

José García Gutiérrez Jr.



Facultad de Ingeniería

Tesis Profesional

J
44

UNAM



97

TESIS-BCCT



T-97

420(344.2)
Ga4g

Colegio del Estado

Guanajuato, Gto., marzo de 1944.

Imprenta del Estado.

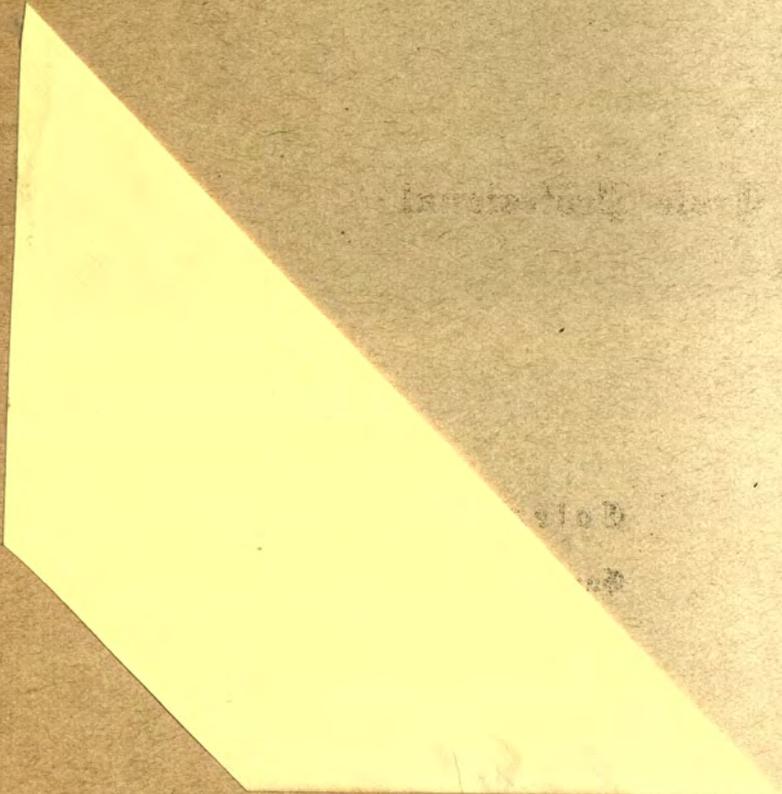
18 10/10/10 10/10/10

18 10/10/10 10/10/10

18 10/10/10 10/10/10

18 10/10/10 10/10/10

18 10/10/10 10/10/10



José García Gutiérrez Jr.

*Con todo respeto para
el señor Ing. Luis Blázquez.
José García Jr.
24-1-45.*

Facultad de Ingeniería

Tesis Profesional



INSTITUTO DE GEOLOGIA
BIBLIOTECA

Colegio del Estado

Guanajuato, Gto., marzo de 1944.

T-104
97

CLASIF. GSJ 1944 IA
ADQUIS. I-104
FECHA
PROCED.

REVISADO, CORREGIDO, Y
VALIDADO POR

A mi padre con profundo
agradecimiento y cariño.

A mi madre, cariñosamente.

A mis hermanos y hermanas,
con fraternal estimación.

It is hereby certified that the within and foregoing is a true and correct copy of the original as the same appears from the records of the said office.

In witness whereof I have hereunto set my hand and the seal of the said office at the City of New York, this 10th day of June, 1880.

Attest: My hand and the seal of the said office at the City of New York, this 10th day of June, 1880.

A mis maestros con reconocimiento.

Respetuosamente al Sr. Prof.
Eduardo Cruces.

A la memoria del compañero
desaparecido Gustavo Galván.

Problemas

Propuestos al Sr. José García Gutiérrez, Jr., para su examen recepcional de Ingeniero de Minas y Metalurgista, Topógrafo e Hidromensor.

I.—Datos generales sobre la Unidad Minera de "Aurora-Xichú", incluyendo además los de geología, mineralogía, desarrollo y sistemas de explotación. Problemas y consideraciones generales.

II.—Triangulación topográfica, comprendiendo la mayor parte del fundo minero, así como los puntos esenciales para el levantamiento topográfico de la mina Aurora-Xichú.

III.—Levantar el plano general de la mina Aurora-Xichú, tomando como base algunos de los puntos de la triangulación.

IV.—Descripción del molino y planta de beneficio. Su funcionamiento. Planta de generación de la corriente eléctrica existente en la unidad.

Guanajuato, Gto., febrero de 1944.

El Presidente del Jurado,
Ing. José Ma. Garza Aldape.

Primer Problema

Datos generales sobre la Unidad Minera de "Aurora-Xichú", incluyendo además los de geología, mineralogía, desarrollo y sistemas de explotación. Problemas y consideraciones generales.

DATOS GENERALES.—La mina Aurora-Xichú está ubicada a 6 kilómetros al SE del poblado de Xichú propiamente dicho, antiguamente llamado el Real de Xichú, y que es actualmente la cabecera del municipio del mismo nombre, situado en la parte NE del Estado de Guanajuato.

Su posición geográfica aproximada es de 21 grados 25 minutos de latitud Norte y de 1 grado 4 minutos longitud Oeste del meridiano de México.

Se encuentra en la parte más baja de la Sierra Gorda, precisamente en la cañada por donde corre el Río de Xichú, el cual es formado por el de Adjuntas, y multitud de vertientes que bajan de los cerros circundantes, principalmente del de San Agustín. Esta depresión en la Sierra Gorda es

a su vez, de las partes más bajas del Estado de Guanajuato (unos 700 metros sobre el nivel del mar), lo que influye grandemente como factor climatológico del lugar, haciendo el clima sumamente caliente.

La única vía de comunicación es el camino de segundo orden que conduce a San Luis de la Paz, la población de importancia más cercana relativamente; y que se encuentra a cerca de 102 kilómetros de la mina, siguiendo el camino.

En cuanto a la lluvia media anual, es dato que no se conoce todavía con exactitud; es de unos 600 milímetros, verificándose las lluvias en período muy corto, y de manera verdaderamente torrencial, lo que ocasiona perjuicios de todas clases, principalmente en el camino, haciéndolo a veces intransitable, debido a los deslaves originados.

Esta unidad minera está actualmente rentada a sus propietarios por la American Smelting and Refining Co., siendo explotada por la misma Compañía.

GEOLOGIA.—Aunque en el Estado de Guanajuato dominan principalmente las rocas volcánicas e intrusivas, pues existen en más de la mitad de la superficie del Estado, en el mineral de Xichú que, como ya expresé, se encuentra en las derivaciones de la Sierra Gorda, dominan las rocas metamórficas en forma de pizarras arcillosas ligeramente carbonosas, cuya edad geológica no está aún bien precisada debido a la ausencia absoluta de fósiles, pero que se cree pertenecen a los períodos precretácico y cretácico. Son por sus características petrográficas, muy semejantes a las que existen en Zacatecas y que pertenecen al triásico superior, aunque posteriores en formación.

En la superficie del lugar, y en el mismo camino, pueden verse muy claramente estas pizarras, aunque muy alteradas debido a la acción de la intemperie. Son entonces muy

En cuanto a la lista de los minerales que se han encontrado en el territorio de la provincia de Cádiz, se puede decir que es bastante extensa, y que comprende una gran variedad de especies, tanto de origen ígneo como metamórfico y sedimentario. Entre los minerales más importantes que se encuentran en esta provincia, cabe destacar a los silicatos, especialmente los feldspatos y cuarzo, así como los carbonatos, como la calcita y la dolomita. También se encuentran minerales de hierro, como la hematita, y minerales de plomo, como la galena. La presencia de estos minerales está relacionada con la geología de la provincia, que incluye zonas de granito, gneis y pizarra, así como depósitos sedimentarios marinos y continentales.

Este trabajo tiene como objetivo principal describir y catalogar los minerales que se encuentran en la provincia de Cádiz, así como su distribución geográfica y su importancia económica. Para ello se han realizado una serie de estudios de campo y de laboratorio, que han permitido identificar y caracterizar una gran cantidad de especies minerales. Los resultados de estos estudios se presentan en este trabajo, que incluye una lista de los minerales encontrados, así como una descripción detallada de sus propiedades físicas y químicas. También se incluye un mapa que muestra la distribución geográfica de los minerales en la provincia, así como una serie de fotografías que ilustran algunos de los minerales más interesantes.

GEOLOGÍA.—Antes de entrar en el estudio de la geología de la provincia de Cádiz, conviene recordar que esta provincia forma parte de la zona de las Béticas, que es una de las grandes zonas tectónicas de la Península Ibérica. La geología de la provincia de Cádiz está caracterizada por la presencia de una gran variedad de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Entre las rocas ígneas más importantes que se encuentran en esta provincia, cabe destacar a los granitos, que forman grandes masas que ocupan gran parte del territorio. También se encuentran gneis y pizarras, que son rocas metamórficas que se han formado a partir de rocas ígneas y sedimentarias que han sufrido un proceso de metamorfismo. En cuanto a las rocas sedimentarias, se encuentran depósitos marinos y continentales, que incluyen areniscas, arcillas y calizas. La geología de la provincia de Cádiz está relacionada con la tectónica de la zona de las Béticas, que ha provocado el levantamiento de esta zona y la formación de una gran variedad de rocas y estructuras geológicas.

fácilmente deleznable, presentando colores que varían del gris, al amarillento y al rojizo. Originalmente tienen color gris aplomado tirando al negro en algunos lugares debido a la presencia del carbón. Son fácilmente deshojables cayéndose a veces grandes trozos lo que hace muy peligrosas las labores mineras subterráneas sobre todo las antiguas, por los derrumbes que se originan de vez en cuando. En ocasiones se encuentran alteradas por metamorfosis de contacto, ocasionados por rocas intrusivas, tales como gabros y diabasas. *metamorfismo*

En el bajo de la veta, en el cuarto nivel, puede verse claramente una formación de diorita, fácilmente identificable; muy compacta y de color gris verdoso.

Son dignos de admirarse algunos plegamientos de los estratos pizarrosos. Puede observarse en el río de Xichú, un poco abajo del molino y en la margen izquierda, de un di-clinal formado por síclinal y anticlinal, perfectamente bien caracterizados.

No pude encontrar ninguna falla.

Son muy notables también y dignas de mencionarse, las colinas de forma cónica, casi perfecta, que rodean el lugar; y cuyo origen más probable es el debido al trabajo de la erosión.

Por lo que respecta a la formación de los yacimientos metalíferos, es bastante irregular, pues la veta principal, que es la que se está trabajando actualmente, no tiene anchura constante ni mucho menos, sino que son formaciones en bolsas, de dimensiones muy variables, pues hay lugares con anchura hasta de 8 metros o más, mientras que en otros casi se pierden, por lo que propiamente no se le puede llamar veta. Tiene también un número considerable de ramales sin seguir direcciones determinadas. El cuerpo principal, según puede verse en el plano de la mina adjunto, por

el rumbo de las obras subterráneas, que han ido siguiendo la dirección del mineral, tiene un rumbo aproximado de 45 grados NW-SE.

En el primer nivel de la mina, que fué ^{el} la que se trabajó primitivamente, llamado San Francisco, se ve una región muy oxidada en la que abundan metales como oro y plata, principalmente el primero. En la actualidad está abandonada.

MINERALOGIA.—Algo muy notable, que puede encontrarse en esta región del Estado de Guanajuato, es la diversidad y gran variedad de minerales, sobre todo metálicos, por lo que constituye una parte de las más ricas del Estado, y digna de ser explorada en mayor proporción, ya que hasta la fecha existen yacimientos con valores de todas clases, que permanecen en espera del minero emprendedor que los denuncie y los ponga en estado de producir.

El mineral que está siendo extraído y beneficiado actualmente por la Compañía, consiste en un sulfuro pesado, muy rico en blenda y en galena, pues tiene alrededor de 40% de zinc, y unos 20% o poco menos de plomo. Tiene también cantidades apreciables de pirita, sphalerita, calcopirita, y una proporción bastante considerable de carbón en forma de inclusiones. La matriz es calizo-arcillosa, aunque poco notable por la riqueza del mineral.

Como dije anteriormente, la región está sumamente mineralizada, tanto en minerales metálicos como no metálicos. Entre los metálicos que se ha comprobado su existencia, hay yacimientos de tungsteno y de molibdeno, que están siendo explorados para su posterior explotación. Entre los no metálicos se halla el almagre, del que existen minas cerca del poblado de Xichú. Hay también caolín en lugares cercanos. Se asegura, según fuentes dignas de crédito, que hay petróleo en el municipio, aunque ésto no puedo asegurarlo.

DESARROLLO Y EXPLOTACION.—En cuanto a la mina en sí, puede decirse que está muy poco desarrollada, en relación con las formaciones metalíferas y con el tiempo que tiene en explotación, pues es una de las minas más antiguas de la región, y el tiempo que ha estado sin trabajar ha sido relativamente poco.

La mina tiene en la actualidad 4 niveles, de tal manera escalonados siguiendo la pendiente de la colina dentro de la que están perforados, que todos tienen salida a nivel a la superficie. Es de llamar la atención el desarrollo tan característico de esta mina, pues no existe ninguna regularidad entre las distancias verticales de un nivel al siguiente. Por ejemplo, entre el primer nivel denominado Aurora y el segundo llamado Palestina, hay desnivel de 16 metros próximamente; y entre este último y el tercer nivel llamado Tenacidad, existe desnivel de casi 32 metros, o sea casi el doble. El cuarto y último nivel llamado El Cristo, está a 38 metros del tercero.

Como se puede ver y ya expresé antes, no se llevó ningún sistema en el desarrollo de la mina. Lo atribuyo a la forma especial del criadero, pues ya dije cuán irregular es.

Los sistemas de explotación que sigue la Compañía en algunos de los rebajes son muy especiales. Son una combinación de "overhand stoping", o sea, rebaje hacia arriba; y una especie de "squares-sets", aunque no exactamente. La parte en que han extraído el mineral por rebaje hacia arriba, la ademan en forma de huacales, formando cuadrados tal como se estila en el sistema de "square-sets", empleando madera redonda (postes o rollizos) de 10 pulgadas de diámetro. Esta ademación la rellenan luego con tepetate.

A mi manera de ver, es de lo más costosa, tanto por la madera que usan, como por el acarreo y acomodación del tepetate. Pero es la que más se presta para la explotación,

según estudios que ha hecho la Compañía, tomando en cuenta la resistencia de la roca encajonante y, además, la forma de la veta.

En el desarrollo debí mencionar la existencia de un tiro vertical, que en la actualidad no se usa, pero que antiguamente sirvió para la extracción de la carga. Tiene tres metros por cuatro, pues es de sección rectangular, y va desde el segundo nivel de Palestina hasta el cuarto y último de El Cristo. Es una obra notable, por su antigüedad, y según cuentan los naturales de la región, fué colado siguiendo el procedimiento antiquísimo de fuego y agua. Todavía puede verse en el nivel de Palestina, el enorme tambor de madera, situado en posición vertical, del antiguo malacate que servía para el manto, y que se ponía en movimiento por tracción animal.

PROBLEMAS Y CONSIDERACIONES GENERALES.—

Lo que actualmente le falta a la mina, en mi concepto, es un desarrollo más sistemático, para su mejor y más fácil explotación, ya que como está ahora es costosísimo, tanto el tumbear como la extracción del metal. La Compañía está haciendo a toda costa obras con el objeto de tener salidas más adecuadas para la carga, para lo cual está dando contrapozos entre los diferentes niveles, que servirán como chorradereros de carga. Tocóme en suerte calcular y dirigir la comunicación entre el primero y segundo niveles, lográndola pocos días antes de venirme.

Otro problema que se presentó en el mineral (muy anterior a mi estancia en él) y que fué resuelto a satisfacción, se relacionó con la obtención del agua necesaria para los gastos del molino.

Como ya dije, éste se encuentra construido en la margen derecha del Río de Xichú, por lo que podría ser una fuente probable de la obtención del líquido. Pero como ese río es

de carácter torrencial, debido precisamente a lo quebrado o fragoso del terreno, hay una época del año de grandes avenidas en la estación de lluvias; y como en otra época casi no lleva agua, que es la mayor parte del año, no se pudo tomar como abastecimiento de carácter constante. Se resolvió el problema horadando un pozo junto al río, como a 10 metros de su margen izquierda y precisamente frente al molino. Este pozo ha de tener de 10 a 12 metros de profundidad, encontrando el nivel medio del agua cerca de los 8 metros.

Para enviar el agua hasta el molino se eleva del pozo por medio de una bomba colgante acoplada a un motor eléctrico. Para mandarla al lugar en que se necesita, se emplea tubería de 3 pulgadas, que atraviesa el río sujeta a un cable de acero, que le da la resistencia necesaria.

Debido a la poca profundidad relativa de la mina, no se ha necesitado planta de bombeo, pues el nivel constante del agua se encuentra un poco más abajo del piso inferior.

Es también digna de mencionarse la forma en que se transporta el mineral de la mina al molino en el piso de la Tenacidad, que es el que se encuentra al nivel de la tolva general del mismo molino.

El transporte se hace por medio de carros comunes para mina, de una tonelada de capacidad (en realidad los carros pesan cerca de dos toneladas ya cargados, debido al gran peso del mineral). La tracción se verifica con mulas, que muy bien pueden halar 5 o 6 carros a la vez.

Este nivel de Tenacidad es el único que estaba rindiendo carga al molino durante el tiempo que yo estuve en el mineral, limitándose en los otros niveles, a tumbar la carga y almacenarla en los propios socavones hasta que pudiese tener fácil salida. procedimiento que claramente se ve es costosísimo.

Uno de los principales enemigos que tiene la Compañía en ese mineral, es la terrible enfermedad del paludismo. Esta región, debido a su clima cálido, es muy propicia para el desarrollo del mosquito "anopheles maculipenis", que es el que por su picadura transmite la malaria o paludismo.

Se han tomado algunas medidas para la prevención de la enfermedad o disminución de la misma, ya que este mal es endémico en la región y gran parte de la gente que por ahí reside la padece con mayor o menor intensidad. Las medidas tomadas consisten, principalmente, en regar petróleo en los charcos o lugares donde existe agua estancada, que abundan en el río de Xichú, sobre todo durante la sequía. Otra medida consiste en suministrar medicamentos preventivos a las personas que así lo soliciten, tales como la quinina, varios inyectables, etc.

Para curar a las personas contaminadas, así como para la curación de heridos, etc., ha construido la Compañía un hospital de bastante capacidad, atendido por un médico especializado en enfermedades tropicales.

Segundo Problema

Triangulación topográfica, comprendiendo la mayor parte del fundo minero, así como la fijación de los puntos esenciales para el levantamiento del plano de la mina Aurora-Xichú.

Fué necesario desarrollar una triangulación para tener una base segura en el levantamiento del plano de la mina pues aunque existían ya varios planos antiguos, hechos por empresas que trabajaron la mina con anterioridad, quiso la Compañía tener planos nuevos para mayor seguridad en el trabajo.

Cuando llegué al lugar, estaban los vértices ya contruídos, y consistían en pirámides de concreto, truncadas, hincadas profundamente en el suelo, sobresaliendo 0.50 metros del mismo; y con alma de varilla de acero que salía al exterior, sin sobresalir, en la cara superior de la pirámide. En el centro de la cabeza de la varilla tenía un fino punto, para la centración del aparato.

Hice, en primer término, un esquema aproximado de la triangulación, valiéndome de la brújula, y tomando las

distancias con estadia, todo esto para tener idea de la forma que tendría y poder fijarme un lineamiento en mi trabajo, así como para escoger los ángulos más convenientes y necesarios para el cálculo.

Habiendo terminado este trabajo preliminar, empecé a medir los ángulos seleccionados, valiéndome de un teodolito Buff and Buff, de un minuto de aproximación, propiedad de la Compañía. Con anterioridad comprobé el buen estado del aparato, encontrándolo bastante correcto, excepto en el círculo vertical, cuya graduación tenía un error pequeño, pero apreciable. Tuve que usarlo en esas condiciones, a reserva de tomar en cuenta la diferencia al calcular las elevaciones de los vértices.

Leí los ángulos 8 veces, 4 en posición directa del anteojo y 4 en la inversa, con objeto de destruir el error de colimación.

Anoté las lecturas en el círculo vertical en ambas posiciones del anteojo, tomando luego la altura del aparato.

Como señal en los vértices cuya ángulo iba a medir, empleé estadales graduados en metros, y nivelados lo mejor posible con niveles a propósito llevados por los ayudantes, con objeto de tener la verticalidad de las miras lo más perfecta posible. Las lecturas de los estadales, o sea la altura a que colocaba el hilo medio de la retícula sobre el estadal, fué otro de los datos anotados.

También anoté, simplemente como comprobación, los rumbos magnéticos de algunas de las visuales. Todos estos datos pueden verse en mi libro de campo.

Después de haber leído los ángulos que consideré necesarios, que procuré obtener en horas tempranas de la mañana, o en días nublados, para destruir en lo posible el efec-

to de la refracción, pues como ya expresé, la región de ubicación de la mina es de clima cálido, lo que influye grandemente en la seguridad de las visuales; procedí a la medida de la base (base-line) en la forma siguiente: usé una cinta de acero de 100,002 metros de longitud, debidamente calibrada, haciendo la medida en un total de 4 veces, 2 en un sentido y 2 en el inverso, estando la cinta sometida en los extremos a una tensión de 15 kilos, tomada con dinamómetro, siguiendo las indicaciones de la nota explicativa adjunta a la factura de compra de la cinta. Para calcular la longitud real de la base, me valí de la fórmula del binomio de la dilatación lineal. El cálculo puede verse por separado.

Teniendo ya determinada la longitud real de la base, pude ya calcular la triangulación, valiéndome de la fórmula trigonométrica de los senos. Comprobé antes la exactitud de los ángulos de los triángulos comparando su suma, siendo, en cada triángulo, igual a 180 grados.

Una de las mejores comprobaciones la tuve en el punto "O" de la triangulación, pues sumando todos los ángulos formados alrededor del punto citado, que son en número de 7, encontré un valor exacto de 360 grados.

Habiendo calculado los lados (longitudes horizontales) usando logaritmos de 7 cifras decimales, procedí a orientar el sistema para obtener las coordenadas de los vértices. Orienté uno de los lados, la línea base, ya que es la que más se prestaba para ello, pues era una línea a nivel de cerca de 130 metros de longitud, siguiendo el procedimiento de alturas cenitales del sol. Puede verse el cálculo por separado.

Para obtener las coordenadas de los vértices me valí del rumbo encontrado, del que partí para obtener los rumbos de los lados de los triángulos, cuyos valores lineales, multiplicados por el seno y coseno del rumbo, me dieron las co-

ordenadas parciales de los vértices. Para obtener las totales, escogí como origen el extremo sur de la base, marcado en el plano con la letra "A", y al que le atribuí los valores arbitrarios de 1000 metros para las NS y 1000 metros para las EW.

Para calcular las elevaciones, empleé el valor de la tangente del ángulo de inclinación, que multiplicando por la longitud horizontal del lado, y combinándolo con la altura del aparato y la altura del punto visado, me dió el desnivel entre dos vértices cualesquiera. Como elevación base, tomé también una arbitraria para el punto A de +, 1000 metros y de ella partí para dar a cada vértice su elevación corespondiente.

Debido a que, como ya dije, comprobé cierta diferencia en el círculo vertical del aparato, quise comprobar parte de la nivelación trigonométrica, para lo cual decidí llevar una nivelación topográfica por los puntos más importantes del sistema, o sea los que se encuentran directamente enfrente de los socavones de entrada a la mina, que son en número de 4.

Partí, pues, del punto A, usando el tránsito como nivel, y haciendo doble estación, o sea dos estaciones por cada P. L. Usé dos estadales: uno en el punto de adelante, graduado en pies y el de punto del atrás, graduado en metros, con objeto de evitar el error personal, haciendo luego la conversión de pies a metros. La anotación respectiva puede verse en mi libro de campo.

Tanto en el cálculo de coordenadas como en el de elevaciones procuré tener el mayor número de comprobaciones, para lo cual calculaba unas y otras desde dos vértices diferentes. Esas comprobaciones se muestran en la hoja de coordenadas de la triangulación.

Tercer Problema

Levantar el plano general de la mina Aurora-Xichú, tomando como base algunos de los puntos de la triangulación.

Habiendo ya determinado las posiciones de los vértices del sistema de triangulación, estuve ya en posibilidad de transportar la meridiana astronómica al interior de la mina, y levantar el plano topográfico de la misma.

Como primer providencia, hice un recorrido general de la mina, señalando puntos para la fijación de estaciones de teodolito, haciendo al mismo tiempo la numeración sistemática de los mencionados puntos. Como existían ya algunos de trabajos anteriores, utilicé los más convenientes, cambiando únicamente su numeración.

Para llevar la poligonal al interior ligué los lados de la triangulación con los puntos colocados a la entrada del socavón, escogidos ya de antemano para ser perfectamente visibles desde los vértices situados frente a las entradas.

Centrando el aparato en cada uno de los vértices y relacionándolo con otro cualquiera de los mismos, visible desde el primero, leí los ángulos horizontal y vertical con respecto al primer punto de la poligonal inferior y estando ya, por consiguiente, en condiciones de calcular coordenadas y elevaciones de los puntos de la mina.

En el levantamiento interior seguí el procedimiento comúnmente empleado, tomando los siguientes datos:

Angulo horizontal repetido; ángulo vertical; altura del aparato; altura del punto de atrás y del punto de adelante; distancia tomada con cinta de acero, atrás y adelante para comprobar la medida anterior; y por último, detalle a derecha e izquierda, valiéndome para ello de una cinta de lienzo y de un doble metro de madera. Cuando así lo creía conveniente, anotaba también las alturas abajo del punto de adelante, para tener la altura del riel, dato también muy necesario.

Empecé por el nivel superior, pasando luego sucesivamente a los niveles siguientes en orden de elevación. Procuré tener el mayor número de comprobaciones, checando el primero y segundo niveles en el punto marcado "A" en el plano de la mina, y que está situado en un chiflón de comunicación entre ambos pisos.

En el segundo nivel tuve otra comprobación, pues como tiene dos entradas, introduje la poligonal separadamente por cada una de ellas, cerrando en el punto 81 del interior.

En los niveles tercero y cuarto, y no habiendo otro modo de comprobar la exactitud del trabajo, los levanté dos veces cada uno, encontrándolos correctos.

En total levanté 141 puntos, sin tomar en cuenta los repetidos, que fueron cerca de 40.

Teniendo los datos necesarios iba calculando las coordenadas, cosa que procuré hacer simultáneamente con el trabajo subterráneo.

Con las coordenadas ya calculadas y comprobadas, estuve ya apto para dibujar el plano de la mina. El que dibujé para la Compañía lo hice a escala de 1: 500.

Adjunto a este trabajo un plano de la mina Aurora-Xichú a escala de 1: 1000.

Quarto Problema

Descripción del molino y planta de beneficio. Su funcionamiento. Planta de generación de la corriente eléctrica existente en la unidad.

Como en la mayor parte de estas construcciones, se utiliza la fuerza de gravedad para su funcionamiento, por lo que está construído en forma escalonada, siguiendo el declive de la colina sobre la que está situado.

Consta en primer término, de una tolva de madera, en la que cae directamente el mineral de los carros que vienen del piso de la Tenacidad, pues ya dije, están aproximadamente al mismo nivel. Esta tolva descarga, por medio de un alimentador automático de cadenas, sistema Ross, a una quebradora vertical, giratoria, del tipo llamado comunmente de "araña", la que reduce el mineral a un tamaño medio aproximado de 2". Por medio de un "conveyor" o banda elevadora, pasa luego la carga a una parrilla vibratoria que la clasifica por tamaño, pasando lo más voluminoso por encima de la parrilla a una quebradora Symons, la que reduce aún más el tamaño del mineral, (a media pulgada próxi-

mamente). La carga molida en esta quebradora se junta debajo de ella con la seleccionada ya por medio de la parrilla vibratoria, y toda va a dar a otro "conveyor" elevador, que la transporta a la tolva de "finos", o sea de alimentación del molino. En la descarga de esta última banda a la tolva, se encuentra un muestreador automático del sistema de cubos.

En la alimentación de la tolva a los molinos, que son en número de dos, se encuentran los alimentadores de carga automáticos, uno para cada molino, del tipo de banda sin fin. Por medio de éstos y graduando la velocidad de la banda, se obtiene la cantidad de carga requerida en los molinos, dependiendo ésta de la condición de la molienda en los mismos.

Los molinos, como ya dije, son dos, de bolas, de tipo Marcy, cada uno con capacidad de 75 toneladas diarias. Cada molino está conectado en circuito cerrado con clasificador marca Dorr, que eleva el mineral no molido suficientemente de nuevo al molino para sufrir otra molienda.

La pulpa obtenida en los molinos pasa luego a un tanque acondicionador, del que por medio de bombas Wilfley es elevada hasta las celdas de flotación. Entra primero a una celda unitaria Dorr, en la que se verifica la separación del Pb y Zn por medio del ácido cresílico, que son los minerales principales por tratar, así como del carbón que existe en cantidad considerable, el cual ya separado, se conduce por tubería especial, a un tanque de mampostería construido para el caso en la parte inferior del molino.

De la celda unitaria, pasa el mineral rico en Pb a una serie de celdas de lámina de acero marca Dorr, de agitación y aspiración de aire simultáneos, que en número de 8 sirven para la concentración del Pb, pues la flotación es selectiva. Las celdas son de tipo de medio "spitzkasten". En

El presente informe tiene por objeto informar a la Junta de Gobierno de la Universidad de Chile sobre el estado de los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955.

En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955.

Los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955.



En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el Departamento de Física durante el año 1955.

la celda número 5 se suministra, por alimentador automático, el reactivo, que es un aero-float. Después del tratamiento en las celdas, pasa el mineral enriquecido a tanques asentadores Dorr, cada uno de los cuales consta de un muestreador automático para pulpas y de los que se saca el mineral por medio de bombas para lamas, que lo envían a los filtros de vacío que suministran el concentrado de Pb.

Un proceso semejante sufre por su parte el Zn, con la diferencia de que las celdas de flotación son de otro tipo: sin "spitzkasten"; están construídas de madera; tienen alimentación de aire por debajo, y con moción general por medio de cajas de engrane, no así las del Pb, que son movidas a pares con motor individual. El concentrado se saca también con filtro de vacío, de una capacidad doble que el que se usa para el Pb, de acuerdo con la riqueza del mineral en cada uno de los metales.

Los concentrados se sacan separadamente (Zn y Pb), por medio de carretillas a un depósito de concentrados, del que se patea a camiones con capacidad para 7 toneladas, que lo llevan a San Luis de la Paz para ser enviados por ferrocarril a la fundición.

Presento algunas notas referentes al funcionamiento de la planta, en lo que respecta a los reactivos y algunas otras cosas.

Desgraciadamente no es posible en la actualidad obtener una separación perfecta de dos a más metales, uno del otro, mediante la flotación. Eso se debe a que la propiedad de flotabilidad de la mayor parte de los minerales es muy semejante, pudiendo únicamente separarse variando su flotabilidad. De la habilidad del operador de la planta y de los cálculos que haga sobre la ley de los concentrados que tenga que producir, sin sacrificar mucho las recuperaciones y sin bajar grandemente la ley del concentrado, depende en gran parte el feliz éxito de la operación.

Uno de los factores más importantes en este circuito, y en general en todos los semejantes, es el valor correcto del PH (en este caso 8.4 para el plomo y 9.2 para el Zinc), ya que manteniéndolo constante, los reactivos restantes pueden también dejarse constantes, excepto en la cantidad de xantato, que se usa para controlar la ley del concentrado y la recuperación. Para mantener el valor correcto del PH, se emplea la cal, cuyo aumento o disminución en el circuito, hace bajar o subir dicho valor. Para saber en cualquier momento el valor del PH, se emplea el procedimiento colorimétrico.

Doy en seguida una descripción del ajuste de reactivos que emplea la Compañía:

I.—Ajustar el ácido cresílico en la celda unitaria "Carbon float" para mantener una buena espuma. La cantidad de ácido variará según el contenido de carbón, pero normalmente es alrededor de 15 cc. por minuto.

II.—Ajustar la cal a fin de mantener un PH en la alimentación del Pb tan próximo a 8.4 como sea posible. Un PH abajo de 8.2 hará que grandes cantidades de fierro floten con el plomo, y un PH arriba de 8.6 hará disminuir el Pb que se irá en las colas y al concentrado de Zn.

III.—Mantener 400 cc. de Na CN en la celda unitaria.

IV.—Ajustar el ácido cresílico al "Lead float" para tener espuma en la última celda, y que dicha espuma no sea demasiado plana.

V.—Ajustar el xantato en el circuito del Pb de modo que las colas no muestren Pb que se escape al circuito del Zn. Si se nota que empieza a aparecer más Pb en dicho circuito, hay que aumentar la cantidad de xantato; pero si

modo se advierte hay que disminuir la cantidad de contacto que se está usando para no desperdiciar el aceite. En el circuito del Δ hay que ajustar la cantidad de aceite de Δ a la cantidad de aceite de Δ . También el aceite de Δ para dar a la segunda bobina fluencia en las bobinas. Haciendo esto en forma constante el aceite de Δ para obtener las cosas con las que se debe trabajar sin que haya más de uno o dos por ciento de Δ en el momento de Δ .

En esta operación lo más difícil es saber la cantidad de Δ en las bobinas. Uno de los mejores sistemas consiste en hacer una bobina o más con las cosas y suavemente ajustar la bobina por medio de una corriente de agua fría. El Δ tenderá a subir y bajar en forma constante. Si se trabaja con bobinas con bobinas de Δ en forma constante, la cantidad de Δ en las bobinas de Δ en forma constante.

En caso de contacto que se necesita en el circuito de Δ en forma constante, pues puede variar de Δ en forma constante. En caso de Δ en forma constante en el momento de Δ en forma constante. Sin embargo, cuando se trabaja en el momento de Δ en forma constante, la cantidad de Δ en forma constante. Cuando se está obteniendo un contacto de Δ en forma constante con las cosas, hay que tener en cuenta la cantidad de Δ en forma constante. Una manera de Δ en forma constante es hacer una bobina de Δ en forma constante en el momento de Δ en forma constante.

Hay muchos "flow charts" debido a que el plato de Δ en forma constante no está en ese tiempo, no en forma definitiva y está en forma constante y modificaciones de todo aspecto.

nada se advierte, hay que disminuir la cantidad de xantato que se está usando, para no desperdiciarlo.

VI.—En el circuito del Zn hay que ajustar la cal para tener un PH de 9.2. Ajustar también el aceite de pino, para dar a la espuma bastante fluencia en las celdas. Usar 350 cc. de Cu SO_4 , manteniendo éste en forma constante. Ajustar luego el xantato para obtener las colas tan limpias como sea posible, sin que flote más de uno o dos por ciento de Fe libre, en el concentrado de Zn.

En esta operación lo más difícil es saber la cantidad de Zn en las colas. Uno de los mejores sistemas consiste en llenar una bandeja o plato con las colas y suavemente quitar la lama, por medio de una corriente de agua fría, soplando luego sobre la superficie. El Zn tenderá a subir a la superficie del agua, en donde podrá verse, con bastante aproximación para el ojo experimentado, la cantidad de Zn que va en las colas.

La cantidad de xantato que se necesita en el circuito del Zn tiene una gran variación, pues puede variar desde nada hasta 700 a 800 cc. debiéndose esto en gran parte a que se pasa el xantato del circuito del Pb, en donde puede usarse con exceso sin dañar mucho la operación. Sin embargo, cuando un exceso de Fe aparece en el concentrado de Zn, debe disminuirse la cantidad de xantato hasta que se mejore la condición; cuando se está obteniendo un concentrado de Zn limpio, pero con colas de alta ley, hay que aumentar la cantidad de xantato hasta que las colas se mejoren de una manera efectiva, o hasta que una cantidad muy pequeña de Fe libre pueda apreciarse en el concentrado de Zn.

No incluyo "flow-sheet", debido a que la planta, como estaba en ese tiempo, no era la definitiva y estaba sufriendo cambios y modificaciones de toda especie.

En el circuito del 2º hay que ajustar la cal pa-
ra tener un pH de 9.2. Ajustar también el aceite de dino,
para dar a la espuma bastante fluencia en las celdas. Usar
320 cc de CO₂ concentrado, esta en forma de burbujas.
Ajustar luego el reactor para obtener las celdas tan limpias
como sea posible, sin que flote más de un día o dos por
cinta de 100 ft. en el concentrado de 9.2. El funcionamiento
de la planta y motor. Como se consideraron insiticia.

En esta operación lo más difícil es saber la cantidad
de 2.7 en los celdas. Una de las mejores maneras consiste
en hacer una muestra a plato con las celdas y suavemente
con un medio de una corriente de agua fría.
El Zn tendrá a subir
en donde se agite con agua, en donde podrá verse con claridad
la cantidad de Zn experimentado, la cantidad de
Zn en las celdas.

Para los experimentos, para los experimentos de la mina
de la administración los experimentos
de contacto que se necesitan en el circuito
de los celdas, los experimentos de los celdas
de gran variación, pues puede variar des-
de 800 cc. de burbujas esto en gran por-
ción del contacto del circuito del pH, en donde
sin embargo, el exceso sin dañar mucha la operación. Sin
embargo, el exceso de Fe aparece en el concentrado
de contacto, lo que puede ser medida de la
cantidad de contacto hasta que

cuando se está obteniendo un con-
tacto, pero con celdas de otra ley, hay que
medir la cantidad de contacto hasta que los celdas se
hayan limpiado, o hasta que una cantidad
de la ley pueda apreciarse en el concentrado.

JOSE GARCIA GUTIERREZ

debido a que la planta, co-
no en el tiempo, no era la definitiva y estaba su-
jetos a modificaciones de todo aspecto.

Como el mienral de Xichú se encuentra muy lejos de los lugares en que podría obtenerse la energía eléctrica, tuvo que construirse una planta generadora en el propio lugar.

En el tiempo que estuve en el mineral había dos máquinas Diesel de 200 caballos cada una, cuyo cigüeñal está directamente acoplado al eje de un alternador o generador de corriente alterna. Estos generadores son los encargados de suministrar la corriente necesaria para el funcionamiento de la planta y molino. Como se consideraron insuficientes estas dos máquinas para las necesidades de la unidad, se pensó en llevar otra más o menos de la misma potencia. Cuando me vine, se estaban preparando las bases para recibirla.

Junto a las máquinas se encuentra el tablero para el control y distribución de la corriente.

El aire comprimido para las perforadoras de la mina, máquinas aguzadoras, etc., lo suministran dos compresores de émbolo de la I-R, movidos por dos máquinas Diesel de 75 caballos cada una.

Para el funcionamiento de las máquinas Diesel hay depósitos de combustible (aceite Diesel), un poco arriba de las mismas, suministrándolo directamente por medio de tubería.

Guanajuato, Gto., marzo de 1944.

JOSE GARCIA GUTIERREZ, Jr.

FECHA DE DEVOLUCION

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



