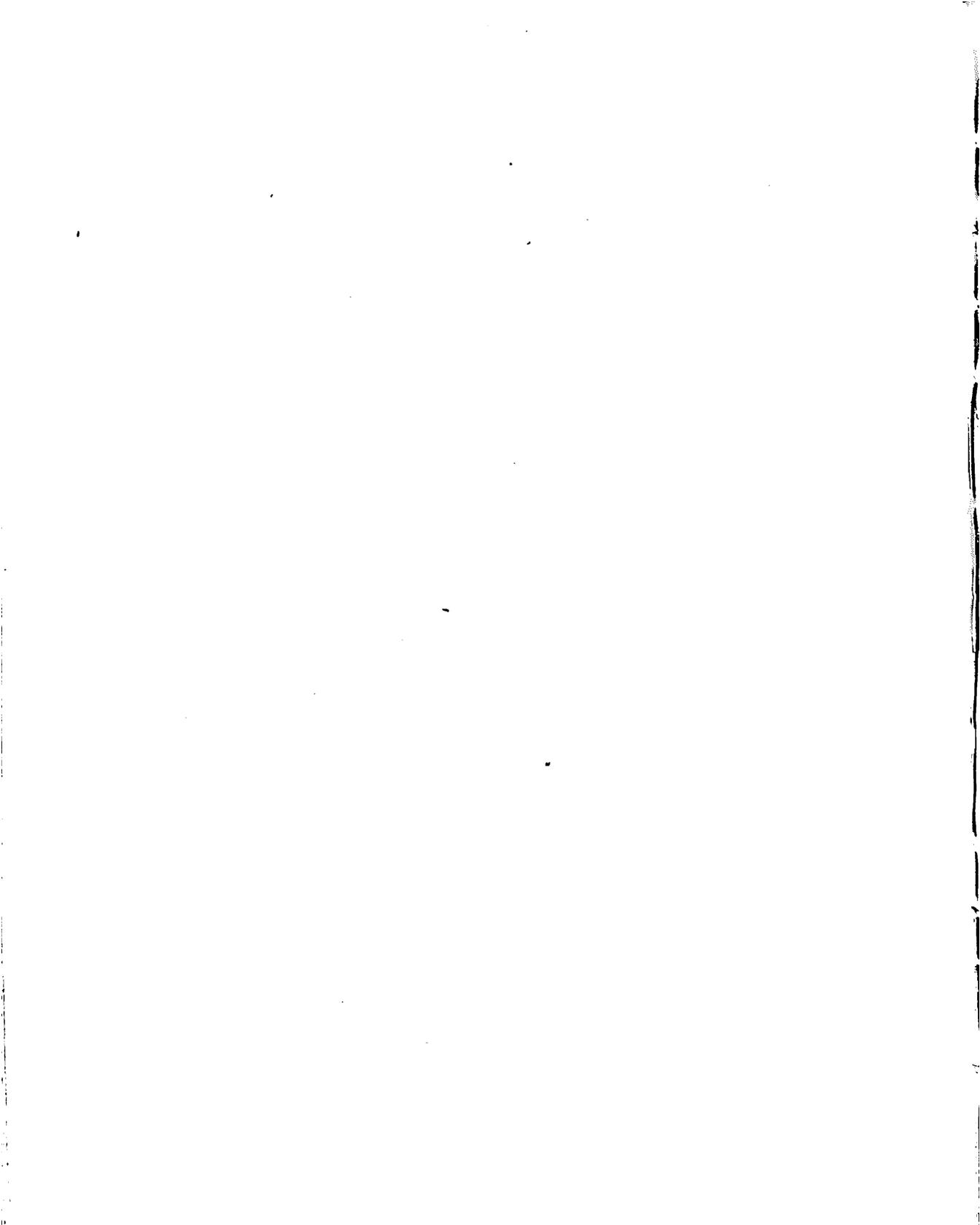
Trataré de explicar de la mejor forma posible el camino que sigue el mineral desde el Departamento citado antes, hasta llegar a las bolsas de precipitado, término del procedimiento en esta Planta.

El metal listo para su beneficio, se vacía en carros de 600 kgms. de capacidad, que pasan por una báscula de 2 toneladas y se pesan; ya pesados se descarga su contenido en una tolva de 2.5 tons. situada a la cabeza de dos quebradoras (una de campana y otra de quijada). Ya triturado el mineral lo recibe un elevador de canchales que va a depositarlo a otra tolva de igual capacidad que la anterior; de esta tolva pasa a una banda alimentadora que en su extremidad tiene una polea magnética, la cual sirve para privar al mineral de cuanto desperdicio de fierro pueda traer consigo. La banda descarga a una criba vibratoria de donde se obtienen tres productos: grueso, de más de 1-1/4"; mediano, de 3/4" a 1-1/4", y delgado o tierras de menos de 3/4".

El producto grueso pasa a una quebradora auxiliar de quijada; el mediano a una Symons de cono, a la que se le une la descarga de la quebradora auxiliar. Las tierras corren por un canalón y descargan directamente al muestreador automático o Snyder. A este mismo canalón descarga el producto de la Symons.

El Snyder recoge la muestra y la deposita en un elevador de canchales, que a su vez la vacía al Bazín Sampler, o sea el verdadero muestreador; éste toma la muestra y la deposita en una banda que la conduce al Departamento de Muestreo y Afinación. La muestra no recogida, cae directamente a una tolva general con capacidad cúbica de 348 mts. Hasta aquí la preparación mecánica del mineral.

De la última tolva citada, el mineral es conducido al

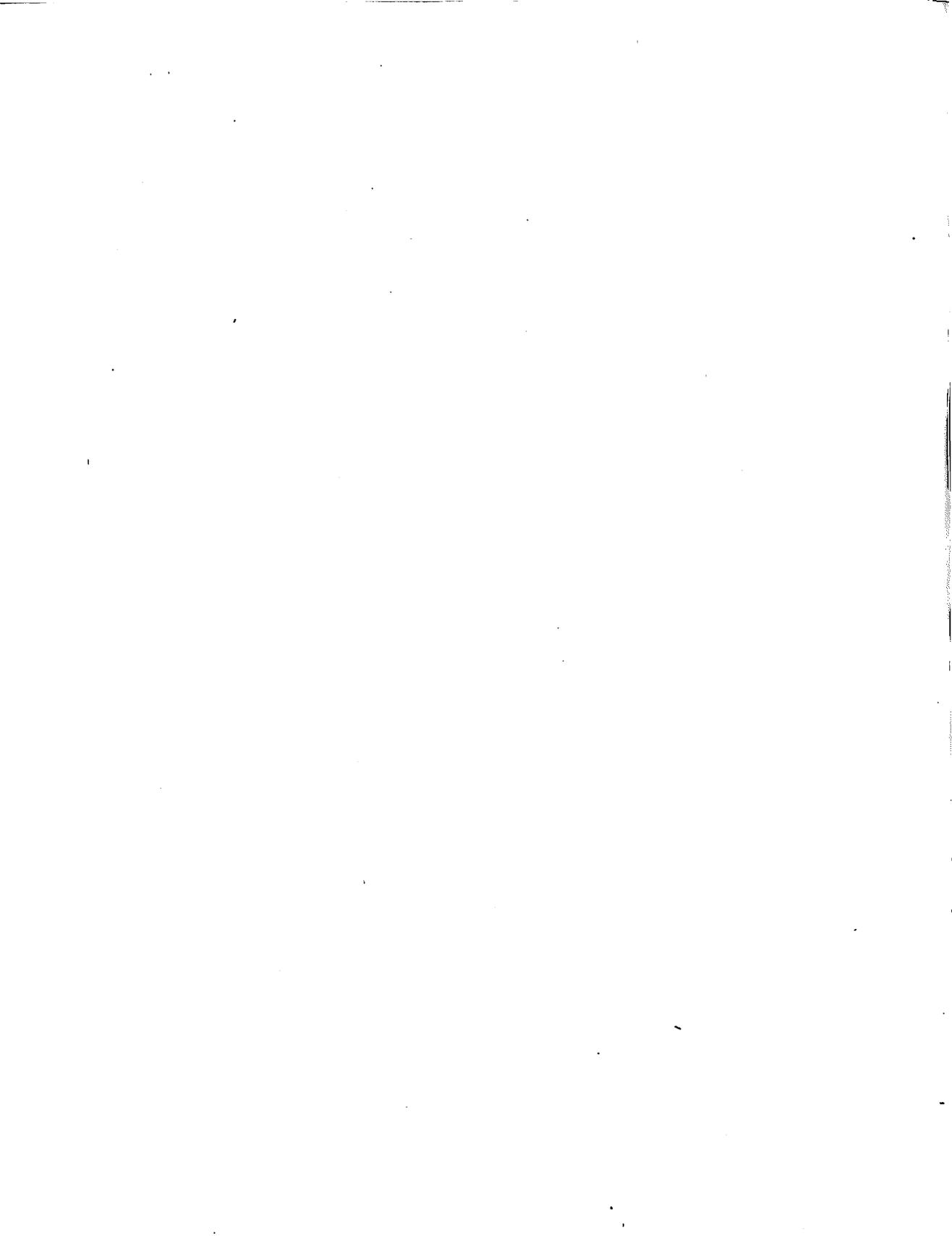


molino primario por medio de una banda transportadora, en donde se efectúa el primer contacto del mineral con solución de KCN. Aquí y a la cabeza del mismo, se le agrega la cal suficiente para neutralizar los ácidos que puedan traer consigo, formados por la descomposición de los sulfuros y otros compuestos, y que además sirve como coagulante o asentador de las pulpas. También aquí se le agrega la solución KCN, suficiente para poder efectuar la disolución del Au y Ag contenido en ellos.

La descarga del molino se hace a un canal que conduce la pulpa a una bomba Frenier, que la eleva al clasificador Duplex. En este las lamas se derraman y caen a los asentadores por medio de un distribuidor, depositándose las arenas en el molino secundario en donde se remuelen, descargando a otro canal, que las conduce a la bomba Frenier antes mencionada, estableciéndose así un circuito cerrado.

Las lamas resultantes de la molienda, caen como dije antes, a tanques asentadores, en donde al asentarse, dejan en la parte superior la solución rica, que se derrama a un canalón colocado en la periferia interior y que está comunicado a un tubo que dirige estos derrames a otro tanque situado a un nivel mas bajo, de donde por medio de bombas triplex, se eleva a otros tanques provistos con filtro de arena, situados a mayor altura que las máquinas que se usan para la precipitación de los valores que se obtengan.

Las lamas depositadas en la parte inferior de los tanques asentadores, se extraen por medio de bombas Dorko y se mandan por un canalón de madera a los tanques agitadores, de donde, después de haber sido agitadas convenientemente, se descargan y pasan a los tanques cono, (los cuales se están acondicionando actualmente para ejecutar los lavados de contracorriente) y que también se les llama lavadores. Para esta operación se usa solución estéril y agua. Los tanques son seis y las lamas pasan sucesivamente por cada uno de ellos; la descarga del último se hace directamente al río. En los tres primeros se usa solución estéril y



en los restantes agua solamente. La solución resultante de los lavados a que se sujetan las lamas, se decanta en cada tanque y se conduce por tubería a otro tanque llamado de solución de retorno; esta se eleva a otros depósitos situados a mayor altura que los molinos, para que por gravedad corra y se pueda usar como disolvente de la cal y el KCN de que ya antes he hablado, sirviendo además para diluir las pulpas de las descargas de los molinos así como del clasificador.

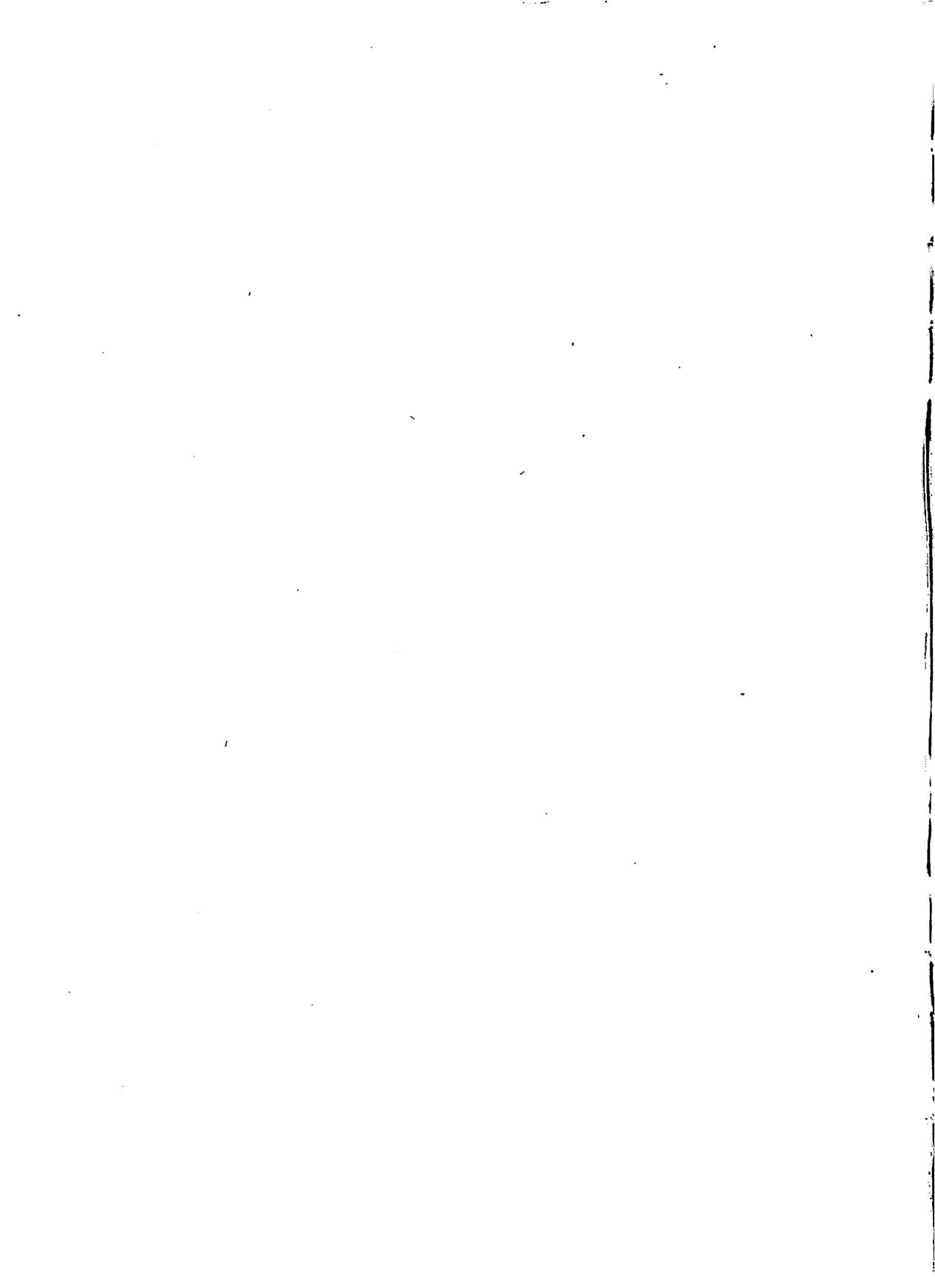
Este es en concreto, el procedimiento relativo a la disolución de los valores de Au y Ag, que se usan en esta Planta.

**RECUPERACION DE VALORES.**—El camino que recorre la solución rica en esta parte del beneficio es el siguiente:

Del tanque con filtro de arena mencionado anteriormente, pasa por gravedad a un clarificador Denver de 30 hojas, el cual de acuerdo con su nombre, la clarifica, siendo luego pasada por medio de una bobmmba de vacío a otro tanque en donde se encuentra privada de la mayor cantidad de oxígeno posible. De este por medio de bomba centrífuga se envía la solución al recipiente mezclador, en el que se le está agregando el zinc en polvo suficiente para la precipitación de los valores. La reacción que aquí se efectúa es muy rápida. La solución ya mezclada con el zinc forma el precipitado que es enviado por una bomba centrífuga y a presión, a las bolsas de precipitación, consistentes estas en bolsas de forma común pero de dobles forros. En la bolsa interior que es de manta, queda almacenado el precipitado; la exterior es de lona y sirve para proteger a la de manta. La solución que logra pasar por los poros de estas bolsas, es la solución estéril de cuyo aprovechamiento ya se habló.

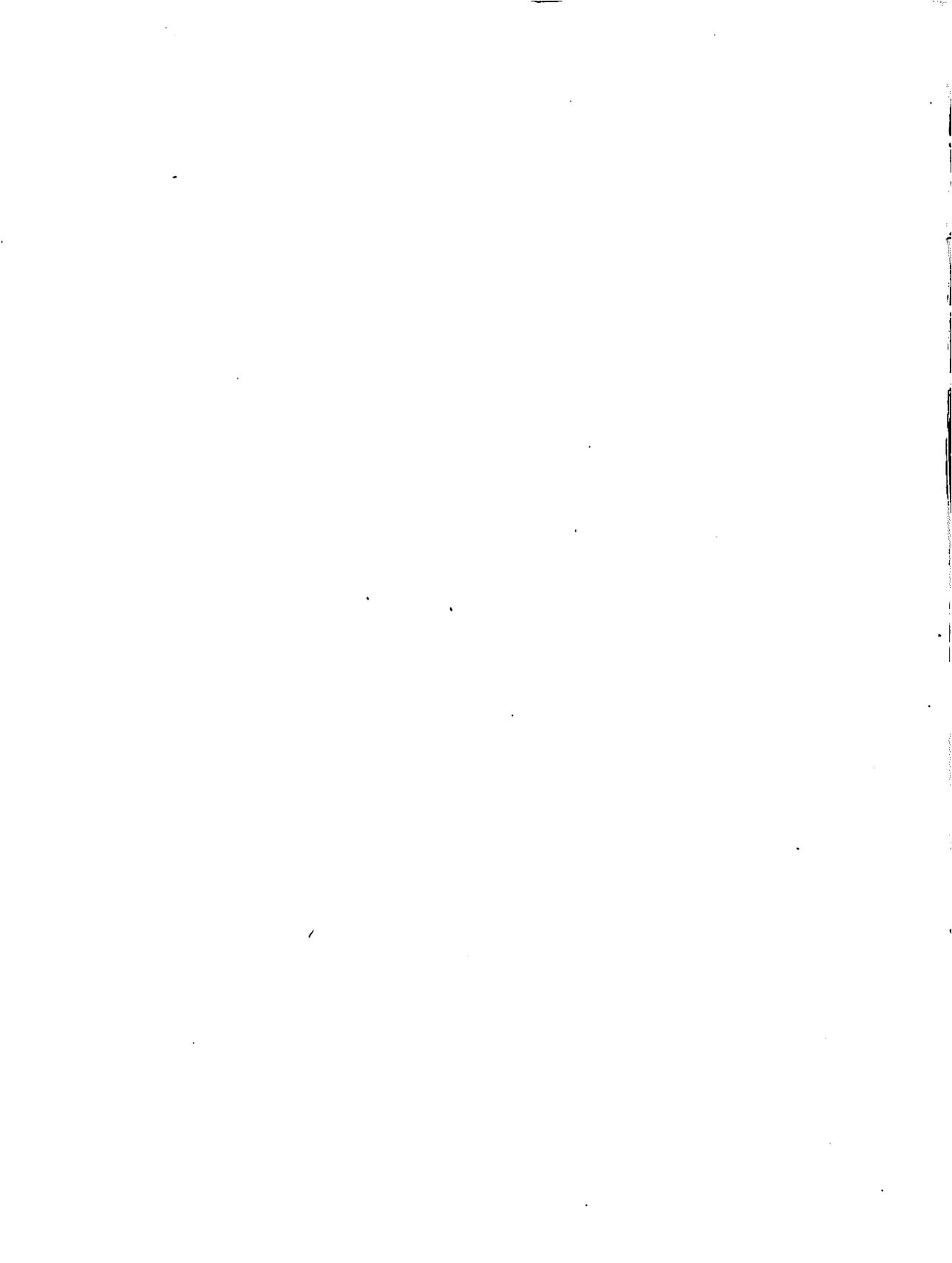
Hasta aquí la parte correspondiente a la primera mitad de la recuperación de valores, que es la única que existe en esta Planta.

En seguida, y como complemento a la explicación anterior, cito la lista de maquinaria completa, con sus características, que se emplea en la Planta "Santo Niño" y que es-



tá marcada en el plano correspondiente que adjunto a este trabajo.

- 1.—Tolva general en patio, de cuatro compartimentos, con capacidad de 144 m<sup>3</sup>.
- 2.—Patio de compra de minerales, con tres quebradoras chicas.
- 3.—Báscula Fairbanks de 2 toneladas de capacidad.
- 4.—Caja alimentadora de la quebradora de cono y Blake, con capacidad de 2.5 toneladas.
- 5.—Quebradora giratoria Allis-Chalmers núm. 8 que puede recibir carga de 20 cm. (8 pulgadas) y entregar de 5 cm. (2 pulgadas), con capacidad de 20 tons. por hora.
- 6.—Elevador de cangilones.
- 7.—Caja alimentadora de la criba vibratoria, con capacidad de 2.5 tons.
- 8.—Banda transportadora con polea electro-magnética en el extremo.
- 9.—Criba vibratoria con separación de tres productos:
  - a).—Producto de más de 3.8 cms. (1.5") a la quebradora auxiliar de quijada.
  - b).—Producto de menos de 3.8 cms. y más de 0.6 cms. (1/4") a la quebradora Symons.
  - c).—Producto de menos de 0.6 cms. al Snyder.
- 10.—Quebradora auxiliar de quijada, tipo Blake, marca Ridson, de 60.9 cms. por 30.48 cms. (12"x14"). Recibe carga de 5 cms. (2") y entrega de 1.9 cms. (3/4"), con capacidad de 15 tons. por hora.
- 11.—Quebradora marca Symons de 50.8 cms. (20") que recibe carga de 4.14 cms. (1 5/8") y entrega de 0.6 cms. (1/4"), con capacidad de 14 tons. por hora.
- 12.—Muestreador automático Snyder, de 42" y Bazin Sampler



- 13.—Tolva general de molino, con capacidad de 348 m<sup>3</sup>.
- 14.—Tolva para cal.
- 15.—Banda alimentadora de molinos.
- 16.—Banda transportadora de cal.
- 17.—Muestreador de 15" para las muestras de cabezas de molino.
- 18.—Molinos de balas, de 1.52 mts. por 3.35 mts. (5'x11'), marca Allis-Chalmers. El primario usa balas de 4" y el secundario de 2".
- 19.—Bomba Frenier de 1.37 mts. por 25.4 cms. (54"x10").
- 20.—Clasificador Denver, tipo Door, Duplex, de 1.83 por 6.60 metros.
- 21.—Dos espesadores Door, de 9.05 mts. de diámetro por 3.15 mts. de altura, con un volumen cada uno de 196.5 m<sup>3</sup>.
- 22.—Tres tanques para solución rica con volumen de 139 m<sup>3</sup>. cada uno. Dos de ellos con filtro de arena.
- 23.—Cuatro tanques agitadores con volumen cada uno de 166 m<sup>3</sup>.
- 24.—Seis tanques cilindro-cónicos, con volumen total cada uno de 223 m<sup>3</sup>.
- 25.—Tres tanques para solución de retorno, con un volumen de 146 m<sup>3</sup>. cada uno.
- 26.—Tanque de solución estéril, con volumen de 139 m<sup>3</sup>.
- 27.—Dos bombas triplex, marca Allentown, de 6" por 7". Se usan para elevar las soluciones ricas y de retorno.
- 28.—Clarificador Denver de 30 hojas.
- 29.—Bomba de vacío, que alcanza a pasar 20 m<sup>3</sup>. por hora.
- 30.—Banda alimentadora de zinc, con caja revolvedora.
- 31.—Cuatro compartimientos para las bolsas de precipitación, con 30 bolsas cada uno.



Como accesorios tenemos:

Un tanque de mampostería de 89.3 m<sup>3</sup>. para servicio de agua.

Un taque de lámina de fierro con volumen de 140 m<sup>3</sup>, también para agua.

Una compresora marca Sullivan, de 60.96 cms. por 30.48 cms. (24" x 12").

Dos compresoras marca Eric, de 20 por 20 cms. (8"x8").

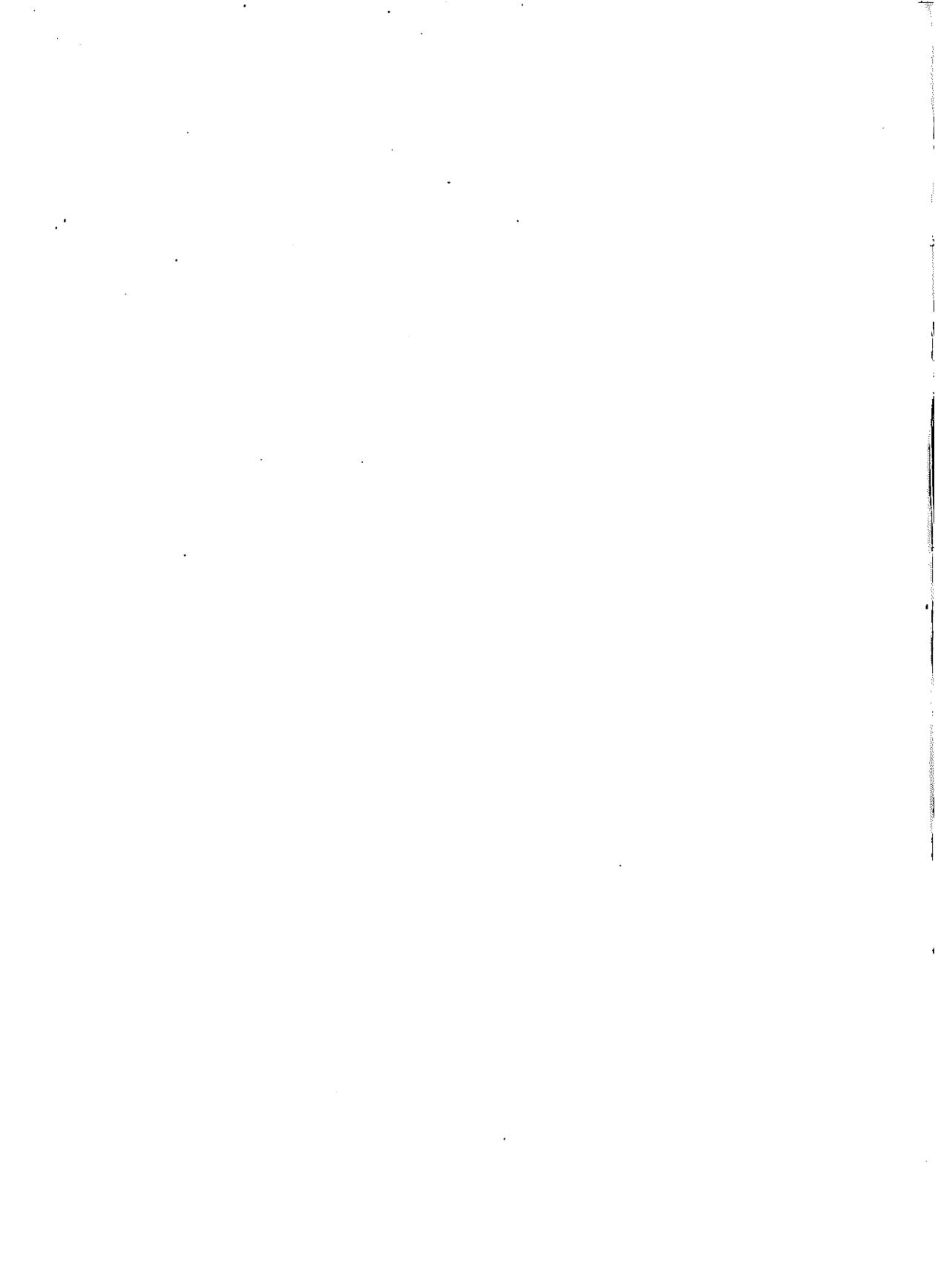
El control de la marcha del beneficio, se lleva por medio de análisis químicos ejecutados diariamente y, ensayos de cabezas de molino, de tanques espesadores, agitadores y lavadores, así como las cabezas y colas del Departamento de Precipitación. También se hace un análisis de granulidad de las descargas de los molinos y del clasificador.

En el diagrama de tratamiento que acompaña a esta tesis, están omitidas conexiones auxiliares que permiten usar indistintamente una máquina por otra de las ya instaladas, cuando las necesidades del trabajo así lo requieran.

Ahora paso a tratar lo concerniente al futuro de la misma Planta, relacionado con las minas situadas a su contorno.

A mi juicio, la ubicación de la citada Planta, es un factor valioso que puede influir en el éxito de ella, pues se encuentra rodeada de buen número de fundos mineros, a distancias de pocos kilómetros, que contienen minerales con leyes muy aceptables.

Desde luego, esto por sí sólo poco significaría si no se procurara aprovechar, en forma bien estudiada, las buenas condiciones en que se encuentra colocada la ya referida Planta. Como puntos de partida básicos y de índole económica, habría que fijar estos: Que la ley más baja que beneficie, sea de 4 gms. Au como mínimo; mineral de menos de esta ley, no conviene ni para la Planta ni para el introductor. Tomar en cuenta la distancia a que se en-



cuentra el lugar de producción del mineral, para poder apreciar su costo de transportación, "acarreo" como se le conoce comunmente. Y por último, apreciar la clase de criadero.

En mi concepto, el primero y segundo puntos de los antes enumerados quedan resueltos trazando un círculo imaginario que tuviera un radio de 5 kms. y cuyo centro fuera la Planta "Santo Niño". Dentro de este círculo, y principalmente en los cuadrantes NE y NW, se encuentran muchas minas que debido a diversas causas las abandonaron; minas que tienen todavía bastante mineral y que pasa con regular margen del límite costeable señalado. Estas minas se encuentran, la mayoría de ellas, en muy malas condiciones.

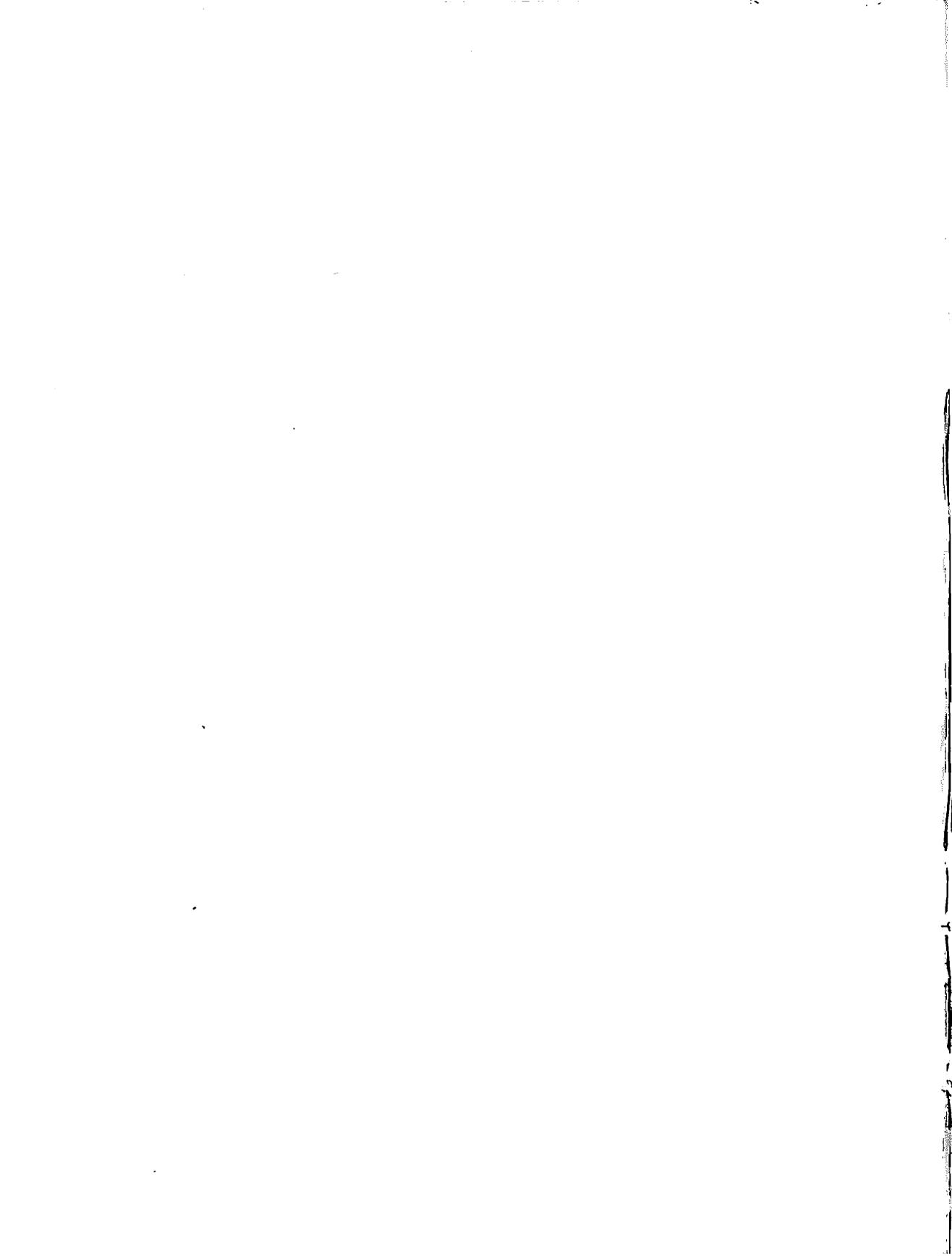
La zona NW es la que está situada al bajo de la Veta Madre y de la que ya hablé en el problema núm. 3.

En la presente exposición no doy un estudio más amplio de esta zona, por razones que son obvias de explicar .

Fuera de la zona antes indicada, se encuentran al NW de la Planta minas muy conocidas que, de prepararse convenientemente, darían vida e impulso a la minería de esta parte del distrito minero de Guanajuato. Las minas a que me refiero son El Cedro, Cardones, Siglo XX y la del Carmen-Pingüico, principalmente esta última.

Como conclusión a esta segunda parte del problema número 4 que se me propuso, diré que la vida y futuro de la Planta "Santo Niño" dependen única y exclusivamente de la Comisión de Fomento Minero, que en el presente caso es la principal interesada, por tener invertida en la instalación y funcionamiento de aquella un capital bastante fuerte.

Para que dicha Planta llene satisfactoriamente el papel que le han confiado los estatutos de la Comisión, se deben aplicar estos rápida y efectivamente dentro de la zona en que está ubicada la ya tantas veces mencionada Planta, para que redunde en beneficio de ella misma y de la minería en pequeño de este Distrito.



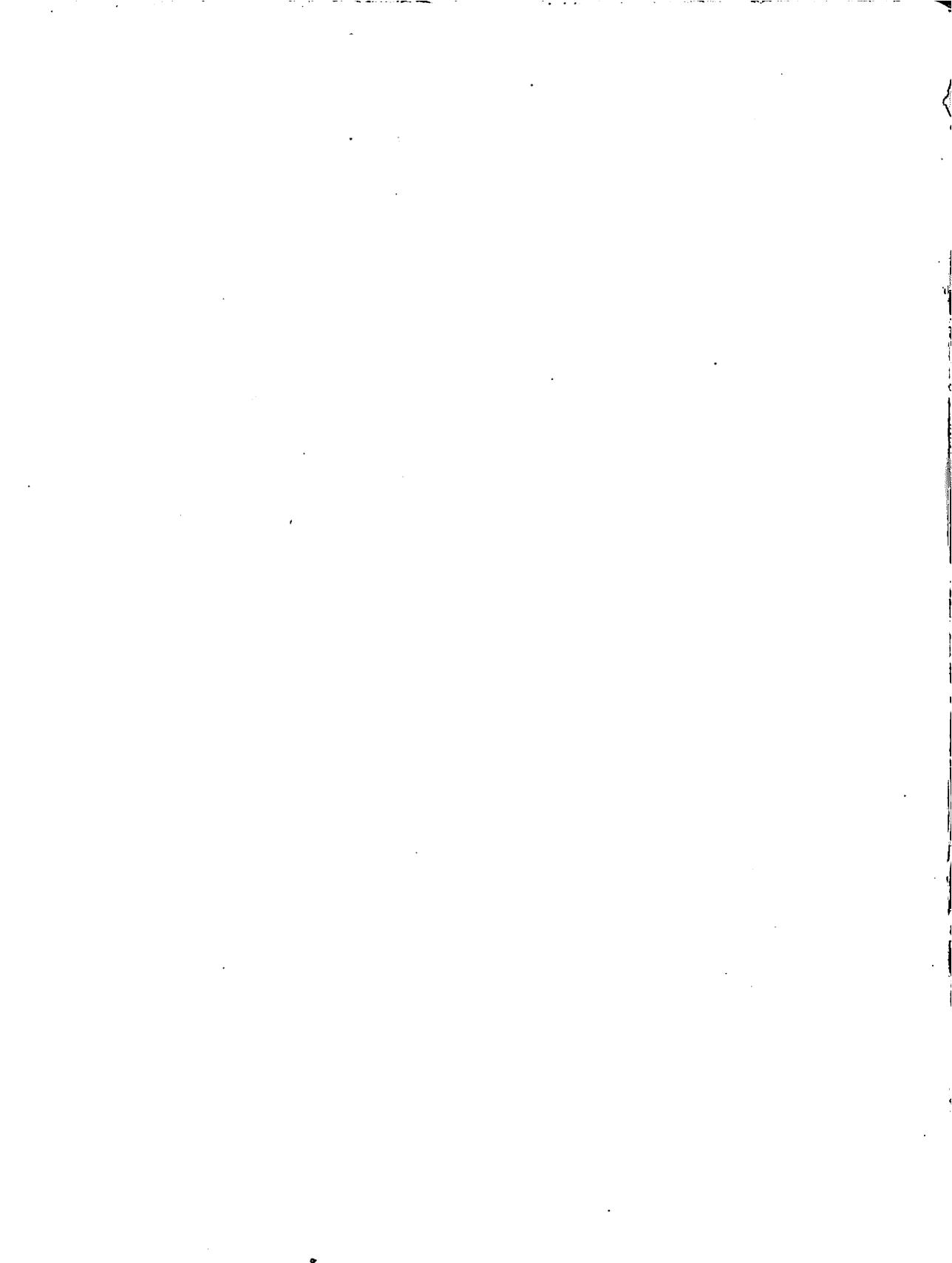
**Con la presente exposición doy por terminadas las resoluciones a los problemas que se me encomendaron.**

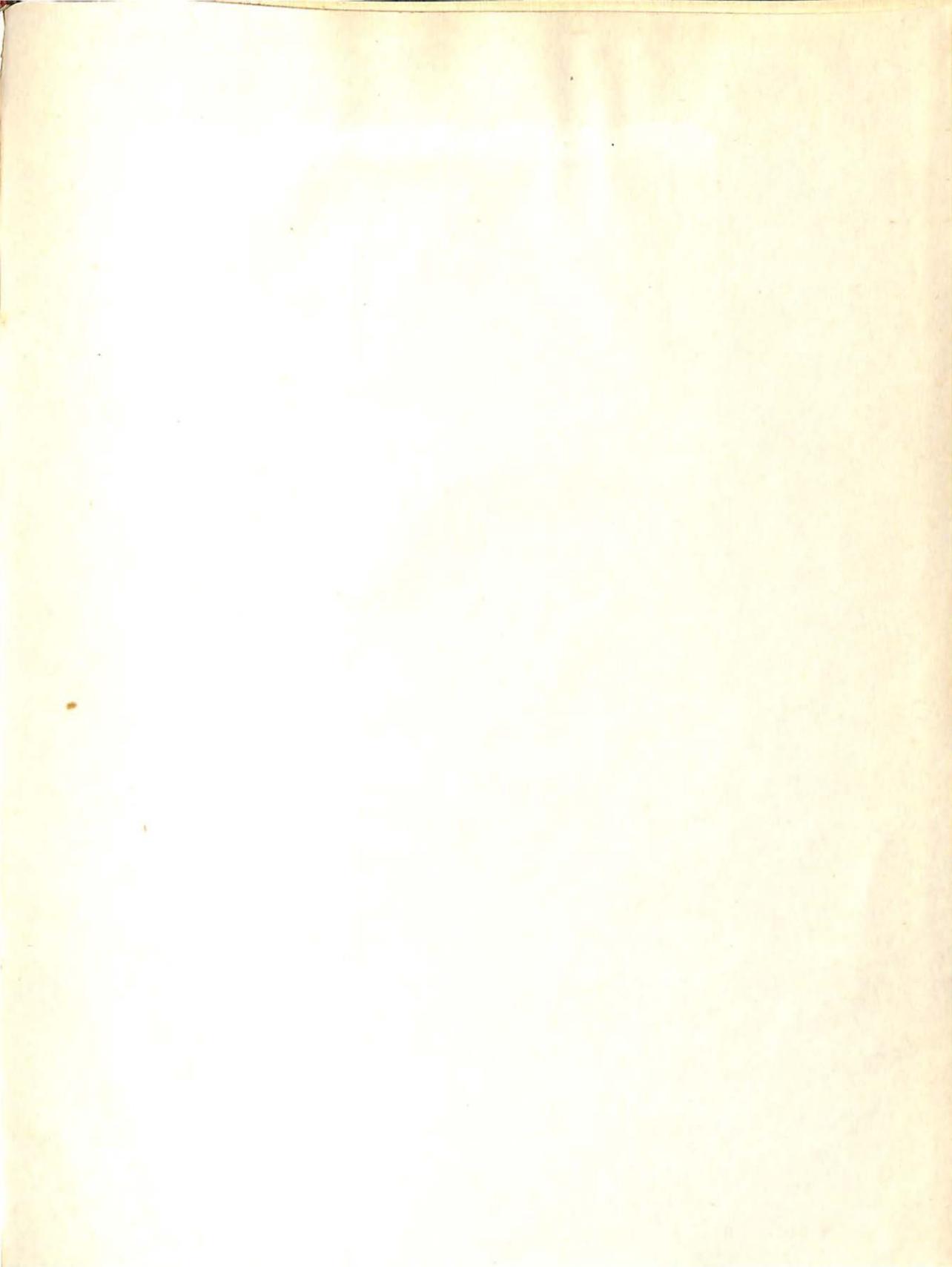
**No me resta más que expresarles a los distinguidos Maestros que integran este Honorable Jurado, las más cumplidas gracias por la bondadosa atención que se han servido dispensar al presente trabajo, así como también manifestarles mi profundo agradecimiento por las sabias enseñanzas que me impartieron, de las cuales, como correspondencia a su meritorio esfuerzo, he procurado hacer uso en la mejor forma posible, con el deseo de demostrarles que no han sembrado en terreno estéril, que sus luces han iluminado mi mente, haciendo a la vez germinar en mis sentimientos la gratitud.**

**Que la intención supla las deficiencias de mi labor; deficiencias que, por otra parte, son los tropiezos obligados para el estudiante que inicia su marcha por la escabrosa pero noble senda de la vida profesional.**

**Guanajuato, Gto., Enero de 1943.**

**VICTOR SANTIAGO ROCHA M.**





## FECHA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes del vencimiento de préstamo señalado por el último sello.





