

T
625.1
[17

DR. LUCIO ZULETA
Presidente de Tesis

R 6899 ✓

ESTUDIO SOBRE ORGANIZACION DE SECCION Y SISTEMAS
DE TRABAJO EN EXPLANACION.

T E S I S

Prsentada por JAIME CASTILLO H.

Para optar el título de INGENIERO CIVIL en la Es-
cuela Nacional de Minas de Medellín.

Julio de 1.929



ESTATUTOS UNIVERSIDAD NACIONAL

"Art. 200 - El Presidente de Tesis, el Consejo de
Jueces de Tesis y el Consejo Examinador NO serán
responsables de las ideas emitidas por el Candidato."

6899

INTRODUCCION :

El buen éxito de una empresa depende ante todo de su buena organización.

Esta debe ser lo mas completa y eficiente desde un principio. Cuando una entidad cualquiera empieza con una mala organización, siempre se le presentarán grandes inconvenientes para obtener un resultado satisfactorio. Por lo tanto, es preciso comenzar con una sólida organización.

Animado por este concepto no he dudado en escribir esta tesis sobre la marcha de los trabajos en el Ferrocarril Troncal de Occidente, donde apesar de ser una empresa de reciente fundación, tiene hoy día una magnífica organización que servirá de ejemplo a muchas instituciones de su clase ya de algunos años de duración.

Hubiera querido escribir sobre la marcha de los trabajos en general, pero tendría que hacer un trabajo demasiado largo, pues en todos los detalles se describe la pericia y habilidad de los jefes que han sabido llevar a un pié firme la organización de esta empresa que muchos creyeron una quimera.

Redúcese esta tesis, sólo a tratar de la organización y marcha de los trabajos en cada sección, pues conocida una parte es facil suponer como marcha el todo.

ORGANIZACION DEL F. C. TRONCAL DE OCCIDENTE

Ministerio de Obras Publicas

GERENTE

CONTRALORIA

ABOGADO

SECRETARIO

INGENIERO JEFE

ADMOR. GRAL

depto Comercial

PROVEEDORES
AGENTES
ALMACENES

CAJA
CONTABILIDAD
ARCHIVO
SECRETARIO

INGENIEROS DE SECCION

ESTADISTICA

ADMOR LOCAL

INGENIEROS COMISIONES

CONDUCTOR TRABAJOS

INGENIEROS
INSPECTORES
COMISIONES ESTADISTICA

CAMINOS

INSR. PROVEEDURIA
TRANSPORTES

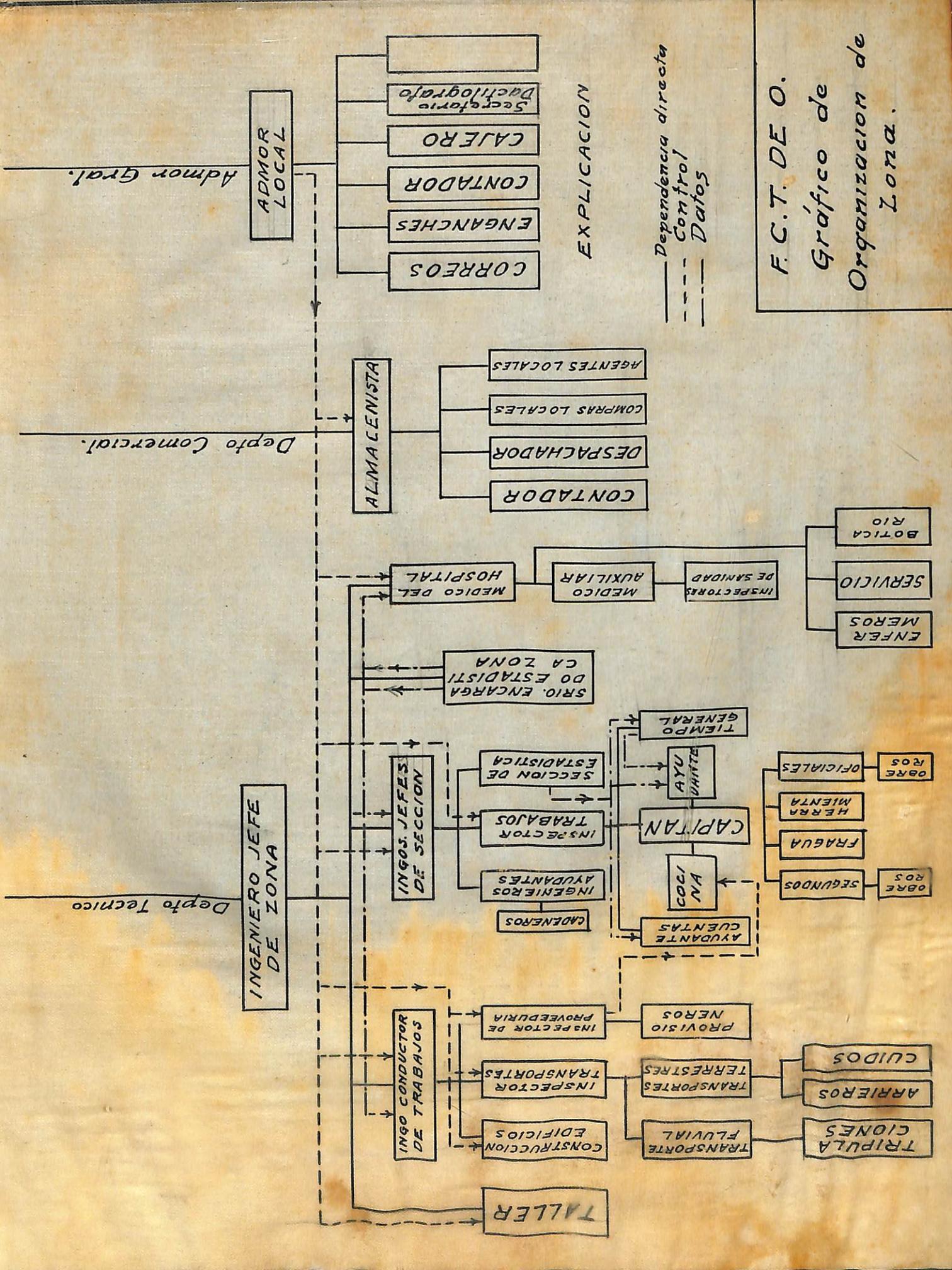
SANIDAD

CAJA
CONTABILIDAD
ARCHIVO
SECRETARIO

PEONES

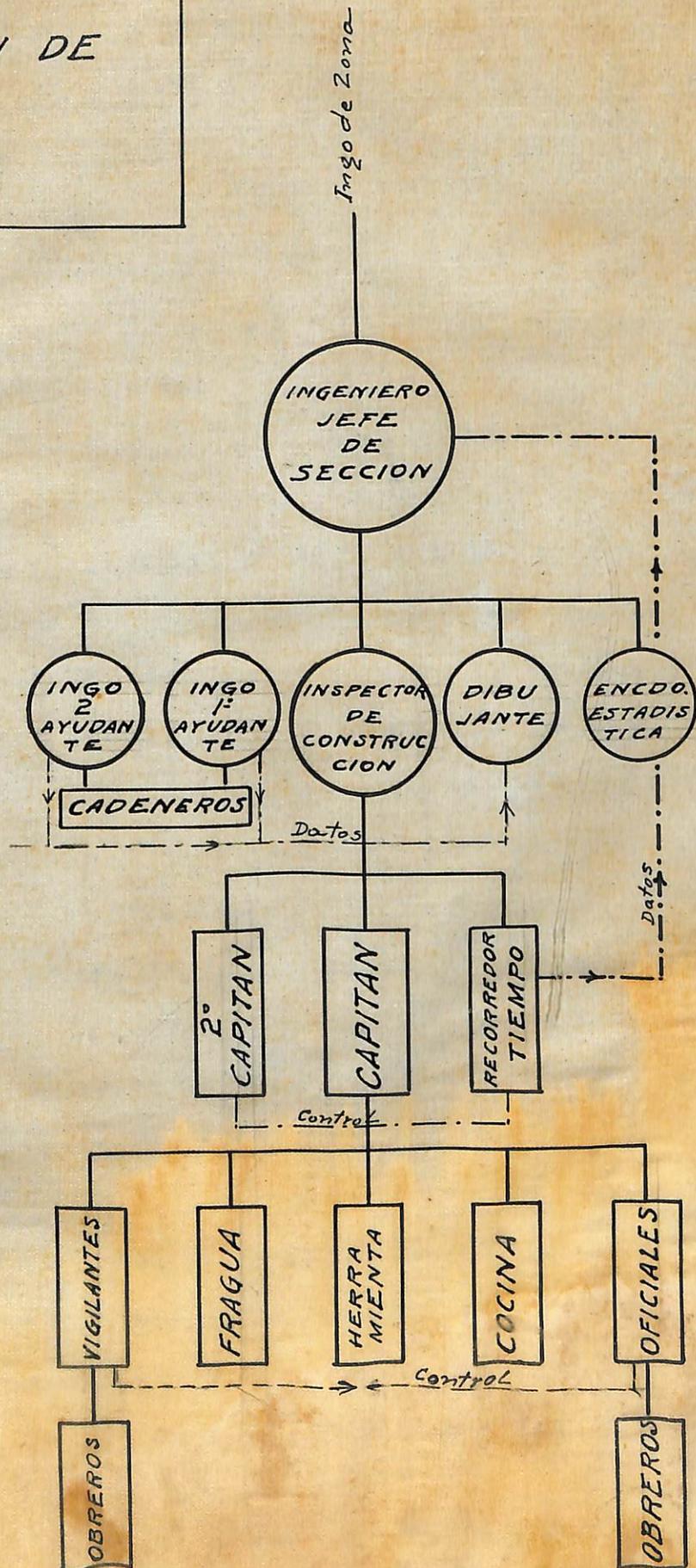
CAPITANES

COCINAS



F. C. T. DE O.
 Gráfico de
 Organización de
 Zona.

GRAFICO DE ORGANIZACION DE SECCION



El conjunto de las secciones forma la Zona; de aquí tenemos que si la base está levantada sobre buenos principios, el todo marchará admirablemente.

El gráfico anterior muestra la organización en cada sección de construcción, para mejor comprensión, daré una reseña sobre las obligaciones de cada uno de los empleados que componen el estado mayor de la sección.

INGO. JEFE DE SECCION.- Como lo muestra el gráfico, de este empleado depende todo el personal de la sección. El personal de ésta debe ser elegido con el mayor cuidado entre los que se distinguen mas por su inteligencia y su espíritu de iniciativa estudiando en cada empleado su actitud en los diferentes servicios de la sección para colocarlo en el que mejor le avenga. El Ingo. Jefe de sección nombra el Inspector de trabajos, el Encargado de estadística y en colaboración con estos dos últimos empleados, se nombran los capitanes de los campamentos y los capitanes 2º. Los Ingos. Ayudantes auncuando son nombrados por el Gerente siempre debe hacerse de acuerdo con el Jefe de la sección.

Para la buena marcha de la sección es indispensable contar con el concurso de todo el personal y para esto es necesario que el Jefe permita que ese personal pueda emitir su opinión, es preciso que ese personal sea consultado en los métodos que ellos mismos van a apli-

car. Hay que hacerles ver que sus ideas son las que se van a poner en práctica si en ellas reconoce el Jefe un buen resultado.

Es necesario que el Jefe consulte con sus subalternos, los inconvenientes en detalle que representarán a un nuevo proyecto propuesto y animarlos a vencer esos tropiezos.

En fin, el Jefe debe contar con la cooperación de su personal, para así tener el principio seguro de hacer prosperar su trabajo.

Al Jefe de sección corresponde:

- 1º) Velar por la buena armonía en el personal, hacer cumplir sin miramientos los reglamentos de la empresa, conservar la disciplina.
- 2º) Examinar las posibilidades de variantes, métodos de trabajos que den un resultado mas práctico y económico, e informar sobre el resultado de sus estudios a sus Jefes.
- 3º) Revisar el progreso diario de ~~los~~ trabajos a su cargo, lo cual se consigue visitando diariamente si es posible el trabajo, corrigiendo los defectos encontrados y dando instrucciones a los inmediatos encargados para corregirlos. De estas visitas diarias se saca gran provecho, pues se ve la animación que ellas despiertan en el personal.

- 4º) Estudiar las posibilidades de hacer economías en los servicios establecidos.
- 5º) Revisar los contratos establecidos y estudiar su rendimiento; es muy necesario tener informes diarios sobre este particular.
- 6º) Nombramientos que deban hacerse y aumento de salarios, aun cuando esto sólo corresponde al Gerente es indispensable que el Ingo. Jefe de la sección se preocupe del ~~buen~~ buen empleado de manera que este sea recompensado.
- 7º) Cuidar con esmero de la estadística, hacer estudios comparativos con el precio *unidad* de los diferentes trabajos establecidos e informar mensualmente por lo menos a los superiores del resultado de estas apreciaciones.
- 8º) Revisar los cuadros de pago estudiando cada jornal y comprobar si están con éstos las utilidades en tareas líquidas.
- 9º) Dar su Visto Bueno a los anteriores cuadros y a las demás cuentas que se presenten en la sección.
- 10º) En fin, debe empaparse bien de las especificaciones y reglamentos dados por la empresa.

Ingo. Primer Ayudante:

Este empleado depende exclusivamente del Ingo. Jefe de la sección. Sus deberes se reducen a poner en el terreno los planos y nuevos estudios indicados por el Je-

fe. Además es el encargado de las obras de arte. Bajo su cargo está:

- 1º) Diseñar ciñéndose a las especificaciones de la Empresa, los puentes, viaductos, pontones, alcantarillas, muros de contención y de defensa, filtros, drenajes, etc. que exija la construcción.
- 2º) Trazar estas obras en el terreno, vigilar su construcción y examinar los materiales que se empleen en ellas.
- 3º) Levantar el plano topográfico de la región donde está situada cada obra.
- 4º) Estudiar de acuerdo con el Ingo. Jefe de la sección la luz necesaria para cada obra según las circunstancias y determinar el piso desde donde debe empezarse la fundación.
- 5º) Haciendo estudios comparativos escoger la clase de obra mas apropiada desde el punto de vista técnico y económico; los anteriores estudios deben ser aprobados por los superiores.

En igualdad de circunstancias entre un pontón y alcantarilla, es preferible adoptar la última porque los pontones además de ser un punto rígido en la línea emplean un mayor costo en el sostenimiento de la vía.

- 6º) Además ejecuta diversos trabajos como trazo de variantes replanteos de la línea, nivelaciones, cálculos de chaflanes, etc., ordenados por el Jefe de la sección.

- 7º) Deñ primer ayudante dependen los Cadeneros, quienes son nombrados y destituidos por este empleado. Deben recibir ordenes la víspera de los trabajos que van a ejecutarse el día siguiente, advirtiéndoles siempre las herramientas necesarias para ejecutar el trabajo.
- 8º) Debe informar diariamente al Jefe de la Sección de los trabajos ejecutados, explicar los inconvenientes encontrados y el modo como los resolvió, o en caso de duda exponer las razones que tenga para defender determinado proyecto. Si esta regla se cumple se evitará que el Jefe dé contra-órden, desautorizándolo, por ignorar sus determinaciones.
- 9º) Debe trabajar de común acuerdo con el Jefe de la Sección, y solidarizarse con él por el bien de la empresa.

Ingeniero 2º ayudante:

Este empleado trabaja de acuerdo con el Jefe de la Sección y el Ingo. primer ayudante. Sus deberes son diversos. Bajo su cargo están: Nivelaciones, replanteos de la línea, trazo de variantes, medidas de contratos, y movimiento de tierra. Localización en el terreno de los túneles para quemar pólvora. Cálculos matemáticos, etc. etc.

Cuando representan cálculos delicados en los cuales debe perseguirse una buena exactitud, éstos deben hacerse en compañía con otro Ingeniero.

Dibujante:

Se encargará de dibujar a escala lo más exactamente posible, los planos y croquis dados por los Ingos. de campo.

Encargado de Estadística:

El examen de los medios, que permitan comprobar el adelanto en los trabajos, reducir los precios de costo, mejorar los medios empleados, nos lo dá la Estadística, la cual es de gran auxilio para solucionar muchos porblemas complicados que se presentan en la construcción. Por lo tanto este Ramo debe estar servido por un competente empleado, cuyos deberes son:

- a) Llevar cuenta detallada de los materiales pedidos al Almacén. El dato lo dará el Inspector de Trabajos;
- b) Abrir cuenta clara y detallada a todos los trabajos establecidos en la Sección, de manera que pueda saberse el costo por unidad en cada uno de ellos;
- c) Anotar diariamente el personal en cada campamento, dividiendo el número del personal, según la cuenta que afectan; éste dato lo dará el Recorredor;
- d) En asocio con el Inspector de Trabajos, revisar los cuadros de pago, elaborados por el Capitán 3º de cada Campamento, y comprobar que la liquidación de los jornales es correcta;
- e) Formular y hacer visar del Jefe de la Sección todas las cuentas provenientes de gastos varios que ocurran en la Sección;
- f) Es el encargado de manejar el personal de servicio en los Campamentos de los Ingos.;
- g) Elaborar los cuadros de pago de este personal;
- h) Elaborar las nóminas de pago de los Empleados de la Sección.

- i) Rendir al Jefe de Estadística de la Zona el Informe mensual del movimiento de las cuentas, sacando el precio por unidad. La forma como se rinden dichos informes es muy clara, pues existen modelos apropiados para tal fin.

Inspector de Trabajos:

He aquí una tarea formidable en cada Sección, para éste puesto es necesario disponer de un hombre honrado, activo conocedor de los mejores métodos de trabajo que pueden y deben adoptarse para emprender una obra, es necesario que aprecie el rendimiento en cada obra emprendida, que despierte el interés de los Capitanes por el rendimiento de los trabajos. Luchar por eliminar en el trabajo todo lo susceptible de hacer perder tiempo a los obreros. Este empleado es el intermediario entre el Jefe de la Sección y los Capitanes; su principal fin es concebir claramente los proyectos ordenados y hacerlos ejecutar; sus deberes son múltiples, entre otros tenemos:

- 1º) Inspeccionar diariamente los trabajos, estudiar su rendimiento y luchar por mejorar, de acuerdo con el Capitán, los métodos empleados.
- 2º) Proveer de los materiales necesarios los trabajos, cuidando que éstos no sean malvaratados. Luchar para que por ningún motivo falten los materiales, pues los perjuicios de de parar una obra emprendida, son muy costosos, es indispensable que los elementos necesarios para emprender un trabajo estén listos antes de haber terminado el anterior trabajo emprendido.
- 3º) Velar para que los Capitanes de los Campamentos den las indicaciones apropiadas a tiempo, y procurar que los traba-

jos esten estrictamente vigilados.

- 4º) Comprobar las cuentas de herramientas de cada capitán. Hacer inventariar esta herramienta cuando lo crea necesario. Cuando falte un objeto cualquiera indagar la causa de pérdida y ver si hay culpabilidad de un tercero; si esto sucede dar cuenta al Encargado de Estadística para que le cobre al responsable. Si la pérdida fuere ocasionada por un caso fortuito hacer el acta de pérdida que ordena la Empresa.
- 5º) Después de revisar los cuadros de pago dar su aprobación a éstos.
- 6º) Tener al corriente al Jefe de la Sección de la marcha de los trabajos, conducta de los Capitanes y en fin trabajar de acuerdo con éstos aprovechando su colaboración en casos difíciles.
- 7º) Apesar de la Empresa tener un Inspector de cocinas, es muy conveniente que el Inspector de trabajos se dé cuenta de la clase de alimentación que se le da al personal, procurando que esta sea sana, bien preparada y abundante.

Recorredor o Llevador de Tiempo General.

El principio de la Estadística y las cuentas de las secciones están en las libretas de tiempo llevadas por los 2º Capitanes, siendo ésto un asunto tan importante, no es conveniente dejarlo en poder de un individuo que podría ya por ignorancia o por falta de honradez cometer errores funestos para la Empresa, para preveer estos casos se ha creado el puesto de recorredor quien es un empleado interme-

diario entre los encargados de la Estadística y los Capitanes 2º o llevador de tiempo en los campamentos. Su principal objeto es asegurar que los datos rendidos por los campamentos están exantos y ceñidos estrictamente a la verdad.

- 1º) Debe recorrer los trabajos anotando los nombres y número de obreros que estén en acción.
- 2º) Hacer esta recorrida dos veces diarias.
- 3º) Chequear con el 2º capitán el dato así tomado el cual debe cuadrarle en número, nombre y jornal.
- 4º) Transmitir este dato al Encargado de la Estadística de la Sección quien debe informar del anterior dato al Administrador de la Zona, y al Jefe de la misma.
- 5º) Cuidar porque las cuentas parciales que se le abren a cada trabajo estén cargadas con el verdadero número de jornales que le corresponde.
- 6º) Y en fin, velar por la buena marcha de las cuentas en los campamentos e informar diariamente sobre el particular al Encargado de Estadística.

Capitanes 1º de los campamentos.

Son los hombres mas importantes de la Sección. Si no están dotados de las condiciones requeridas, la organización dejará mucho que desear. Puede la Empresa tener las mejores herramientas, pero si los capitanes no poseen el criterio de darles a cada una su uso apropiado, de nada servirán. Los mejores procedimientos de trabajo serán otros tantos fracasos. Las mejores intenciones con respecto al obrero, los malos capitanes se encargarán de convertirlas en compli-

caciones y descontentos.

Se trata de hombres que están en contacto permanente y diario con los obreros. Se puede decir en suma, que gobiernan la existencia diaria del obrero. A ellos incumbe la responsabilidad de obtener el mayor rendimiento posible de los obreros.

Y sin embargo, el modo de elegirles es elevar al grado de Capitán a un obrero de los que mas se han distinguido por sus actitudes, inteligencia y deseos de agradar a sus Jefes. De esta manera, ese hombre, que debiera unir una experiencia consumada, un extenso conocimiento de los procedimientos de trabajos, es sencillamente, uno de nuestros subordinados que ascendido un grado y solo está iniciado en los métodos rutinarios llenos de desaciertos.

Un buen Capitán debe hallarse perfectamente al corriente de los mejores métodos de trabajo, conocer a fondo las especificaciones de construcción dadas por la Empresa. Un primer Cadenero puede dar magníficas resultados para este cargo.

El Capitán ha de poseer el tacto y la destreza necesarios para mandar a la gente y sacar de todos el mejor partido posible. El 90% de los casos, el capitán es el responsable de los perjuicios ya se trate de mal trabajo, ya de precio, costo elevado, ya de demoras ocasionadas en una obra.

Debe ser vigilado con cuidado por sus superiores y ser para él sus auxiliares y consejeros, procurar estimular su ambición legítima de demostrarle que vale para algo y hacerle comprender su responsabilidad; en fin, permitir que realice su labor si hay en él lo que se necesita para salir

airoso.

Los Capitanes son los intermediarios directos entre la dirección y los obreros; de su asistencia diaria en los trabajos, dá los informes para recompensar a los obreros que trabajan a sus órdenes. Sin embargo, es necesario que los superiores conozcan tambien a fondo la marcha de los trabajos para comprobar si los informes de los capitanes están basados en un principio de justicia y no en el de parcialidad y el espíritu de favoritismo.

Un campamento donde trabajan mas de 100 obreros es imposible que el sólo Capitán sea suficiente para sostener el grado de vigilancia que se requiere; por lo tante, hay necesidad de nombrarles auxiliares llamados Vigilantes; éstos son generalmente escogidos entre los obreros que mas se distinguen por sus condiciones; es preciso que este ascenso sea aprobado por el Inspector de trabajos para así evitar que el nombramiento no recaiga sobre un obrero cuyo único mérito es el ser amigo o pariente del Capitán.

Los Vigilantes ejercen su autoridad sobre un grupo de hombres, generalmente 25. A veces ejercen dichas funciones sin dejar de trabajar, pero la mayor parte de ellos, se consagran del todo a secundar al Capitán.

Es de suma importancia la buena elección de Vigilantes, y no descuidar de parte de los Jefes el estudio de las actividades e inteligencia de este empleado, para así convencer a los obreros que el verdadero mérito influye mucho en su porvenir.

Capitán 2º o Llevador de tiempo y cuentas en cada Campamento.

La mejor guía que podemos tener para ver claramente la marcha de los trabajos, lo que sin ningún rodeo nos muestra la causa de un alto costo, es la estadística, cuyo principio está a cargo de este empleado; si los primeros datos están ceñidos a la verdad, si ellos vienen estrictamente pormenorizados, podemos con seguridad levantar una estadística cierta que sirva de base segura para guiarnos en la resolución de los problemas de manera de conseguir una disminución en el costo y un mayor rendimiento en los trabajos emprendidos.

Por este motivo, trataré de dar los deberes del Capitán 2º lo mas detalladamente posible y por ellos juzgar la conveniencia de tener en estos puestos hombres inteligentes, activos y que sepan comprender ~~comprender~~ la importancia de su cargo. La vigilancia de su trabajo debe ser altamente atendida de parte de los Jefes; sobre todo del recorredor, quien es su mas próximo controlador como ya se dijo. ~~Al~~ principio de cada quincena debe abrir libretas de tiempo cuyo rayado es el siguiente

las cuales estan divididas 1º. En una cuenta general que comprende todo el personal ocupado; y 2º. De cuentas parciales o sea el trabajo que cada grupo de trabajadores está desem-

peñando.

Las principales cuentas parciales son:

Gastos Generales: Comprende el tiempo y jornal del Capitán, del 2º Capitán, Vigilantes, herramientero, y Despensero, etc.etc. que son obreros ayudantes del Capitán; su denominación indica su oficio.

Cocina: Abarca Garitero, Contragaritero, Leñador y sirvientes.

Sanidad: Comprende Campamentero quien es el encargado de la higiene del campamento. Transporte de enfermos al hospital.

Fragua: Comprende el Oficial encargado de ella y su ayudante.

Obras de Arte: Los trabajadores encargados de estas deben ser divididos en la libreta según el oficio en que se ocupan, por lo común en cada obra hay los siguientes trabajos que deben llevar cuenta aparte:

- a) Excavación.
- b) Piedra seca. Fundación.
- c) Piedra pegada. Fundación.
- d) Hormas.
- e) Piedra pegada. Muros y aletas
- f) Transporte de roca.
- g) Transporte de arena.

El Segundo debe informarse con el oficial encargado de la obra del trabajo que estan ejecutando para abrir la

parcial correspondiente, y averiguar si un trabajador pasó de un trabajo a otro para hacer en la libreta el cambio correspondiente.

Explanación:

Las parciales de esta cuenta deben ser abiertas para cada Estación anotando en cada una de ellas el número ~~menes~~ de jornales en que fué dada. Dato que suministra el Ingo. Jefe de la Sección.

Derrumbes en la Banca:

Debe abrírseles parcial separado y anotar la estación a que corresponde.

Camino Industrial: Esta parcial comprende la abertura de camino para mulas y su sostenimiento.

Materiales de consumo:

El Capitán 2º debe abrir un libro especial para éstos anotando sepradamente cada uno de los materiales y dando entrada diariamente a los materiales que se reciban del almacén o de otros campamentos y también darle salida a los gastados en el día o enviados a otros campamentos. Debe cuadrarse cada quince días la existencia y comprobar que lo gastado es correcto.

En los parciales de cada trabajo debe anotarse los materiales gastados, cuidando de cargar cada obra con los materiales que le corresponde.

Para el manejo de éstos materiales y la herramienta, hay un obrero encargado; el herramientero que a su vez

maneja la despensa, cuyo principal objeto es entregar pesada y medida la ración alimenticia que la Empresa tiene fijada al obrero.

Para poder llevar clara la cuenta a los materiales de consumo se ha establecido que todo despacho hecho por el almacén debe llegar con su remisión correspondiente, y el herramientero dará el cumplido a dicha remisión cuando la entrega se haga a satisfacción.

Para las salidas, sólo entregará a los obreros que se presenten con vale firmado por el encargado del trabajo y visado por el Capitán o un Vigilante. Los anteriores vales van en papel común y deben tener las siguientes anotaciones:

Cantidad pedida.

Número de la Estación o nombre de la obra en la que se vaya a gastar dichos materiales. Igualmente deben llevar la fecha en que se piden.

El Herramientero entregará diariamente al 2º Capitán todos estos comprobantes tanto de entradas como de salidas para que este haga los asientos correspondientes.

El cemento que por lo general se deposita en lugares apropiados cerca a las obras, es al vigilante respectivo a quien toca llevar diariamente el dato de entradas y salidas e informar al Capitán 2º, teniendo cuidado de advertir si lo gastado se empleó en fundación o en muros y aletas, etc.etc.

Mensualmente debe el 2º Capitán enviar a la *oficina* en un pliego aparte el dato de todos los materiales gastados durante el mes, anotándolos según la cuenta que afectan, así:

Gastos Generales, Cuadros para pago, Lápices, papel de oficio, plumas, etc.

Cocina: Carbón hulla kgs. Leñas est.

Sanidad: Krepol, etc.

Reparación Herramienta: carbón cock, hierro, etc.

Explanación: Pólvora negra, dinamita, etc.

Obras de arte: Cemento, tablas, alambre, etc.

Apesar de este informe en las parciales de la libreta debe venir cada cuenta afectada con los materiales gastados en élla.

Apesar de tener establecido el pago quincenalmente tanto para peones como para empleados, se ha establecido, para aquellos que desean retirarse antes del pago, la facilidad de poder cobrar sus jornales por medio de boletas de pago cuyo modelo es el siguiente:

Esta boleta no tiene valor después del próximo pago que se haga a la Compañía

No.

POR \$

FERROCARRIL TRONCAL DE OCCIDENTE

SEÑOR ADMINISTRADOR: *el Sr.*

ha trabajado días a valor \$

Deducido por

Saldo \$

Compañía

El Capitán,

V.º B.º — *El Administrador,*

Recibi,

Tip. Helios-Medellín

siguientes modelos:

Estos vales son hechos por el Segundo y deben ser ordenados por el Capitán quien a su vez informará al Inspector de trabajos. Los pedidos deben hacerse con la debida anticipación para evitar perjuicios en los trabajos por la escasez de un material.

Para los artículos de consumo deben hacer los vales por duplicado y uno solo basta para los artículos de carácter devolutivo. De todo pedido debe dejarse constancia, tanto en el talonario como en el libro respectivo, anotando la fecha en que se hizo.

Para la pólvora y el cemento que son artículos de gran consumo en estos trabajos y como es imposible preveer la cantidad que se necesita mensualmente, se acostumbra hacer una nota de pedido que hace las veces de vale provisional y al fin del mes dar el vale en firme de lo gastado; al saldo se le dá entrada por medio de otro vale provisional con lo cual queda destruída la primer nota de pedido.

Diariamente tiene que enviar al encargado de la Estadística el dato del personal en el campamento anotando el número de estos ocupados en los diferentes trabajos, por

ejemplo:

Gastos Generales,	20 hombres
Cocinas	5
Sanidad	1
Fragua	2
Obras de arte	63
Explanación	85

Quincenalmente debe elaborar los cuadros de pago del personal, liquidando a cada trabajador su jornal, el número de éstos, el valor total, el valor de las raciones tomadas y el saldo. El modelo siguiente da mejor idea de este trabajo:

MÉTODOS DE TRABAJO

Especificaciones generales sobre trabajo.

Les mejores bases para poder llevar a fin la buena ejecución de un trabajo, es conocer a fondo las especificaciones que dá la dirección y no salirse de ellas por ningún motivo. Después de los estudios preliminares ya aprobados y proyectada la línea en los planos topográficos entregados por la comisión de trazo, el Ingeniero de construcción procede a poner en práctica esos proyectos, y debe regirse por las especificaciones establecidas en la Empresa.

La línea que se va localizando en el terreno debe hacerse con la mayor precisión posible con el objeto de que el trazado para enrielar, se aproxime al trazo de construcción.

El estacado de la línea se hace de 10 en 10 metros en recta, curva circular y espirales de tal manera que sea uniforme el espacio de estaca a estaca, lo cual facilita el cálculo del movimiento de tierras y sirve de chequeo para evitar errores en la medida. Esta debe ser lo más exacta posible y debe ejecutarse con cinta metálica y plomada.

La deflección de las curvas circulares debe ser lo más precisas posible y el error de cierre no debe pasar de 2 centímetros. La deflección para curvas circulares se hace aplicando la fórmula común, es decir, que la deflección para un metro es igual al grado de curva más mi-

tad del grado; este resultado es en ^{minuto} milímetros. Siempre se calcula para cuerdas de 20 metros.

Se trazan las espirales de emplame entre recta y curva en el trazo de construcción. La longitud de la espiral es 400 veces el peralte y esto se computa a razón de un centímetro por cada grado de curvatura.

Las espirales se deflectan por la fórmula $\theta = \frac{L^2}{8}$ en la cual L Longitud del tramo de espiral y θ ángulo de deflección.

La curva mínima usada es de 8° cuyo radio mide 143.36 metros. En casos especialísimos en los cuales la economía es apreciable se puede disminuir el radio de la curva a 114.74 metros, o sean curva de 10°. Es imposible hacer esta disminución cuando dentro de la curva quedan puentes, Viaductos o pontones.

En fin, y el principio de las curvas no deben quedar a una distancia menor de 20 metros de los extremos de los puentes.

Cuando se presenta el caso de usar curvas compuestas, la diferencia en grado entre dos curvas consecutivas no debe ser mayor de 3°. En caso que una diferencia mayor se justifique por una gran economía en el costo de construcción, se deben empalmar tales curvas por medio de espirales.

La Tangente mínima entre curvas del mismo sentido es de 100 metros y entre curvas ~~diversas~~ 60 ~~etms.~~

Debe referirse la línea localizada a la preliminar lo mas cuidadosamente posible, para obtener datos precisos en el dibujo y para comprobar la precisión del trazado y eliminar toda posibilidad de errores.

N I V E L E S

La línea localizada debe nivelarse lo mas cuidadosamente posible y contranivelar el trabajo diario. El error admisible en la nivelación no excede de $0.05 \sqrt{K}$. siendo K el número de kilómetros comprendidos en el BM que sirvió de partida y el BM final. La fórmula anterior debe regir tanto entre dos BM adyacentes como entre el origen y cualquiera otro. El nivelar dejará BM cada 300 metros y cerca a las obras de arte de alguna consideración.

La pendiente máxima de la línea es el 0.5% compensado.

Cuando la diferencia entre dos pendientes consecutivas es apreciable, debe hacerse el empálme por medio de curvas verticales las cueles deben ponerse en el perfil y chaflanar dichos tramos con las cotas que de ellas resulten.

C H A F L A N E S.

La línea se chaflana con nivel de presición. En los pasos de terraplén a corte o viceversa se ponen los ceros que marcan la cota roja, tanto en el eje como a los 2.50 que determina el medio ancho de la banca.

Las estacas de chaflanes se marcan, por el lado que

miran al eje con el corte o terraplén correspondiente; y por el otro lado con el número de la estación a que pertenece. El Ingeniero encargado de chaflanar juzgará donde es conveniente intercarlar estaciones intermedias y demás puntos convenientes para que el cálculo de tierras quede con una aproximación razonable; este cálculo se hace por el sistema de *areas* extremas por distancias.

TALUDES USADOS EN EL TRONCAL

Talud para corte de tierra $\frac{1}{2}$ por lo general

Talud para corte de roca $1/5$

Talud para terraplenes $3/2$

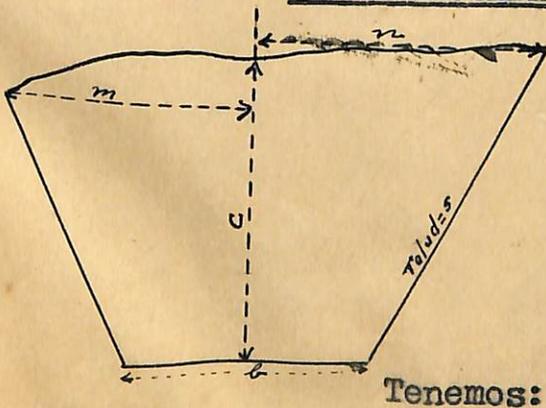
El Ingeniero Jefe de la construcción puede hacer las variaciones que juzgue conveniente de acuerdo con la naturaleza del terreno.

Ancho de Barreras:

En corte 5.00 mts.

En terraplén 4.50 "

FORMULA USADA PARA CALCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRA



El área de Sección en cada estación de 10 mts. se determina en función del corte al centro, C; las distancias del centro a los chflanes ^{m-n} y el ancho de Banca. *C en fig. y taludes*

Tenemos:

$$s = \text{Sección} = \left(C + \frac{C}{25} \right) \left(\frac{m+n}{2} \right) - \frac{C^2}{45}$$

Para las especificaciones del Troncal tenemos:

$C = 5.00$ para corte y 4.50 para terraplén, s talud que varía.

Las cantidades $\frac{6}{25}$ y $\frac{62}{45}$ son constante para un mismo talud y tenemos:

Para talud 1/2 $\frac{6}{25} = 5$ y $\frac{62}{45} = 12.50$ en corte

Para talud 2/3 $\frac{6}{25} = 3.75$; y $\frac{62}{45} = 9.37$ en corte

Para talud 1/1 $\frac{6}{25} = 2.50$; y $\frac{62}{45} = 6.25$ en corte

Para talud 3/2 y $6 = 4.50$; $\frac{6}{25} = 1.50$ $\frac{62}{45} = 3.37$ en terraplén.

PLANOS

En todo plano se debe poner:

- 1º) La flecha de la línea norte
- 2º) Fecha
- 3º) Escala
- 4º) Rótulo claro de lo que representa
- 5º) Firma del Ingo. Responsable

Escala usadas. En los planos :

1 Centímetro igual 10 metros.

En los perfiles:

1 Centímetro igual 10 metros en la longitud

1 Centímetro igual 2 metros en la vertical

En las obras de arte:

1 Centímetro igual 2 metros

La topografía para proyectar estas debe tomarse de metro en metro vertical.

FAJAS

Una vez chaflanada la línea se procede a levantar el plano

de la faja. Los linderos de esta se figuran por medio de una línea poligonal, con rectas no menores de 30 metros de longitud y apartadas 5 metros por lo menos de los chaflanes mas alejados del eje, con el fin de evitar los ángulos muy agudos en los cercos.

Adyacente a esta faja, las Empresa adquiere una o mas hectáreas de terreno las cuales deben localizarse en los planos. Dicha adquisición ~~es~~ la ~~base~~ ~~de~~ la Empresa con el fin de construir mas tarde si así las necesidades lo exigen, estaciones, paraderos, depósitos, etc.etc.

Una vez terminado el trazo se procede a referenciar la línea por medio de puntos colocados fuera del eje de manera que los trabajos de construcción no los destruyan. Debe referenciarse los principios y fines de las curvas y algunos puntos entre las tangentes cuando estas son demaciado largas.

Todo punto debe referenciarse por lo menos con cuatro puntos, de manera que se precise bien la *intersección* en las direcciones marcadas por los puntos anteriores.

EXPLANACION

Ya que tenemos mas o menos esbosada la organización, los sistemas y reglas en que se basará la construcción, trataré del modo de ejecutar los trabajos de explanación ya en la práctica.

Como se dijo yá, despues de tener bien localizada y referenciada la línea, se procede a chaflanar y hacer los cálculos de movimiento de tierra. Tanto los volúmenes de ~~este~~ ^{los} ~~cor~~

te como de terraplén deben anotarse en el perfil de trabajo para así facilitar el balance entre los terraplenes y cortes y precisar la tierra que debe ~~Notarse~~ y aquella que se necesita para los llenos; esta operación debe ejecutarse con sumo cuidado, pues cualquier error implica mayor costo en la construcción. Así mismo determinese en ese perfil el corte de donde debe llevarse la tierra para determinado lleno, pues la distancia y la pendiente son factores que influyen demasiado en el costo de transporte de dicho material.

Un factor importante y al cual debe prestarse gran interés, es el talud necesario a cada corte según la clase de material que lo integre. El Ingeniero encargado de la construcción no debe buscar una economía sensible en los movimientos de tierras ordenando taludes demasiado perpendiculares, pues esos cortes construídos con una inclinación insuficiente, con respecto a la consistencia relativa de los terrenos viene a constituir para la Empresa, un gravámen enorme, pues a cada lluvia fuerte que cae sobre los terrenos recientemente abiertos, el peso de las masas superiores colocadas así en equilibrio inestable, arrastra no solamente los bloques que hubieran debido ser removidos normalmente por los obreros de la construcción, sino también cubos enormes de tierra que coronan los taludes demasiado perpendiculares y que se encuentran puestos en movimiento por la caída de las partes bajas.

En los trabajos del F.C.Troncal, se ha llegado a usar taludes de 1 x 1 en los casos mas desfavorables, es decir, tierras arenosas que ruedan con gran facilidad.

Para tierra floja se ha usado un talud de $2/3$.

Para conglomerados y tierras compactas que son la generalidad de los terrenos en esa región se ha puesto $1/2$.

En roca el $1/5$ como ya se dijo.

Con estas inclinaciones se ha obtenido muy buena consolidación en los taludes y el cubo adicional de tierras por concepto de derrumbe sólo ha alcanzado a un 20% del cubo total entre chaflanes en cada corte derrumbado, porcentaje bastante admisible en esta clase de trabajos.

El primer paso que debe darse para iniciar los trabajos de movimiento de tierra, es desarrollar el plan formado por el estudio del perfil de trabajo.

En este plan debe llevarse una minuta de los elementos necesarios para ejecutar cada uno de los trabajos conservados. Pedir con la anticipación debida las herramientas y materiales indispensables siquiera para un mes de trabajo y no empezar ninguna obra sin antes tener listo todos los elementos necesarios para ejecutarla.

Para obtener mayor rendimiento en el trabajo es indispensable que el Jefe de la Sección despliegue una administración científica, pues debe buscar una remuneración que le asegure a la Empresa la eficaz cooperación del personal empleado.

En el F.C. Troncal de O. se ha establecido el sistema de pequeños contratos para así estimular al obrero a producir el mayor rendimiento y poder estimular al de mayor acti-

tud y destreza.

Cubicada la línea en estaciones de 10 en 10 metros y puestos estos cubos en las carteras de chaflanes se procede a dar en tareas una o varias estaciones a un determinado grupo de trabajadores.

No existen procesos lógicos, ni principios abstractos, ni relaciones matemáticas, que permitan determinar el precio para cada metro cúbico de tierra que queramos remover, sólo la experiencia y el estudio detenido de las circunstancias locales puede guiar al Ingo. para calificar una tarea de manera que al trabajador que despliegue cierta actividad devenga un jornal equitativo.

Las principales causas que deben tenerse en cuenta para apreciar el costo de una estación son las siguientes:

- a) La clase de material que lo integre ya sea roca, tierra floja, creda, conglomerado, etc.
- b) La distancia a que debe botarse el material y la instalación de que se disponga.
- c) El tiempo en que se ejecute el trabajo sea invierno o verano.
- d) Nunca debe tenerse en cuenta la calidad del trabajador ocupado, pues siempre los cálculos deben basarse en el rendimiento obtenido con trabajadores de primera clase.
- e) En las regiones del Cauca donde están establecidos los trabajos del F.C. Troncal, el clima ardiente, ha sido un factor importante en el costo, debido a que la ardiente temperatura del medio día en las horas de las 12 a 3 p.m. en las

cuales el obrero disminuye sensiblemente su rendimiento. Además, el copioso sudor que debilita sus músculos, las constantes enfermedades tropicales, la reacción orgánica de las drogas ingeridas como preservativo, son otros tantos factores que influyen decididamente en el costo de la unidad ejecutada.

f) La estabilidad y selección del personal son principios indispensables para obtener mayor rendimiento y por consiguiente menor costo. Aquellos principios han sido casi imposibles establecerlos en los trabajos del F.C. Troncal, debido a lo despoblado de la región, la carencia absoluta de comodidades para habitaciones de familias, la demanda de brazos en otras empresas similares y lo ardiente y malsano del clima hacen que los obreros sólo permanezcan por corto espacio de tiempo y esto halagados por su buen jornal que la Empresa se ha visto obligada a pagar ante la escases de brazos y la urgencia en adelantar los trabajos. Para dar una idea del movimiento del personal en esta Empresa basta decir que el personal dirigente en los trabajos de campo (uno de los mas estables) se movió cuatro veces en un lapso de 2 años.

g) El aprovisionamiento de materiales y herramientas es un punto al cual se debe poner gran precaución, pues son tan grandes los perjuicios ocasionados al tener que suspender un trabajo ya empezado, que cualquier sacrificio sea de dinero o trabajo nocturno se justifica si esto impide tal paro.

Cuantas veces la Empresa del Troncal se ha visto precisada a suspender trabajos o disminuir su intensidad por falta

de materiales suministrados a tiempo, y no se debe la falta de dichos materiales a imprevisión de los dirigentes sino a causas extrañas ocasionadas por el continuo paro del tránsito debido a las malas vías de comunicación.

La experiencia del Ingo. encargado de la construcción, tiene gran influencia en la fijación del precio dado a cada tarea. La equidad en el jornal procurando que el trabajador activo y constante sea gratificado sin hacerle donación especial, trae la armonía entre el personal, despierta cierto bienestar en el trabajo que ayuda eficazmente a la estabilidad y selección del personal.

Después de terminado un trabajo, debe recibirse lo más estrictamente según a las especificaciones dadas tanto en nivel como en ancho de banca, talud, etc., de manera de evitar más tarde recargos ejecutando trabajos que por descuido del encargado de recibirlos quedaron mal ejecutados.

La utilidad obtenida en un contrato donde tomaron parte varios obreros debe repartirse proporcionalmente al número de días trabajados en ese contrato por cada uno de los trabajadores y al valor de sus jornales. Para mayor claridad, supongamos un ejemplo:

Una estación que tenga 347 metros cúbicos de tierra, con fácil botadero para el material; se ha dado en \$ 86.75 y el gsto de jornales en ejecutar el trabajo solo ha ascendido a \$ 62.95. Los \$ 23.80 son la utilidad.

Ahora, si han trabajado en ese contrato los 4 obreros A. B. C. y D., para repartir la utilidad tenemos:

Obrero	Días trabajados	Jornal	Valor	Utilidad
A	10	1.37	13.90	\$ 5.25
B	15	1.49	22.35	" 8.46
C	9	1.39	12.51	" 4.73
D	11	1.29	11.19	" 5.36
			62.95	\$23.80

Con estos sistemas se ha llegado a obtener por el concepto de jornales los siguientes precios:

Para tierra, entre \$ 0.25 y \$ 0.45 el metro cúbico

Para roca floja, entre \$ 0.30 y \$ 0.50 el metro cúbico

Para roca dura, entre \$ 0.40 y \$ 0.65 el metro cúbico

Es costumbre de gran provecho el dar al Capitán un porcentaje de la utilidad, generalmente el 5%. Esta medida además de impulsar al Capitán a seleccionar el personal, sirve también para despertar en él el interés en la rápida ejecución de los trabajos y a velar muy de cerca la marcha de éstos, cuidando de que no falten a su debido tiempo, los materiales y herramientas.

En el movimiento de tierra hay que tener presentes las tres operaciones que ejecutan los obreros:

1º Removida del material.

2º La Paleada.

3º El transporte.

Por experiencia he deducido que generalmente cada metro cúbico del material se recarga así:

Por removida el 55%

Por paleada el 15%

Por transporte el 30%

Como se vé, aflojar o remover el material es la operación mas costosa y sólo en determinadas cortes se deja ejecutar esta operación por los trabajadores; en la mayoría de los casos los explosivos vienen a ejecutar con bastantes ventajas esta operación.

Explosivos: Es toda substancia que produce explosión al incendiarse debido al calor intenso, que se desarrolla al cambiarse los elementos de que está compuesto. Si la temperatura de la combinación es bastante intensa y produce gran cantidad de gases, estos calentados rapidamente se dilatan y son causa directa de la explosión. Por la anterior razón el trabajo ejecutado por un explosivo es proporcional al número de *calorías* y al volumen de gases que produce la combinación de los elementos que lo componen.

Según los elementos que compongan a un explosivo, su acción es mas o menos rápida, de allí que se hallan dividido en dos grandes grupos: **Explosivos rápidos** y **Explosivos lentos**. En estos últimos la combustión progresa paulatimamente, en Zonas concéntricas desde el punto inicial hasta que se consume. La temperatura aumenta a medida que la combustión progresa. Es de advertir tambien que la lentitud en esta clase de explosivos es relativa. Por ejemplo, si quemamos una pelotilla de pólvora negra al aire libre, necesitará algunos segundos para consumirse; mientras que la misma cantidad encerrada, estallaría quemándose en una fracción pequeñísima de segundo.

El uso mas apropiado para los explosivos lentos, es tomarlos como propulsores, para mover grandes pesos. Los explosi-

vos rápidos, por el contrario, no necesitan estar encerrados y apretados para producir su acción; la combustión se propaga rápidamente en toda su masa, la explosión es instantánea, produciendo una *onda vibratoria*, cuya fuerza destroza todo lo cercano al punto donde se produce la explosión. Si hacemos por ejemplo explotar un poco de nitro-glicerina sobre una roca al aire libre, vemos que la despedaza.

La diversidad de efectos entre estos dos grupos de explosivos (lentos y rápidos) hace que su uso sea diverso y por lo tanto requiere estudios detenidos su aplicación. Hoy día se fabrican diversas clases de explosivos apropiados para los distintos usos particulares en que quieran emplearse.

La pólvora negra es el explosivo mas antiguo y mas conocido, es una mezcla de carbón, azufre y nitro. Un kilo produce 27 metros cúbicos de gases que al calentarse desarrollan de 3.000 a 3.500 atmósferas.

La nitro-glicerina es el resultado de tratar a la glicerina por los ácidos nítricos y sulfúricos, detona a 207 grados C., se congela a 3 grados C. La nitro-glicerina con sílice porosa o aserrín forma la dinamita Nobel. La fuerza explosiva de la dinamita es 8 veces mayor que la de la pólvora. Detona a los 300° C. y se congela a 7 grados C.

El Trinitrotolueno se obtiene por la nitrificación del tolueno con los ácidos sulfúricos y nítrico. Es el explosivo mas estable y seguro, detona sólo por la acción de un fulminante. Se funde a los 81 grados C. Las machas llamadas "Cordeas" son un tubo protegido lleno de nitrotolueno, de suma utilidad

en los trabajos de minas y canteras.

El fulminante es la materia explosiva que se pone en el fondo de las cápsulas detonantes. Estas cápsulas son de dos clases las que detonan por percusión, usados en las armas de fuego y los que detonan por la acción de una mecha o de una corriente eléctrica. Son muy empleados en los trabajos de explanación.

La removida de tierras por medio de explosivos puede ser dividida en dos clases: 1ª, cuando se trata de pequeñas cantidades y 2ª, cuando se trata de grandes voladuras, las cuales requieren explosivos en grandes cantidades.

Aunque los trabajos en pequeña escala no tienen gran interés sí deben vigilarse y cuidarse que se busque la economía no malbaratando el explosivo.

Todo obrero que trabaja en contrato busca la manera de economizar tiempo para terminarlo, y creen que mientras mayor sea la cantidad de pólvora o dinamita, es mayor el trabajo ejecutado por éstas, error éste que se traduce en perjuicio para el mismo trabajador, pues generalmente un exceso de explosivos ocasiona derrumbes en los taludes y enormes lluvias de ^{terrones} barrancos o piedras que convierten el trabajo en un peligro para sus vidas.

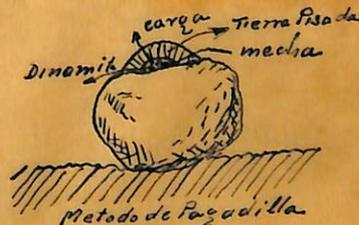
Las cantidades que mejor resultado han producido en estos pequeños trabajos son $1/5$ de libra para cada metro cúbico si se trata de tierra compacta o roca floja, y un $1/2$ de libra por metro en roca dura.

Con frecuencia se presenta en medio de tierra un bloque aislado de roca cuyo peso no permite que sea movido. Para quebrarlo, el sistema mas económico es hacerle con un taladro huecos cuyas profundidades deben ser $2/3$ partes del espesor del bloque. Haciendo explotar en ellos la cantidad de dinamita necesaria.

Otro sistema para quebrar bloques aislados en el llamado por nuestros mineros Pegadillas, el cual consiste en poner sobre la piedra uno o varios kilos de dinamita, cubrirlos con tierra bien pisada y hacer la explosión.

Este último sistema tan perseguido por los trabajadores, pues les economiza el tiempo que gastan en taladrar la piedra, debe ser suprimido, pues la cantidad de explosivos es 10 veces mayor que la que se necesita para producir el mismo efecto que en piedra taladrada.

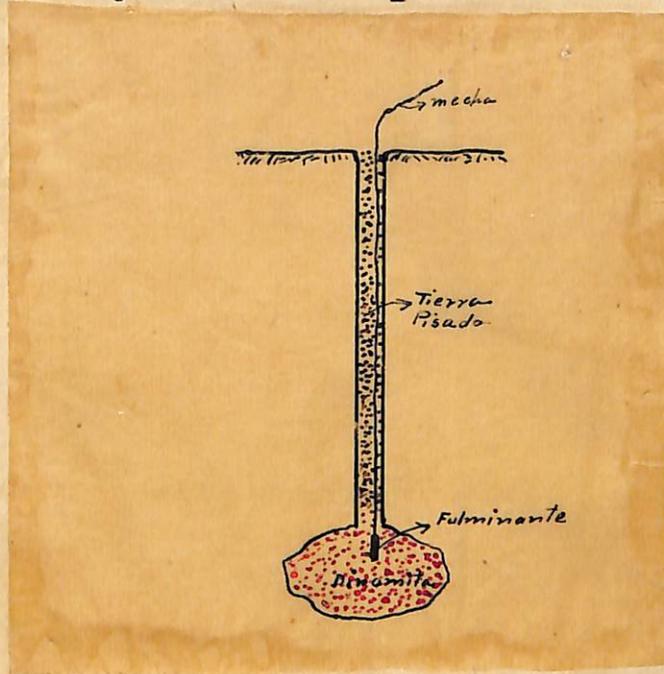
Cuando las circunstancias obligan a usar pegadillas es conveniente tapar la dinamita con papel, sobre éste poner la tierra pisada.



Si se trata de estaciones en roca cuya altura no sea mas de 5 metros, se puede usar para moverla el sistema de explosivos en huecos profundos.

Para esto se abren huecos en serie con una profundidad apropiada y en fila paralela al contorno del terreno, distan-

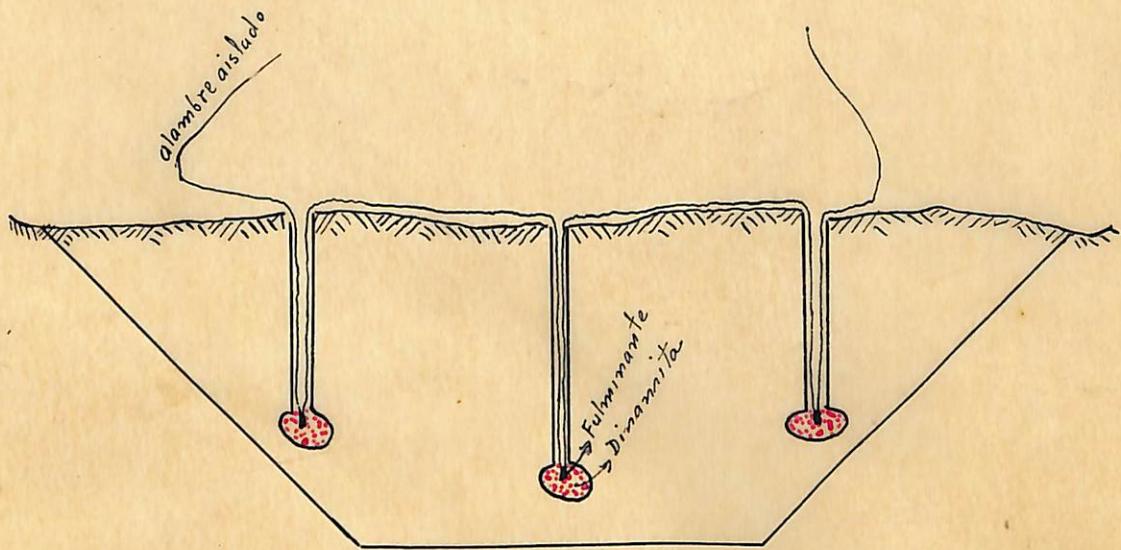
ciados entre sí 3 metros y alejados 4 metros del frente. Para cada barreno, llegada la perforación a la profundidad requerida, se hanen explotar en el fondo primero dos tacos de un porcentaje alto sin taponar el hueco, luego 5 y en



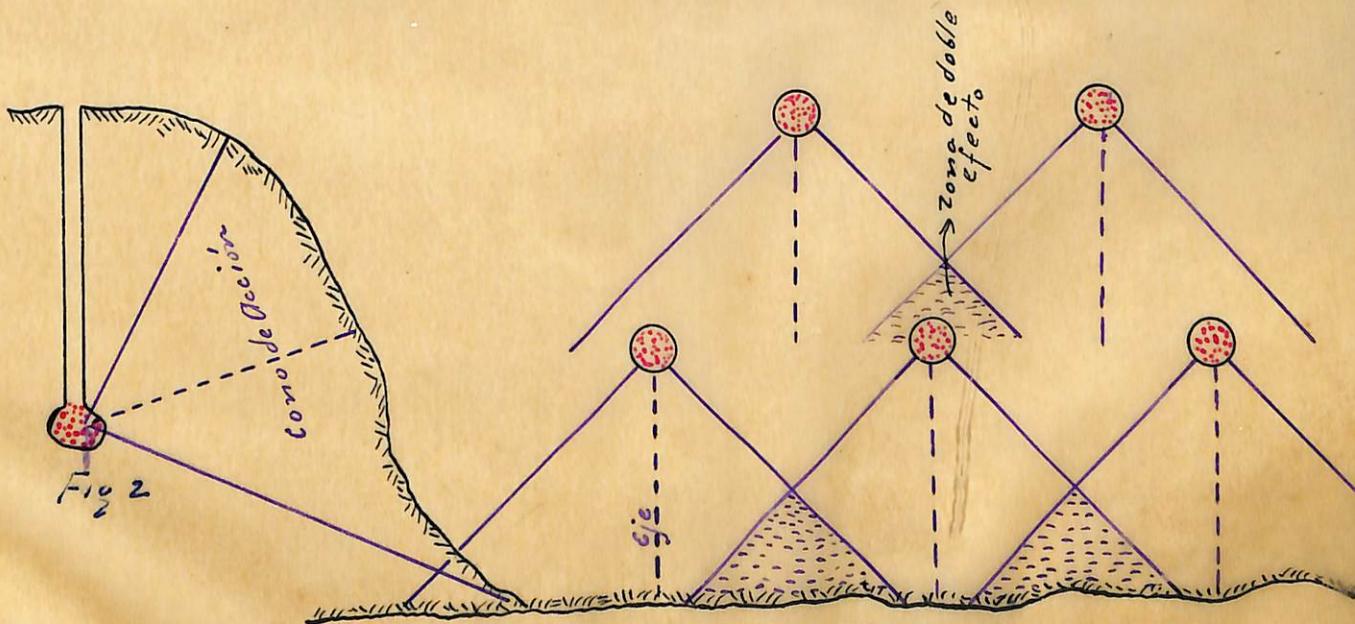
seguida 10 hasta ensanchar el barreno de modo que tenga una capacidad suficiente para contener el explosivo necesario para volar el boque.

Para determinar la cantidad de explosivos en esta clase de trabajo, la teoría es la siguiente: Al verificarse una explosión a cierta profundidad se forma un crater o embudo, cuyo vértice es el centro de la carga de explosivos y cuyos lados forman entre sí un ángulo de 90° . El eje de este cono es la línea de mor resistencia, o sea la distancia mínima del centro de la explosión a la superficie del terreno. (Véase figura 2).

Es de advertirse que la voladura no sólo se verifica en este cono sino que las fuerzas se aplican en esta forma, derrumbán-



Corte Vertical



Proyección Horizontal

Fig 3

dose mucho de lo que queda a los lados. La cantidad de explosivos varía de 100 a 500 gramos de dinamita por metro cúbico del embudo o crater de que ya se habló.

Cuando son varios los focos de explosión, cada uno forma su cono (véase figura 3) las cuales se cortan o no según la distancia que estén colocados unos de otros.

Cuando se cortan, se ve que hay dos zonas, una en la cual el esfuerzo es doble y en este caso es conveniente calcular gráficamente el volúmen de esta zona para disminuir en los respectivos focos la cantidad de dinamita que le corresponde a dicho volúmen. La otra zona es neutra y con frecuencia sucede que quedan bloques sin mover, por lo tanto es conveniente poner filas de huecos paralelos alternando éstas.

Clases de explosivos: La clase de los explosivos usados en cada caso varía según la calidad del terreno donde se ejecute el trabajo. Para tierra y roca bastante descompuesta da muy buenos resultados la pólvora negra poniendo la misma proporción de 500 gramos por metro cúbico. Para conglomerados y roca floja compacta se ha usado dinamita al 30% y para roca dura dinamita del 60%.

En el caso de voladuras sucesivas colocadas una detrás de otra, es conveniente poner en los puntos de explosión mas avanzados, dinamita de mayor porcentaje que la usada en los focos posteriores.

La Casa Du Pont, da la siguiente tabla de relaciones de las diferentes clases de dinamita que ella fabrica:

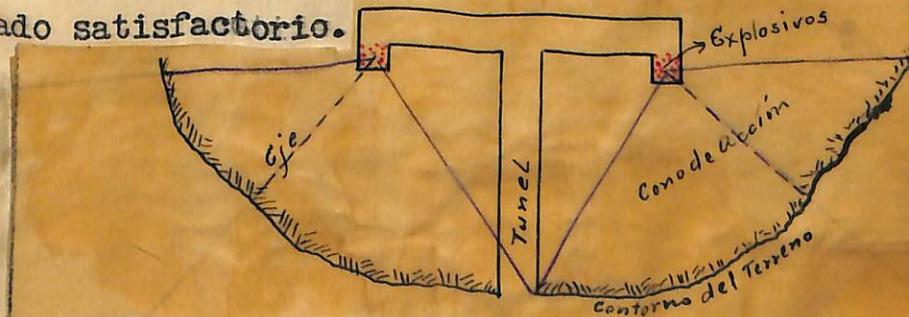
Relativa energía de diferentes esfuerzos.

Número de cartuchos que dan un esfuerzo igual a uno de otro esfuerzo.

Un car- tucho	60%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%
60%	1.00	1.12	1.20	1.28	1.38	1.50	1.63	1.80	2.08
50%	0.89	1.00	1.07	1.14	1.23	1.34	1.45	1.60	1.85
45%	0.83	0.93	1.00	1.07	1.15	1.25	1.36	1.50	1.73
40%	0.78	0.87	0.94	1.00	1.08	1.17	1.27	1.40	1.59
35%	0.72	0.81	0.87	0.93	1.00	1.09	1.18	1.30	1.50
30%	0.67	0.75	0.80	0.85	0.92	1.00	1.09	1.20	1.38
25%	0.61	0.69	0.74	0.78	0.85	0.92	1.00	1.10	1.27
20%	0.55	0.62	0.67	0.71	0.77	0.83	0.90	1.00	1.15
15%	0.48	0.54	0.58	0.61	0.66	0.72	0.78	0.86	1.00

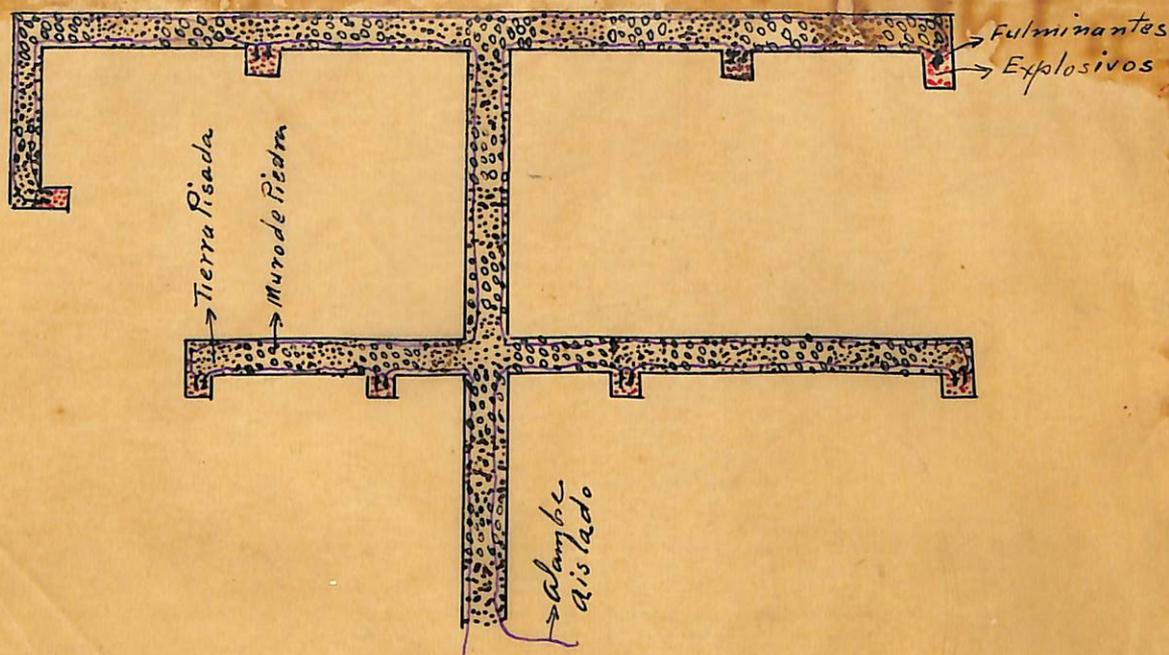
GRANDES VOLADURAS

Cuando se trata de mover grandes cantidades de tierra que requieren explosivos en considerable cantidad se usa el sistema "Coyotehole" que consiste en un tunel a nivel o en cualquier dirección a un vertical de cierta longitud que nos permita colocar los explosivos en los puntos precisos para obtener un resultado satisfactorio.



La cantidad, clase de explosivos estan sometidos a las reglas ya citadas.

Los túneles construídos para esta clase de voladuras puede tener diversas ramificaciones. Fig.

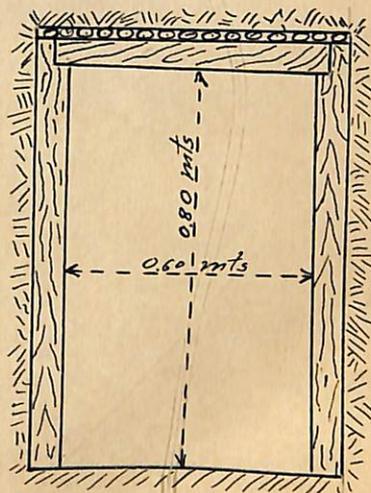


La dirección y longitudes de estos túneles deben ser localizadas lo mas precisamente posible de manera que se ajuste al dibujo. Es necesario usar tránsito sobre todo cuando se trata de túneles muy ramificados. Cualquier desvío puede traer como consecuencia el que se mueva mas material o que quede sin moverse la parte que se necesita.

Los nidos o lugares donde se coloca el explosivo, deben tener una capacidad suficiente para contener la cantidad de explosivos necesaria. Deben construirse en los puntos más sólidos del terreno, es decir que no tenga fallas ni grietas por donde flaquear o aminorarse la explosión (soplarse, como dicen los mineros). En muchos casos cuando el asunto es de importancia, si resultaren estas grietas o fallas se tapan con piedras si posible revestidas con concreto.

El tunel de acceso a los depósitos o nidos puede hacerse de cualquier tamaño, pero de manera que quepan las cajas de explosivos y los mineros puedan trabajar con alguna comodidad. Naturalmente que mientras más estrecho menos costoso será, aunque en cambio la ventilación es más difícil si son largos, y hay más incomodidad para el acarreo de los materiales al exterior durante la apertura. Se acostumbra ordinariamente hacerlo de 0.80 x 0.60 mts. Es preciso cuando el terreno así lo exija, asegurar las paredes del tunel por medio de madera. Fig.

En la perforada de los túneles es conveniente usar dinamita de un alto porcentaje 60% a 90% pues producen menos gases y quiebra mejor la roca en los barrenos. Para grandes trabajos es mas económico usar taladros mecánicos.



Un asunto importante es la ventilación, sobre todo cuando se trata de túneles de alguna longitud, no sólo porque los gases de explosión de los barrenos son tóxicos y siempre queda algún residuo de ellos, cuanto porque con la respiración del minero el aire se va viciando; si no se dispone de aire comprimido; un procedimiento fácil es el poner una tubería de 2" ramificada en el tunel e introducir aire por medio de un ventilador.

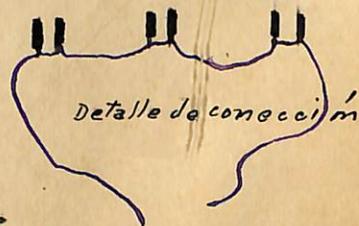
El explosivo se coloca en los nidos bien encerrados; si la can-

tividad es bastante que en cada nido pueda ponerse varias cajas, es mejor ponerlas con empaques. Asi mismo se acostumbra con muy buen resultado el poner los fulminantes entre cartuchos de mayor porcentaje colocados en el centro de la carga.

La mezcla en un mismo nido de explosivos de diferentes porcentajes ha dado magníficos resultados. Asi en roca floja o conglomerado, mezclar pólvora negra con dinamita de 30% en proporción de 60% de pólvora negra y 40% de dinamita. En roca dura mezclar en las misma proporción dinamita del 60% con dinamita del 30%.

Las espoletas o fulminantes eléctricos deben conectarse en serie y ponerse dos o mas en cada nido para mayor seguridad, pues apesar de que no debe faltar un galvanómetro para comprobar continuamente que las conexiones estan correctas, todas las precauciones que se tomen, nunca serán de por demás.

Completada la carga se sacan los alambres que accionarán los fulminantes, por un lado en que no corran peligro de serrotos, se ba-



jan al suelo y se llevan al exterior por un rincón del túnel, cubiertos con tierra o tablas. Los empates de los alambres deben hacerse limpiando muy bien el metal y deben aislarse muy cuidadosamente con cinta aisladora.

El éxito de la explosión depende esencialmente del cuidado con que se tape el túnel de entrada. Se empieza por poner en los extremos un tramo de un metro de tierra pesada con un

palo, en seguida otro metro de piedra seca acomodada formando especie de muro y así sucesivamente hasta llegar al fin del túnel. De manera que no quede ningún resquicio por donde puedan escaparse los gases.

Equipo.- El equipo que se necesita para trabajos de esta índole es:

- 1º - Una máquina detonadora, de las cuales hay para 4, 10, 30, 50, 100 y 150 fulminantes. Es preferible trabajar con máquina grande.
- 2º - Un galvanómetro completo con su pila, para ensayar el *circuito* y los fulminantes.
- 3º - Número suficiente de metros de alambre aislado especial Nº 14B S. (1.6 milímetros de grueso) cuya resistencia es de 0.83 ohmios por *c/d.* 100 metros.

Como todos los fulminantes de una explosión van conectados en serie, a la máquina detonadora no llegan sino dos alambres.

Al accionarse esta para una explosión debe hacerse con toda fuerza y velocidad, teniéndola fija entre las piernas. En estos pequeños detalles está casi siempre la causa de los fracasos. Debe tenerse en cuenta la gravedad que representa el que no explote una de las cargas, si fueren varias, lo que no puede saberse ordinariamente porque se confunde su detonación con la de las otras. Estos casos han sucedido, y es de un peligro enorme trabajar en el corte con una carga de explosivos en sus cercanías, que puede explotar por un golpe o por un des-

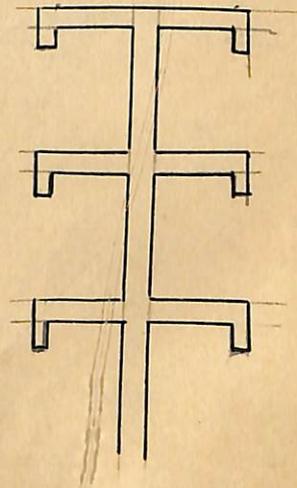
lizamiento de las rocas, etc., poniendo en peligro muchas vidas.

Los trabajos de voladuras que pueden hacerse con estos túneles pueden dividirse en dos clases.

Ia.- Cuando se trata de cortes de cajón, es que sólo se persigue mover el material. En este caso el tunel se reduce a una galería a nivel que sigue la dirección del eje y de la cual se desprenden varios brazos en T distanciados convenientemente, de manera que la cantidad de explosivos corresponda al volúmen del cono de acción.

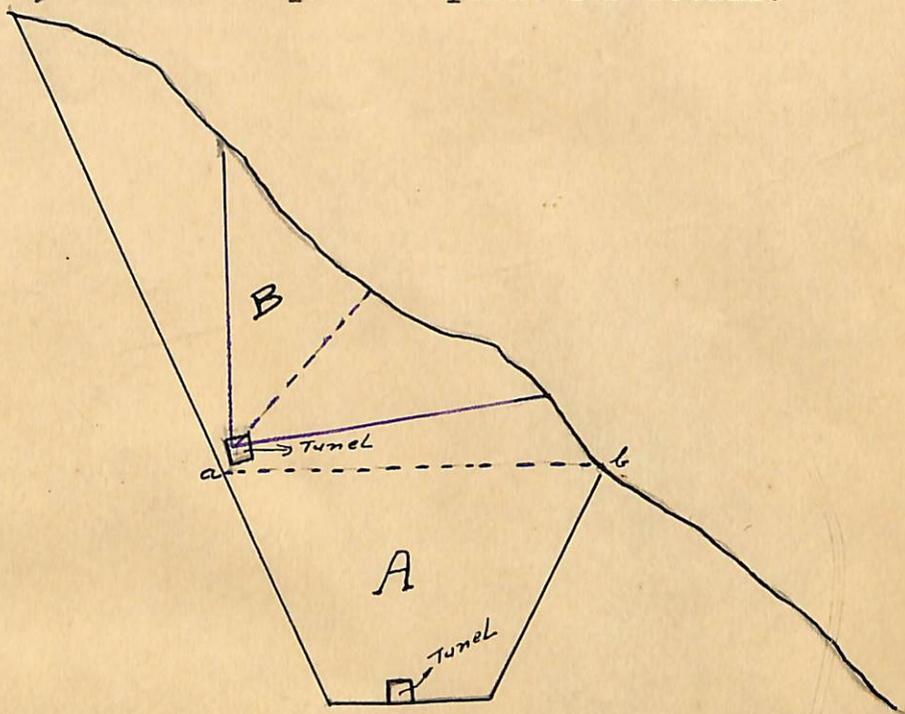
La longitud de estos brazos que forman

la T debe ser calculada de manera que no afecte el talud en la parte inferior. Cuando se trata de cortes de cajón demasiados altos sucede con frecuencia que sólo se mueve la parte inferior del corte quedando la superior intacta. En estos casos conviene poner galerías superpuestas a 10 metros de altura una de otra, teniendo cuidado de aumentar a medida que sube, los brazos de la T ya que el talud se aleja.



Hay cortes muy comunes por cierto, en los cuales una parte del material puede ser removida y al mismo tiempo botada fuera de chafanes. En estos casos se procede disponiendo los túneles de tal manera que las cargas cumplan lo que se desea.

En la figura vemos que la parte A no puede mas que ser movida, mientras la parte B puede ser botada.



En túnel en A se dispone como ya dijimos al tratar de cortes de cajón y en B el túnel se dispone de manera que su dirección siga al talud interior, a una altura conveniente generalmente a nivel del chaflan inferior. Los nidos se colocan hacia fuera, de manera que el material con que se tapa el túnel de entrada sirva como de resorte e impida dañar el talud. Siempre debe hacerse explotar primero la parte superior.

El precio de apertura de los túneles varía según la clase de roca que integre el morro que se valía a volar. En el Troncal se han obtenido los siguientes precios: para conglomerado y roca floja el metro lineal de avance ha costado de \$ 3.00 a \$ 5.00 y se ha gastado en explosivos de 2 a 3 kgs. por metro de avance. Para roca dura el precio ha sido de

\$ 6.00 a \$ 9.00 y ha llegado a subir hasta \$ 12.00 cuando los túneles son demasiado largos en donde el trabajo se dificulta demasiado. El ~~gastos~~ de explosivos ha variado entre 5 a 8 kgs. por metro de apertura.

2º - Cuando se trata de cortes cuyo material puede ser arrojado en parte por la pendiente del terreno. Este sistema resulta muy económico. Para detallarlo explicaré un caso práctico en el cual se obtuvo magníficos resultados en las trabajos del F.C.T.de O.

El primer paso que se dió fue levantar el plano topográfico de la región que se iba a minar. (ver fig.)

Se dibujó el tunel de acceso sobre este plano, localizando las cargas en los puntos convenientes según lo mostraba la topografía del terreno. En seguida frente a cada nido se tomó ^{un} secciones transversales de manera de poder calcular el volumen del cono de acción, fijar su radio de actividad y la cantidad de explosivos necesaria. Para el cálculo del volumen del cono se recuerda que su fórmula es:

$V=1/3Ah$ siendo A el área de la base y h la línea de menor resistencia.

Y para ángulos de 45º con el eje, en función de la línea de menor resistencia, es:

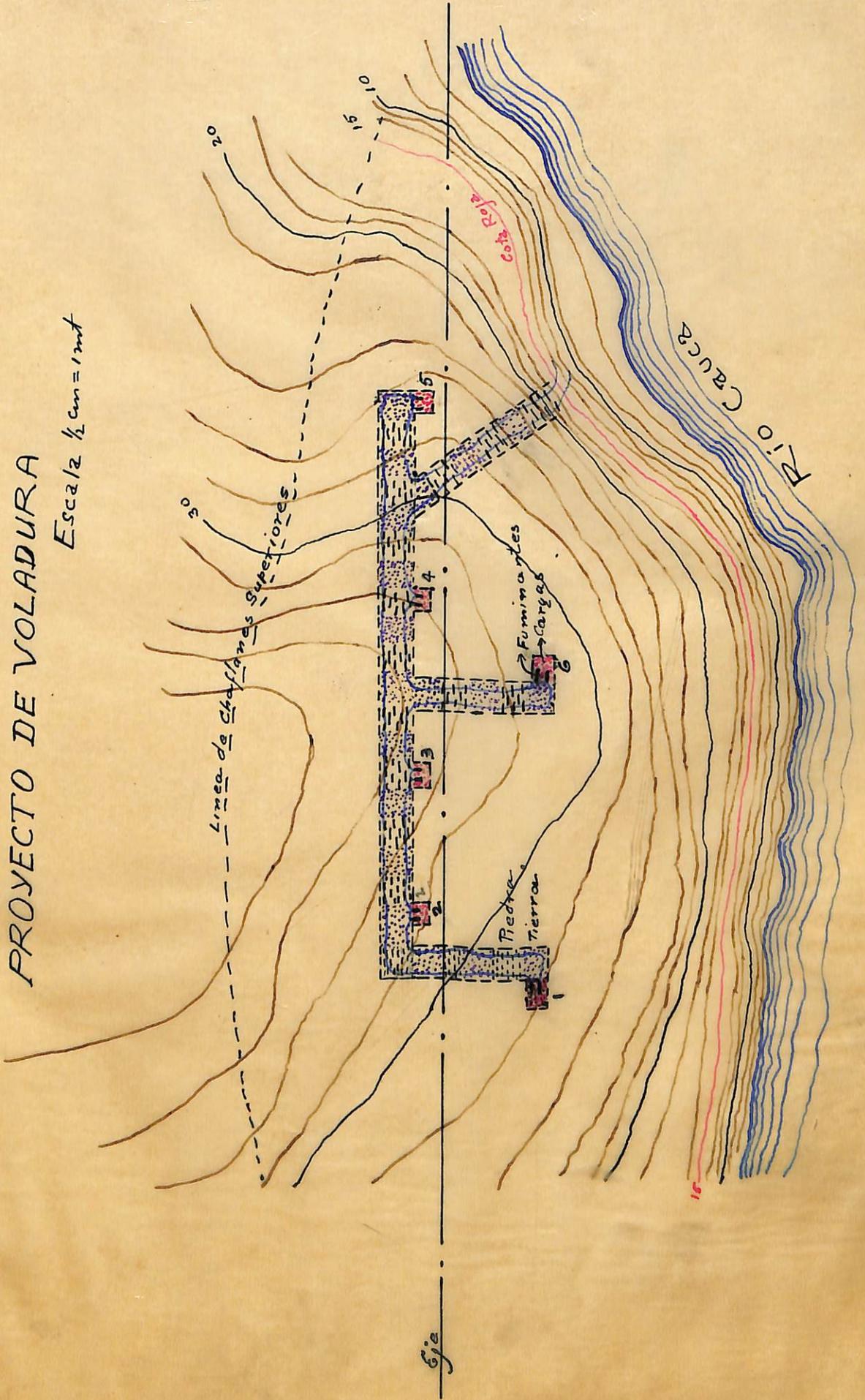
$$V=1/3 \pi h^2 \cdot h = 1.0472 h^3.$$

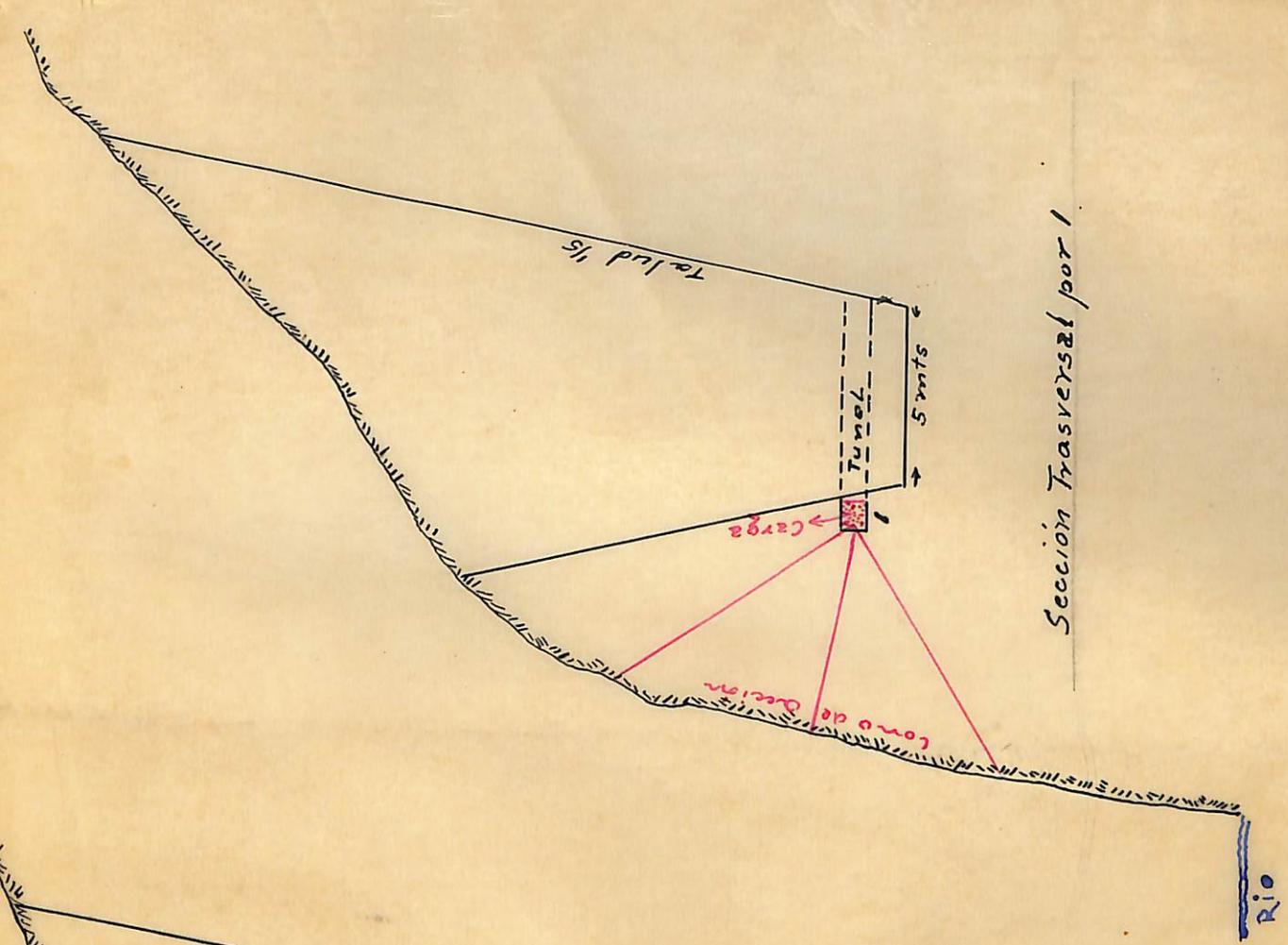
Los nidos se colocaron a una altura conveniente 0.50 cm. sobre la cota roja para evitar que la explosión fuera a derrumbar la banca y formar fallos. Esta altura la

TOPOGRAFIA

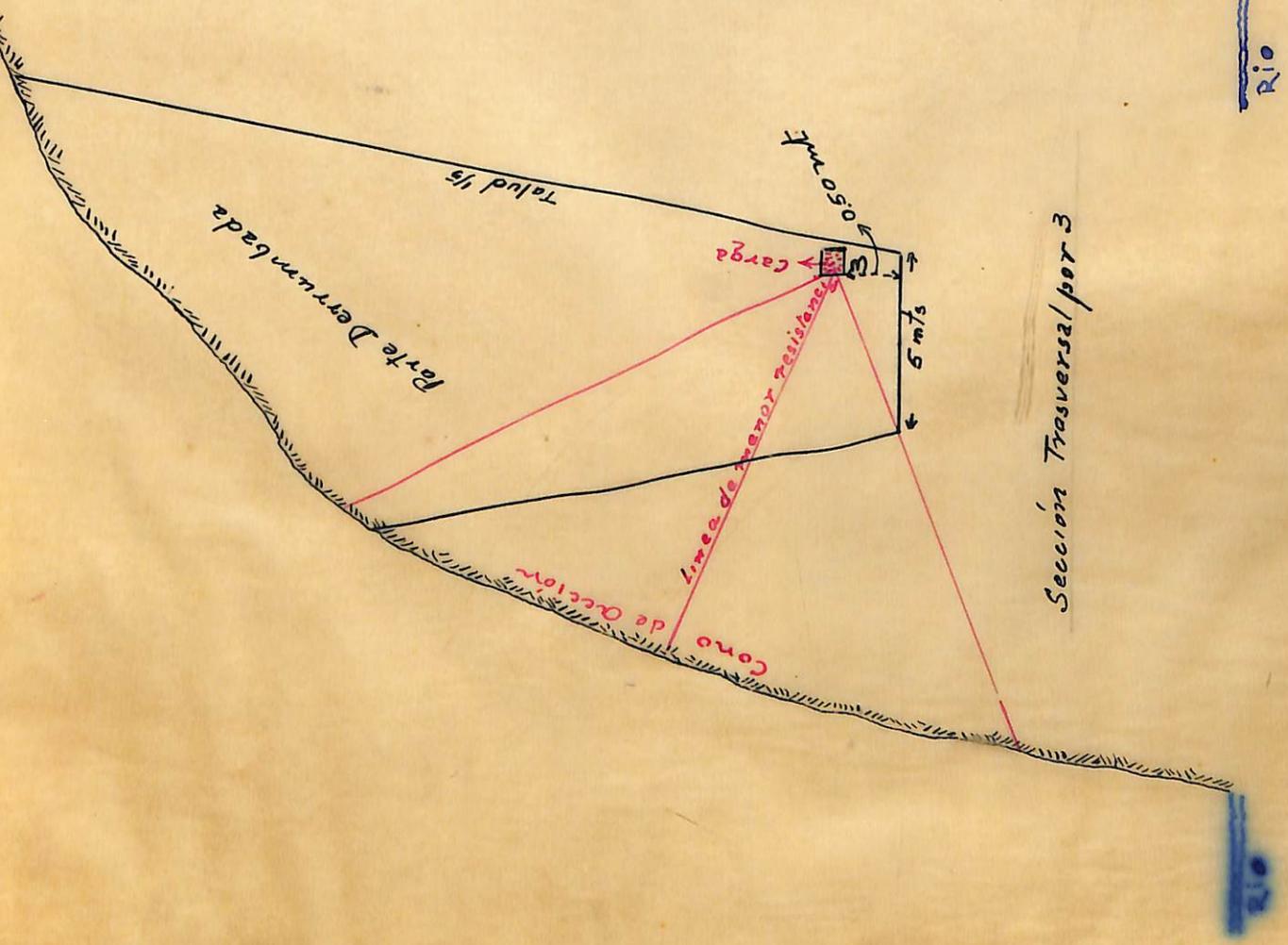
PROYECTO DE VOLADURA

Escala $\frac{1}{2}$ cm = 1 mt





Sección Trásversal por 1



Sección Trásversal por 3

dá el cono de acción. (ver fig.)

Terminados estos estudios sobre el plano se procedió a localizar en el terreno el tunel, operación que se ejecutó con tránsito y las medidas con bastante cuidado.

La sección del tunel fue de 0.80 x 0.60 mts. A medida que se avanzaba con la perforación se comprobaba la dirección y longitud, trazándolas lo mas estrictas al plano.

Mientras mas se profundizaba, mas se dificultaba el trabajo, pues el calor es insoportable y el aire se ^{calienta} ~~erresalecio~~ hasta el punto de extinguir la luz de una bujía esteárica.

La ventilación se provee por medio de tubería de 2" conectada a un ventilador de fragua manejado por un hombre. Terminado el trabajo de apertura se coloca el explosivo en cada nido poniendo la cantidad suficiente ya calculada.

En medio de cada carga y entre cartuchos de dinamita de mayor porcentaje se pusieron 2 espoletas conectadas en serie y los alambres unidos cuidadosamente fueron traídos al exterior por un rincón del túnel defendidos por medio de madera.

Dispuestas así las cosas se precedió a tapar el tunel de acceso. A cada metro de distancia se construyeron muros de piedra y los intervalos entre cada dos muros se llenaron con tierra bien apizonada y así en toda la galería hasta llegar a la entrada. Una vez los alambres afuera se prolongaron hasta un lugar seguro, se ensayó con el galvanómetro el circuito y se conectó a la máquina detonadora para hacer la explosión. La explosión se produjo, y los que vimos su efecto

podimos apreciar que no se levantó una sola piedra. La masa entera se movió como empujada y luego empezó a caer como por capas sucesivas al Río.

El bloque minado tenía 4.757 metros cúbicos de los cuales 2.715 fueron botados por el explosivo directamente. Los 2.042 restantes, quedaron completamente quebrados y con fácil botadero.

El material era roca dura.

Para saber cuanto material bota una explosión es necesario tomar topografía despues de efectuada

En las secciones trasversales vemos que hay un cubo de material fuera de la línea de chaflanes y la cual implica un mayor costo en los explosivos pues se necesita mayor cantidad, lo que se justifica plenamente ante los resultados.

Tomadas las secciones trasversales frente a cada carga y determinada su línea de menor resistencia, se dibuja el contorno del terreno alejado de los nidos una distancia igual a la longitud de la línea de menor resistencia. (ver fig.)

CALCULOS DE LA CANTIDAD DE EXPLOSIVOS

Se hace la proyección horizontal de la área de acción de cada cono de fuerzas.

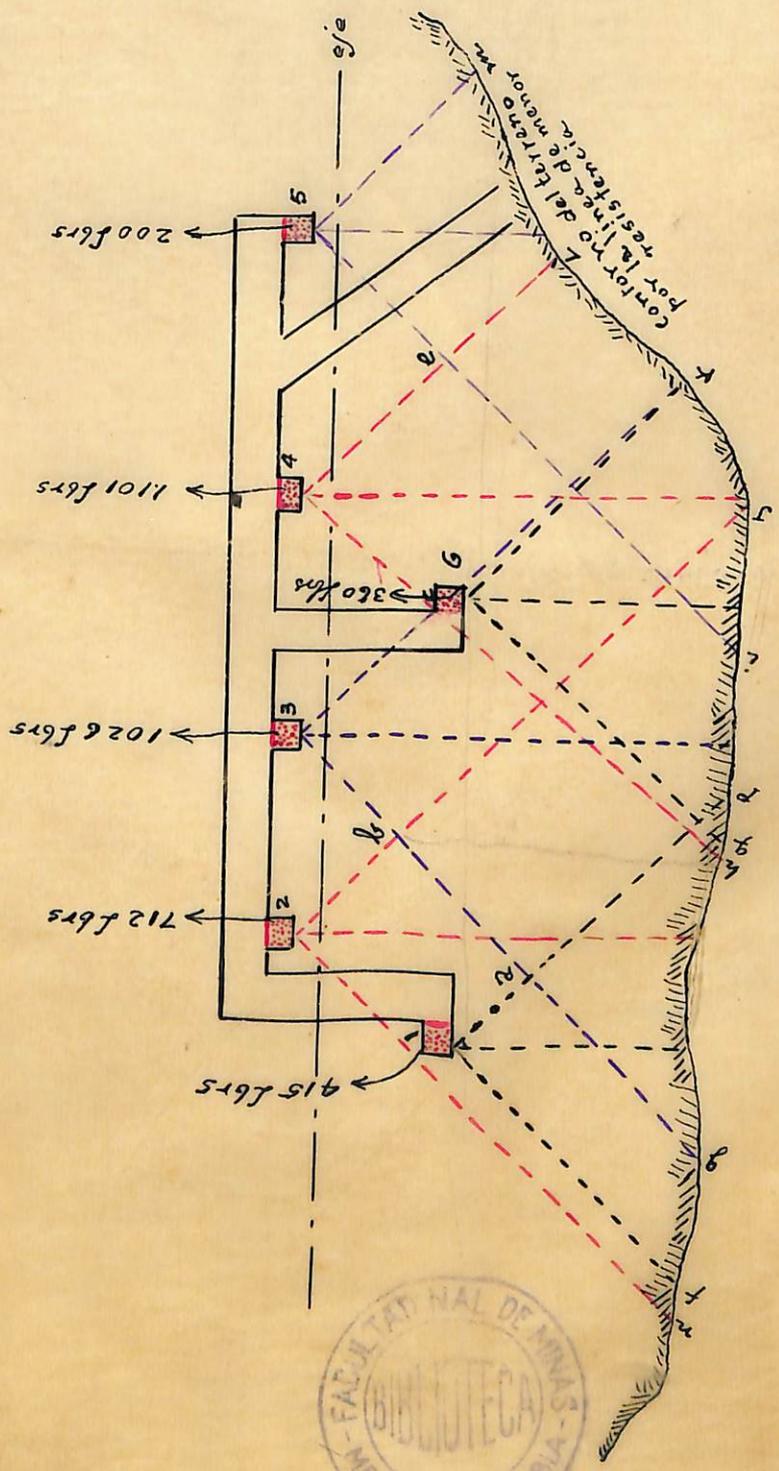
En el caso que venimos tratando, vemos en la fig.:

1º El cono de acción N.2J del nido 2 comprende el cono de acción f 1/2 del nido 1, además la región de doble efecto g b j.

Luego para determinar la cantidad de explosivos tenemos:

PROYECCIÓN HORIZONTAL
DE LOS CONOS DE ACCIÓN

ESCALA 1/2 cm = 1 mts



Volúmen del cono N.2J = $V=1397.55$

Hay que quitarle:

Volúmen del cono F.1.P. $V= 415.80$

$\frac{1}{2}$ Volúmen del cono g b j $\frac{1}{2} V= 268.80$

Volúmen para mover la carga 2= $V= 712.95$

2^a- La carga 1 viene a mover:

El volúmen del cono f.1.P. $V= 415.80$

3^a- Para la carga 3 tenemos:

Volúmen del cono g.3.k. $V=1554.50$

Hay que quitarle:

$\frac{1}{2}$ volumen de g.b.j. $\frac{1}{2} V= 268.80$

$\frac{1}{2}$ volúmen de h.j.k. $\frac{1}{2} V= 259.30$

Volúmen para mover la carga 3 $V=1026.40$

4^a- Para la carga 4 vemos:

Volúmen del cono h.4.L. $V=1814.40$

Para quitarle:

Volúmen del cono q.6.k $V= 360.15$

$\frac{1}{2}$ Volúmen de h.g.k. $\frac{1}{2} V= 259.30$

$\frac{1}{2}$ volúmen de i.e.l. $\frac{1}{2} V= 93.70$

Volúmen para mover la carga 4 $V=1101.25$

Para carga 5 su volumen para mover es:

Volúmen del cono e.5.m. $V= 216.00$

y para carga 6:

Volúmen del cono q.6.k $V=360.15$

SE calculó el explosivo a razón de 1 brs.(500 gms.)por metro cúbico, así tenemos:

Para la carga 1	415 lbs.
Para la carga 2	713 lbs.
Para la carga 3	1.026 lbs.
Para la carga 4	1.101 lbs.
Para la carga 5	200 lbs.
Para la carga 6	360 lbs.
	<u>T</u>
	3.815 lbs.

La dinamita se distribuyó de la siguiente manera: en los nidos 1 y 6 cuyo principal objeto es quebrar la roca en la parte de adelante y así facilitar el trabajo de los nidos 2 y 4, se les cargó con dinamita del 60%. A los nidos 2 y 4 cuyo objeto principal es empujar la carga, se les cargo dinamita del 30%. Al 3 y al 5 se les cargó combinando en iguales partes, dinamita del 60 y del 30%.

C O S T O

Longitud del tunel de acceso 41.20 mts.	
Apertura a \$ 6.00 el metro lineal	\$ 427.20
Dinamita del 30% y 60% 1.907.5 kgs.a	
\$ 0.50 c/u.	953.75
Valor materiales gastados en la apertura:	
Dinamita, mecha, fulminantes y alumbrado,	73.50
Cargada y tapada del túnel a \$ 1.50 cada mt.	63.30
Ventilación	16.49
Espoletas eléctricas 12 a \$ 0.11 cada una	1.32
Alambre aislado 80 mts. a \$ 0.10 cada uno	8.00
	<hr/>
	Total \$ 1.543.56

La explosión arrojó fuera de chaflanes 2.715 metros cúbicos. Quedaron para botar 2.042 metros cúbicos completamente quebrados. Ahora, si a este trabajo de removida lo valorizamos a \$ 0.20 el metro cúbico, costarían ^{1408.40 \$ lw} 1.135 lo que ^{2,715 mts³ botado} dá a \$ 0.41⁸ el metro cúbico de roca. La botada de los 2.042 metros cúbicos se contrató a razón de \$ 0.35 el metro cúbico, (obteniendo buena utilidad), es decir por un valor de \$ 714.70. Así tenemos que el valor del metro cúbico en este corte fue de \$ 0.475.

La economía en el precio del metro cúbico, la rapidez con que se ejecuta el trabajo, son factores que han hecho del uso de explosivos asunto muy generalizado hoy día, tanto que no se consibe que se trabaje en roca o en tierra dura sin antes haberla puesto en condiciones de una fácil remoción por medio de cargas grandes.

P O L V O R I N E S

Los explosivos deben guardarse lejos de los campamentos, en polvorines especiales que den la mayor seguridad.

En el Troncal se han construído depósitos bajo tierra formando sus paredes con madera y esta con zinc, para evitar la humedad.

Tambien se han construído pequeñas piezas con doble pared forradas de zinc.

Los fulminantes deben guardarse separados de la dinamita, pues su vecindad constituye un gran peligro.

Todas las precauciones que se tomen, nunca serán demás. Cuántos accidentes y cuántas vidas, han costado los descuidos

en el manejo de los explosivos.

Al trabajador raso hay que instruirlo en el manejo de explosivos y hacerle comprender que su vida es el pago que dá, por una imprudencia que cometa.

Un minero honrado y práctico en el manejo de la dinamita y pólvora, es costumbre ponerlo como encargado de repartirlas y disponer las queñas explosiones; es esto muy conveniente, pues además de evitar accidentes, controla el gasto de los explosivos.

PALA DE VAPOR

Una de las máquinas de trabajo que por su gran rendimiento y su bajo costo se han generalizado mucho en los trabajos de excavación, han sido las Palas de Vapor

En los trabajos del F.C.T. de O. sector Bolombolo, Antioquia, se emplea una de estas Palas marca "MARION" construída por la Casa The Marion Steam Shovel Co. de Ohio U.S.A., con motores individuales para *c/d.* movimiento de la Pala, que funciona con la eliminación de embragues accionados por Palancas.

Va montada en un equipo completo de llantas de acero articuladas, de impulsión central y con dos velocidades. Puede moverse hacia atras o hacia adelante siguiendo la dirección dada.

La cuchara tiene una capacidad de $1\frac{1}{2}$ y $3\frac{3}{4}$ y está dotada de 2 movimientos: hacia arriba y hacia abajo. Al coger la tierra tiene cierta movilidad que remeda exactamente los movimientos de un obrero cuando palea.

El cabrestante que lleva la cuchara está sujeto a la plataforma de la casilla y tiene un movimiento circular que permite dar la vuelta completa.

El equipo necesario para instalar los trabajos con la Pala son:

Decauville con wagonetas suficientes cuando se trata de botar el material a cierta distancia.

Madera redonda fuerte como para tendido para pasar la Pala por terrenos blandos.

Un pequeño taller con fragua y toda clase de herramientas, para reparar los daños que puedan sobrevenir en la Pala y mantener esta completamente acatada.

Deben aprovisionarse en un lugar cercano a los trabajos, Carbón, aceites, grasas, estopa, gasolina, y hacer una instalación firme y segura para proveer de agua la pala.

Tambien deben tenerse a mano los repuestos de la Pala que con mas frecuencia se necesitan, y aquellos de las piezas que por su constante trabajo estan expuestos con mayor faci-

lidad a romperse. En fin, el encargado de manejar la Pala debe dar una lista detallada de todo lo necesario.

P E R S O N A L: ~~Es~~ necesario para atender a la Pala es el siguiente:

- 1º - Un palero mecánico.
- 2º - Un ayudante del palero que sea capaz de reemplazarlo.
- 3º - Un fogonero.
- 4º - Un Ayudante para el *acarreo* del combustible
- 5º - Un herrero encargado del taller.

Este personal debe dedicar por lo menos un día cada semana generalmente el Domingo, para limpiar la pala y cambiar empaques a las cajas del vapor.

Los cortes que pueden ser atacados por medio de la Pala de Vapor podemos dividirlos: primero según el material que lo integre.

Comprende dos clases cuando los dientes de la cuchara son capaces de *desintegrarlo* y cuando no, lo cual es muy fácil de determinar pues basta ensayar con un pico o azadón, donde ² está, con la fuerza de un hombre *desintegra* el terreno, la pala también es capaz, en caso contrario es preciso remover el material por los métodos de explosivos usando el sistema *mas* conveniente.

Segundo, según la altura: El radio de acción de la Pala hacia arriba sólo alcanza a 6 metros de modo que en los cortes cuya altura exceda y esté ² integrado por material dura, o que no derrumbe por su propio peso, es necesario también remover la parte superior.

En este caso es mejor preparar los túneles o barrenos donde se ha de poner los explosivos y esperar que la Pala ~~avance~~^{avanza} por la parte inferior lo suficiente para luego hacer la explosión, la cual debe hacerse por partes aprovechando los avances de la Pala; así se obtiene mejor rendimiento en el trabajo de los explosivos.

Los trabajos de la Pala de vapor en el F.C.T. de O. se iniciaron bajo la hábil dirección de un práctico Norte-Americano, hombre de mas de 20 años de experiencia en esta clase de trabajos. Sus servicios fueron contratados por el señor Ingo. Jefe del F.C. quien seguro de que el buen resultado sólo se obtendría teniendo para su armada y manejo a un hombre verdaderamente preparado en el conocimiento de esta clase de máquinas. Gracias a esta previsión, la pala tuvo éxito, y los inconvenientes que a todo trabajo nuevo se presentan fueron en este caso de poca importancia y fácilmente remediados.

Las principales condiciones en este arreglo fueron:

- 1º - El trabajo debe conformarse a las condiciones especificadas por el Ingo. Jefe del F.C., de acuerdo con el alineamientos, pendientes y taludes establecidos, y la distribución de tierras se hará según lo ordene el Ingo. Jefe de la Sección respectiva.
- 2º - El contratista trabajará a las órdenes del Ingo. de Sección y se someterá a los reglamentos de la Empresa.
- 3º - El pago del personal necesario para el funcionamiento de la pala es por cuenta del Contratista.

- 4º - El F.C. suministrará los repuestos necesarios para el funcionamiento de la Pala, tuberías para el abastecimiento de aguas, las maderas necesarias para moverla, el combustible, aceite, grasas, etc. necesarios, en el punto donde la pala esté funcionando.
- 5º - Las demoras ~~por~~ causas del mal tiempo, derrumbes, etc. son por cuenta del Contratista.
- 6º - Las reparaciones y sostenimiento de la maquinaria y de las instalaciones son por cuenta del Contratista quien las hará personalmente con sus ayudantes.
- 7º - El tiempo de demoras causadas por falta de combustible, aceite, grasas, etc. son por cuenta del F.C. siempre que el Contratista halla dado aviso con la anticipación necesaria (8 días) de la escasez de dichos materiales. Las demoras por causa de la falta de material removido son por cuenta del F.C. pero el Contratista tiene obligación de avisar al Ingo. de la Sección en qué cortes es necesario mover el material, con la anticipación ^{que} debida para el Ingo. tenga el suficiente tiempo de ejecutar dicha operación económicamente.
- 8º - Los gastos que ocasione la movida de la Pala y útiles de un corte a otro, son por cuenta de la Empresa quien suministrará el personal necesario.
- 9º - El F.C. pagará al Contratista por el cumplimiento del trabajo el cual debe quedar ejecutado a entera satisfacción del Ingo. Jefe de la Sección, los siguientes precios:

a) En los casos de paleo sin necesidad de acarreo de los materiales, así:

Por cada metro cúbico de roca sólida, \$ 0.25

Por cada metro cúbico de otros materiales dentro de las estacas de chaflanes, " 0.10

Por cada metro cúbico de los materiales procedentes de derrumbes o por mayor ancho o mayor talud excavado, pero siempre que estos excedentes de excavación se hayan hecho por orden del Ingo. de sección, " 0.08

b) En caso de que para botar el material se necesite doble paleo, los precios del segundo paleo serán los mismos a los de atrás especificados de acuerdo con la clase.

c) En caso de que el material excavado haya que acarrearlo, sea para botarlo o para terraplenes, los precios serán los anteriores mas \$ 0.05 por cada metro cúbico.

10º - Los cómputos de las cantidades movidas los entregará el Ingo. de la sección quincenalmente y sobre estos cómputos se hará la liquidación para pagar al Contratista.

Teniendo en cuenta las anteriores condiciones se procedió a preparar el terreno lo mejor posible.

Lo primero que se hizo fue un estudio pormenorizado de todos y cada uno de los cortes que debía atacar la Pala y se determinó claramente cuales se necesitaban ser removidos y se ^{hicieron} hizo los estudios al respecto para tal fin.

Se procedió a hacer una instalación adecuada para su-

ministro de agua, de tal manera que prestara servicio no sólo para el primer corte sino también para todos los demás.

En esta instalación se emplearon tubos de 2" y 1½" y se construyó un tanque para la toma de un metro cúbico de capacidad. A medida que la Pala se alejaba se iba prolongando la instalación, la cual prestó sus servicios hasta tres kilómetros de longitud. Cerca a los trabajos de la Pala se construyó una ramada con techo de zinc suficiente para instalar una fragua guardar las herramientas y repuestos más urgentes y al mismo servicio de depósito para el combustible, aceites, grasas, etc.

En todo corte de cajón tiene que moverse para que la Pala pueda funcionar cómodamente, de 15% a 20% del cubo entre chaflanes, en cubo adicional.

En algunos de estos cortes y esto cuando la cuña es poca, es más económico botar todo el material que forma la cuña, que ponerse a hacer instalación para transportar el material que forma el cubo entre chaflanes.

En un corte de cajón de 5.900 metros cúbicos entre chaflanes y una cuña de 1.612 metros cúbicos, nos resultó, hechos los cálculos, más económico botar todo este material que ponernos a hacer instalaciones para botar con transporte los 5.900 únicos que tenía necesidad de mover la Pala.

En un corte de cajón de 14.500 metros cúbicos de conglomerado bastante compacto, pues a pesar de que la Pala sí era capaz de remover la parte inferior, hubo necesidad de usar explosivos para la parte superior.

Fue necesario también transportar el material para poderlo

botar en parte para un terraplén y en parte para botarlo directamente al Río.

La distancia que había que transportarlo era de 200 metros y se dispuso suficientemente de decauville de 70 cm. de ancho de vía y wagonetas de ~~una~~ yarda cúbica de capacidad, manejadas cada una por tres hombres, pues era la única manera de obtener la velocidad requerida para que la Pala no perdiera tiempo esperándolas. Además la Empresa carecía de locomotoras apropiadas.

Se disponía de 8 wagonetas y la instalación se hizo con doble línea unidas por switches de manera que mientras por una línea venían las cargadas (4), por la otra regresaban las vacías. En estas condiciones se ^{ieron} obtuvo los siguientes precios:

	Jornales	Valor
1ª - Por transporte de material	806	1.307.67
2ª - Por removida del material	590	1.257.07
3ª - Por valor de aceites y grasas etc.		200.90
4ª - Por valor carbón gastado 1.480 kls.		770.60
5ª - Por reparación equipo	5	8.76
6ª - Pagado al Palero y personal de casilla		2.360.57

SUMA \$ 5.905.57

VALOR DEL METRO CUBICO

Por transporte	\$ 0.0915
Por removida	0.0866
Por materiales	0.0670
Por paleada	0.1627
	<hr/>
	\$ 0.40.78

Téngase presente que este costo sólo se refiere al gasto directo, pues falta agregarle lo que le corresponde por:

Amortización del capital que costó la Pala

Transporte de la Pala

Gastos generales Pala

El promedio obtenido para el metro cúbico de material movido por la Pala de vapor ha sido \$ 0.51

En los trabajos del F.C.T. de O. que están establecidos en la vertiente Occidental del Río Cauca siguiendo una dirección paralela a este Río, el problema de botadero para el material excavado ha sido fácil de resolver gracias a la vecindad tan próxima del Río.



Uno de los inconvenientes mas grandes con que ha tropezado el F.C.T. de O. para usar en sus trabajos maquinaria pesada, ha sido lo difícil del transporte.

Los trabajos en la Zona de Bolombolo Antioquia, que están situados en el centro de la República, alejados por muchos centenares de kilómetros de los Puertos marítimos, presentan serios problemas para el transporte sobre todo de la carga pesada.

Para el transporte de la Pala afortunadamente el F.C. de Antioquia prestó una ayuda valiosa transportando las piezas

desde Piedecuesta hasta La Planta en su Ferrocarril industrial y allí a La Mesa en camiones y caterpillar por la carretera que para su servicio había construido el mismo F.C. de Antioquia. Del Almacen en La Mesa había necesidad de llevarlas a 19 kilómetros, lugar en donde debía trabajar. Para este transporte se empleó el río, medio demasiado peligroso, pues sus continuos saltos son verdaderos peligros para la vida de los bogas y pérdida total de la carga.

Se construyeron grandes toletes de guaduas y en ellos se embarcó ^{aron} las piezas de la Pala.

Se comprenderá lo dificultoso y caro de este medio, más ante la necesidad de la máquina y la imposibilidad de emplear otro medio no se pudo hacer otra cosa.

Apesar de los mil inconvenientes que a toda empresa nueva se presentan, de lo dificultoso del transporte, los trabajos en el F.C.T. de O. han marchado a paso firme y rápido, bajo una organización sólida.

Lástima grande que las continuas crisis presupuestales, abarquen a esta Empresa que por su importancia y magnitud debía mirarse como algo indispensable para la vida de la República, y no convertirla en instrumento político, cuya vida ^{fluctua} ~~futura~~ al vaivén de los odios regionales y ante la ambición eleccionaria de nuestros dirigentes en el gobierno central.

Con la formación del Consejo Nacional de Vías, ya que está integrado por individuos verdaderos técnicos en Ingeniería y alejados de toda Lucha política, no es de dudar que la Empresa del Troncal de Occidente sea mirada como una vía de primera necesidad para la República; pues el problema vial del Occidente Colombiano sólo estará resuelto cuando las paralelas de acero unan los dos Mares.

F I N

