



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROCEDIMIENTOS DE MANTEO EN LA CONSTRUCCION
DE LUMBRERAS Y TUNELES**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

FRANCISCO LANDA ALVAREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO :

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	
DEFINICION DE MANTEO :	4
1. LAS LUMBRERAS Y SU PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO :	4
A) POR FLOTACIÓN	5
B) CON MUROS COLADOS "IN SITU"	6
C) EN ROCA	8
D) CON EXPLOSIVOS	11
2. REZAGA Y SU DEFINICIÓN.	12
3. MANTEO Y SU DEFINICIÓN.	15
CAPITULO 2	
DESCRIPCION E IMPORTANCIA DE UNA TECNICA ADECUADA DE MANTEO :	16
1. LIMITANTES DE LA OBRA.	16
2. CONSIDERACIONES PARA LA ELECCIÓN DE UN SISTEMA DETERMINADO.	17
3. SI SE FRENA UNA OBRA.	18
CAPITULO 3	
TECNICAS MAS USUALES DE MANTEO :	21
1. LA REZAGA EN OTRAS ACTIVIDADES.	21
2. ALGUNOS MÉTODOS.	22
CAPITULO 4	
APLICACIONES EN ALGUNAS OBRAS :	26

1.	LOS TÚNELES DEL METRO.	26
2.	LOS TÚNELES DEL DRENAJE PROFUNDO.	29
3.	LOS TÚNELES DEL COLECTOR SEMI-PROFUNDO IZTAPALAPA.	33
CAPITULO 5		
TORRES DE MANTEO :		
1.	MATERIAL NECESARIO.	39
2.	EQUIPO NECESARIO.	39
3.	PERSONAL NECESARIO Y MANTENIMIENTO.	40
CAPITULO 6		
COMPARACION ECONOMICA :		43
1.	COMPARACIÓN ECONÓMICA ENTRE UNA TORRE DE MANTEO SIN ALCANCÍA Y OTRA CON ALCANCÍA.	45
2.	COMPARACIÓN ECONÓMICA ENTRE UNA TORRE DE MANTEO Y UN SISTEMA DE BOMBEO DE MATERIAL.	46
CONCLUSIONES		48
BIBLIOGRAFIA		50

INTRODUCCION

LOS TÚNELES SON PASOS SUBTERRÁNEOS, QUE SE CONSTRUYEN CON EL OBJETO DE MANTENER LA CONTINUIDAD DE UNA VÍA DE COMUNICACIÓN, COMO PUEDE SER UNA CARRETERA, VÍAS DE FERROCARRIL, O INCLUSO HASTA CANALES DE NAVEGACIÓN; ENCONTRAMOS ESTE TIPO DE OBRAS EN TODO SISTEMA DE COMUNICACIÓN, PUES SE UTILIZAN PARA LIBRAR CORRIENTES FLUVIALES, COMO ES EL CASO DE FAMOSOS TÚNELES EN NUEVA YORK O EN DIFERENTES CIUDADES DE GRAN BRETAÑA, O PARA ATRAVESAR CERRANÍAS, COMO EN EL EDO. DE CHIHUAHUA U OTROS ESTADOS; TAMBIÉN SE UTILIZAN PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINAS DE TODO TIPO, PROBABLEMENTE ÉSTE HAYA SIDO EL ORIGEN DE ESTE TIPO DE OBRAS. MUY SIMILARES A LOS TÚNELES Y MUY COMUNES EN LA CONSTRUCCIÓN DE PRESAS, SON LAS DENOMINADAS GALERÍAS, DESTINADAS A LA CONDUCCIÓN DE DESAGÜES, SALTOS HIDRÁULICOS, ETC., SOLO QUE ÉSTAS SE ENCUENTRAN SUJETAS A LEYES HIDRÁULICAS, DE AHÍ SUS DIFERENTES NOMBRES.

LOS TÚNELES, DÍA A DÍA, SE VUELVEN UN TIPO DE -
CONSTRUCCIÓN MÁS COMÚN, POR ESO LA ATENCIÓN PRESTADA POR -
MUCHOS PROFESIONISTAS EN EL DESARROLLO DE CONSTANTES AVAN -
CES TECNOLÓGICOS PARA SU CONSTRUCCIÓN, LO QUE CONDUCE A -
QUE AHORA SEAN CONTEMPLADOS COMO UNA ALTERNATIVA DE CONS -
TRUCCIÓN CON MUCHAS VENTAJAS, PUES CON EL USO DE ESTA TEC -
NOLOGÍA MODERNA SE ABATE SU COSTO, Y ÉSTO SIN MENCIONAR EL
ABATIMIENTO DEL COSTO DEL PROYECTO EN GENERAL, DEBIDO AL -
AHORRO EN LA LONGITUD DE SU TRAZO, CON RESPECTO A LAS DE
OTRAS ALTERNATIVAS.

ESTE TIPO DE OBRAS LAS ENCONTRAMOS EN CARRETERAS -
Y MUY FRECUENTEMENTE EN VÍAS DE FERROCARRIL, PERO EN ZO -
NAS METROPOLITANAS, COMO ES EL CASO PARTICULAR DEL DIS -
TRITO FEDERAL, QUE DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS HA REGISTRADO
MUCHO AVANCE EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS SUBTERRANEAS O -
TÚNELES, TANTO PARA EL DRENAJE PROFUNDO DE LA CD. DE MÉ -
XICO COMO PARA LAS LÍNEAS SUBTERRANEAS DEL SISTEMA DE -
TRANSPORTE COLECTIVO METRO.

PARA ESTE PAR DE SISTEMAS, HAN SIDO CONSTRUÍDOS -
KILOMETROS DE TÚNELES EXTENDIDOS, BAJO UNA GRAN PARTE DE -
LA CIUDAD DE MÉXICO. EN ESTA TESIS SE ENCUENTRA EL DESA -

ROLLO DE UN ASPECTO PARTICULAR, PERO MUY IMPORTANTE, -
QUE ES LA REZAGA Y EL MANTEO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA -
EXCAVACIÓN, ESTANDO TOTALMENTE REFERENCIADO A LAS OBRAS -
DEL METRO Y DEL DRENAJE PROFUNDO DE LA CD. DE MÉXICO,

Capítulo I

DEFINICIÓN DE MANTEO.

PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN TÚNEL ES NECESARIA LA CONSTRUCCIÓN PREVIA DE OTROS COMPONENTES, QUE ME PARECE NECESARIO MENCIONAR, PARA ENTENDER MÁS FÁCILMENTE EL TEMA EN CUESTIÓN, Y QUE SERÁN EXPUESTOS A CONTINUACIÓN :

1. LAS LUMBRERAS Y SU PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

LAS LUMBRERAS SON POZOS CIRCULARES EXCAVADOS DESDE LA SUPERFICIE HASTA EL NIVEL DE PISO DEL TÚNEL, UNAS EXCAVADAS EN SUELOS Y OTRAS EN ROCAS, CON DIFERENTES DIÁMETROS, A LO LARGO DEL EJE DE TRAZO DEL TÚNEL Y SEPARADAS ENTRE SÍ DESDE 500 M. HASTA 2 O 3 Km. SEGÚN LO REQUIERA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO, BASADO EN CRITERIOS DE COSTO DE ACARREO TANTO DE MATERIAL EXCAVADO COMO DEL EQUIPO REQUERIDO.

DICHAS LUMBRERAS SIRVEN PARA LA INTRODUCCIÓN DEL -

EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN -
DEL TÚNEL, PARA DAR ACCESO Y SALIDA AL PERSONAL QUE EN ÉL
TRABAJA, ASÍ COMO PARA EXTRAER EL PRODUCTO EXCAVADO DU -
RANTE EL PROCESO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CÁRCAMOS DE -
BOMBEO PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA, EN CASO NECESARIO, PA -
RA VENTILACIÓN, ETC, Y UNA VEZ TERMINADA LA CONSTRUCCIÓN
DEL SISTEMA, SIRVE COMO ACCESO PARA LOS USUARIOS Y / O -
EQUIPO DE MANTENIMIENTO, SEGÚN SEA EL CASO.

ÉL CRITERIO A SEGUÍR PARA LA UBICACIÓN DE LAS LUM -
BRERAS, ES EL DE SATISFACER EL PROGRAMA DE EXCAVACIÓN, -
PRINCIPALMENTE, ASÍ COMO DE SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS
DE VENTILACIÓN Y FACILITAR EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DEL
SISTEMA.

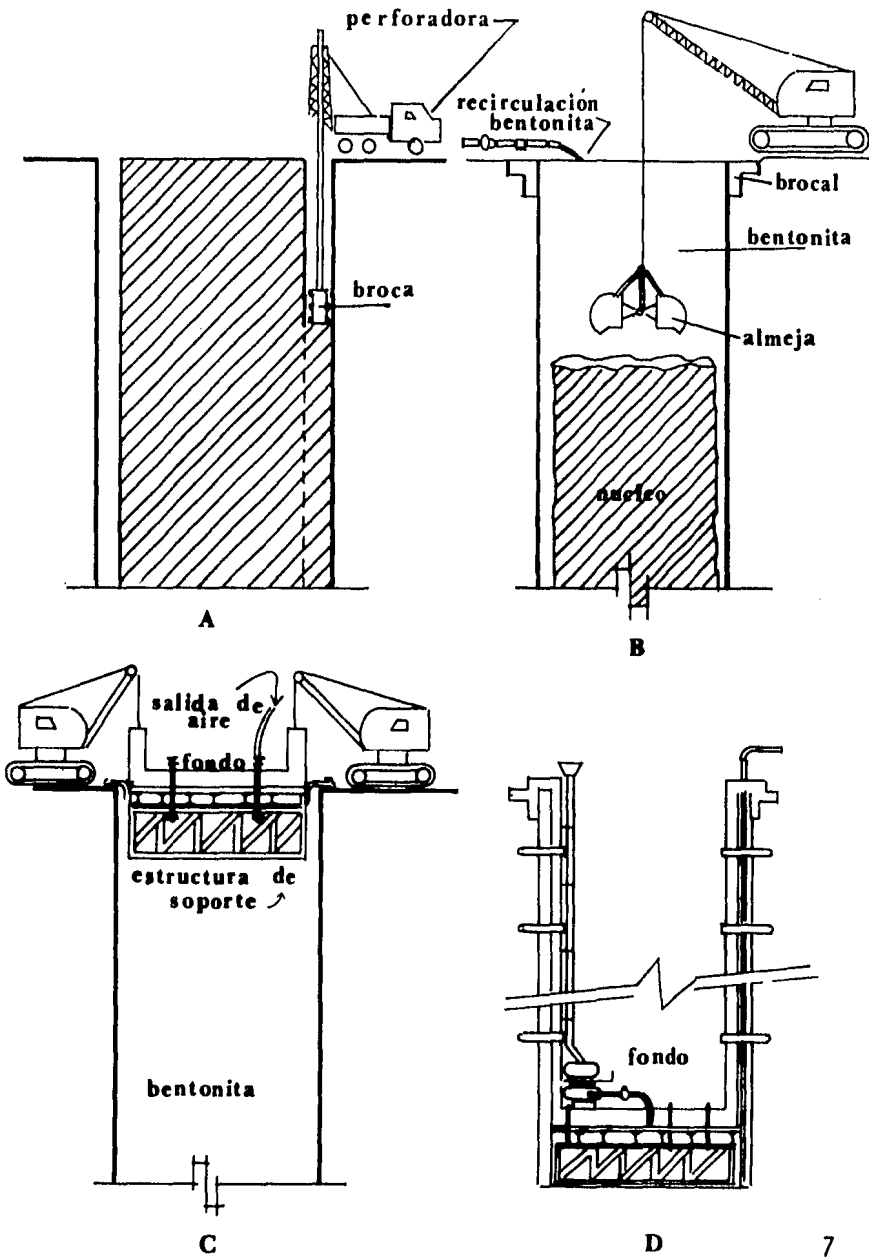
SU PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN ESTÁ REGIDO, AL
IGUAL QUE PARA EL TÚNEL, POR EL TIPO DE SUELO DE QUE SE -
TRATE, YA SEAN SUELOS O ROCA, DE AHÍ LA DIFERENCIA ENTRE
ALGUNOS DE ELLOS, QUE SE HAN UTILIZADO PARA LA CONSTRUC -
CIÓN DE LUMBRERAS, ALGUNOS DE LOS CUALES SE DESCRIBEN -
BREVEMENTE A CONTINUACIÓN :

A) POR FLOTACIÓN :

CONSISTE EN LA EXCAVACIÓN DE UN BROCAL PERIMETRAL REALIZANDO PERFORACIONES ADEMADAS CON LODOS BENTONÍTICOS, UNA VEZ COMPLETO EL ANILLO PERIMETRAL SE PROCEDE A EXCAVAR EL NÚCLEO DE LA LUMBRERA, MEDIANTE UNA DRAGA CON CUCCHARÓN DE ALMEJA, QUE VA EXTRAYENDO EL MATERIAL EXCAVADO, AL MISMO TIEMPO QUE SE RELLENA CON BENTONITA, EVITANDO ASÍ UNA FALLA DE FONDO. UNA VEZ EXCAVADA LA LUMBRERA, PERO LLENA DE LODOS BENTONÍTICOS, SE PROCEDE A COLAR EN LA SUPERFICIE UNA PARTE DE LOS MUROS LATERALES Y LA LOSA DE PISO DE LA LUMBRERA, LIGERAMENTE MENOR EN DIÁMETRO QUE LA EXCAVACIÓN, PARA PERMITIR QUE ESTA LOSA VAYA DESCENDIENDO EN LA LUMBRERA, FLOTANDO EN LOS LODOS BENTONÍTICOS Y PERMITIENDO COLAR LOS MUROS DE LA LUMBRERA, HASTA ASENTARLA EN EL FONDO, UNIENDO DICHA LOSA FLOTANTE AL PISO NATURAL, CON INYECCIONES DE CONCRETO.

B) CON MUROS COLADOS "IN SITU" :

OTRO PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LUMBRERA ES, UNA VEZ COLADO EL BROCAL, HACER CUATRO PERFORACIONES UTILIZANDO EL MISMO BROCAL COMO GUÍA, DESPUÉS SE EXCAVA UN CUADRANTE DE LA LUMBRERA CON UNA DRAGA CON ALMEJA GUIADA, FORMANDO UN PRISMA DE 16 LADOS IGUA-



EXCAVACION DE LUMBRERAS POR FLOTACION

EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN -
DEL TÚNEL, PARA DAR ACCESO Y SALIDA AL PERSONAL QUE EN ÉL -
TRABAJA, ASÍ COMO PARA EXTRAER EL PRODUCTO EXCAVADO DU -
RANTE EL PROCESO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CÁRCAMOS DE -
BOMBEO PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA, EN CASO NECESARIO, PA -
RA VENTILACIÓN, ETC, Y UNA VEZ TERMINADA LA CONSTRUCCIÓN
DEL SISTEMA, SIRVE COMO ACCESO PARA LOS USUARIOS Y / O -
EQUIPO DE MANTENIMIENTO, SEGÚN SEA EL CASO.

EL CRITERIO A SEGUÍR PARA LA UBICACIÓN DE LAS LUM -
BRERAS, ES EL DE SATISFACER EL PROGRAMA DE EXCAVACIÓN, -
PRINCIPALMENTE, ASÍ COMO DE SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS
DE VENTILACIÓN Y FACILITAR EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DEL
SISTEMA.

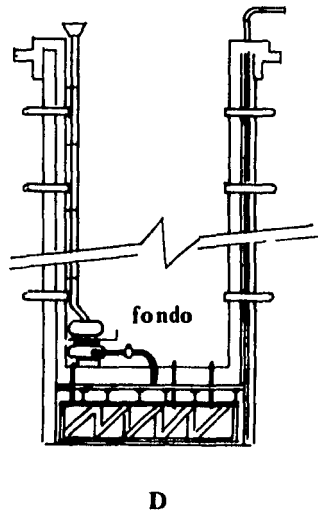
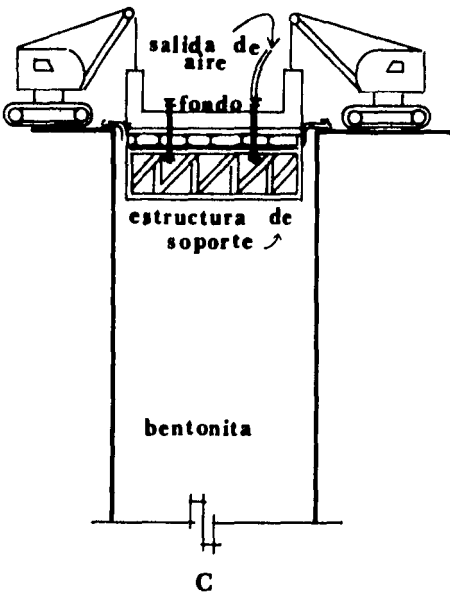
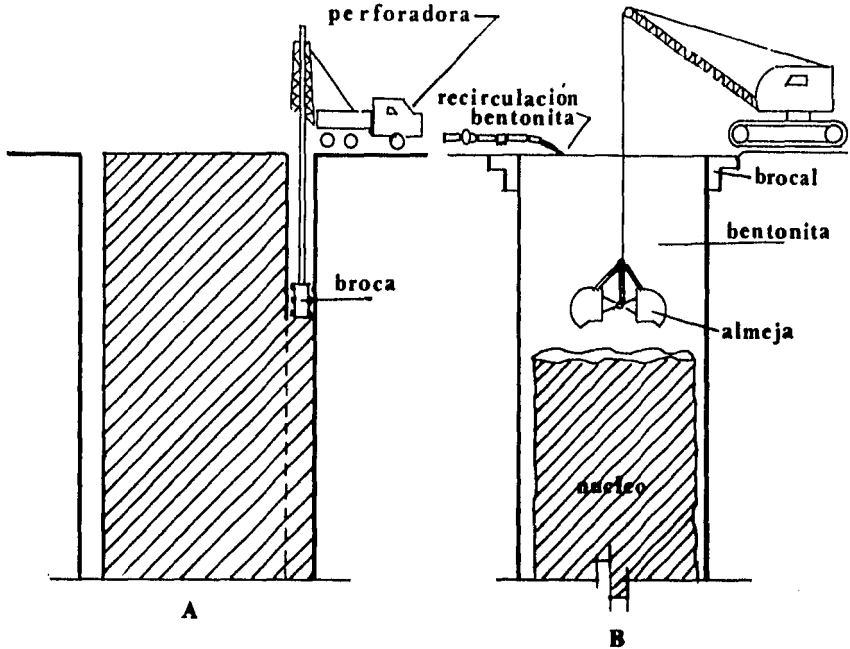
SU PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN ESTÁ REGIDO, AL
IGUAL QUE PARA EL TÚNEL, POR EL TIPO DE SUELO DE QUE SE -
TRATE, YA SEAN SUELOS O ROCA, DE AHÍ LA DIFERENCIA ENTRE
ALGUNOS DE ELLOS, QUE SE HAN UTILIZADO PARA LA CONSTRUC -
CIÓN DE LUMBRERAS, ALGUNOS DE LOS CUALES SE DESCRIBEN -
BREVEMENTE A CONTINUACIÓN :

A) POR FLOTACIÓN :

CONSISTE EN LA EXCAVACIÓN DE UN BROCAL PERIMETRAL REALIZANDO PERFORACIONES ADEMADAS CON LODOS BENTONÍTICOS, UNA VEZ COMPLETO EL ANILLO PERIMETRAL SE PROCEDE A EXCAVAR EL NÚCLEO DE LA LUMBRERA, MEDIANTE UNA DRAGA CON CUCHARÓN DE ALMEJA, QUE VA EXTRAYENDO EL MATERIAL EXCAVADO, AL MISMO TIEMPO QUE SE RELLENA CON BENTONITA, EVITANDO ASÍ UNA FALLA DE FONDO. UNA VEZ EXCAVADA LA LUMBRERA, PERO LLENA DE LODOS BENTONÍTICOS, SE PROCEDE A COLAR EN LA SUPERFICIE UNA PARTE DE LOS MUROS LATERALES Y LA LOSA DE PISO DE LA LUMBRERA, LIGERAMENTE MENOR EN DIÁMETRO QUE LA EXCAVACIÓN, PARA PERMITIR QUE ESTA LOSA VAYA DESCENDIENDO EN LA LUMBRERA, FLOTANDO EN LOS LODOS BENTONÍTICOS Y PERMITIENDO COLAR LOS MUROS DE LA LUMBRERA, HASTA ASENTARLA EN EL FONDO, UNIENDO DICHA LOSA FLOTANTE AL PISO NATURAL, CON INYECCIONES DE CONCRETO.

B) CON MUROS COLADOS "IN SITU" :

OTRO PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LUMBRERA ES, UNA VEZ COLADO EL BROCAL, HACER CUATRO PERFORACIONES UTILIZANDO EL MISMO BROCAL COMO GUÍA, DESPUÉS SE EXCAVA UN CUADRANTE DE LA LUMBRERA CON UNA DRAGA CON ALMEJA GUIADA, FORMANDO UN PRISMA DE 16 LADOS IGUA-

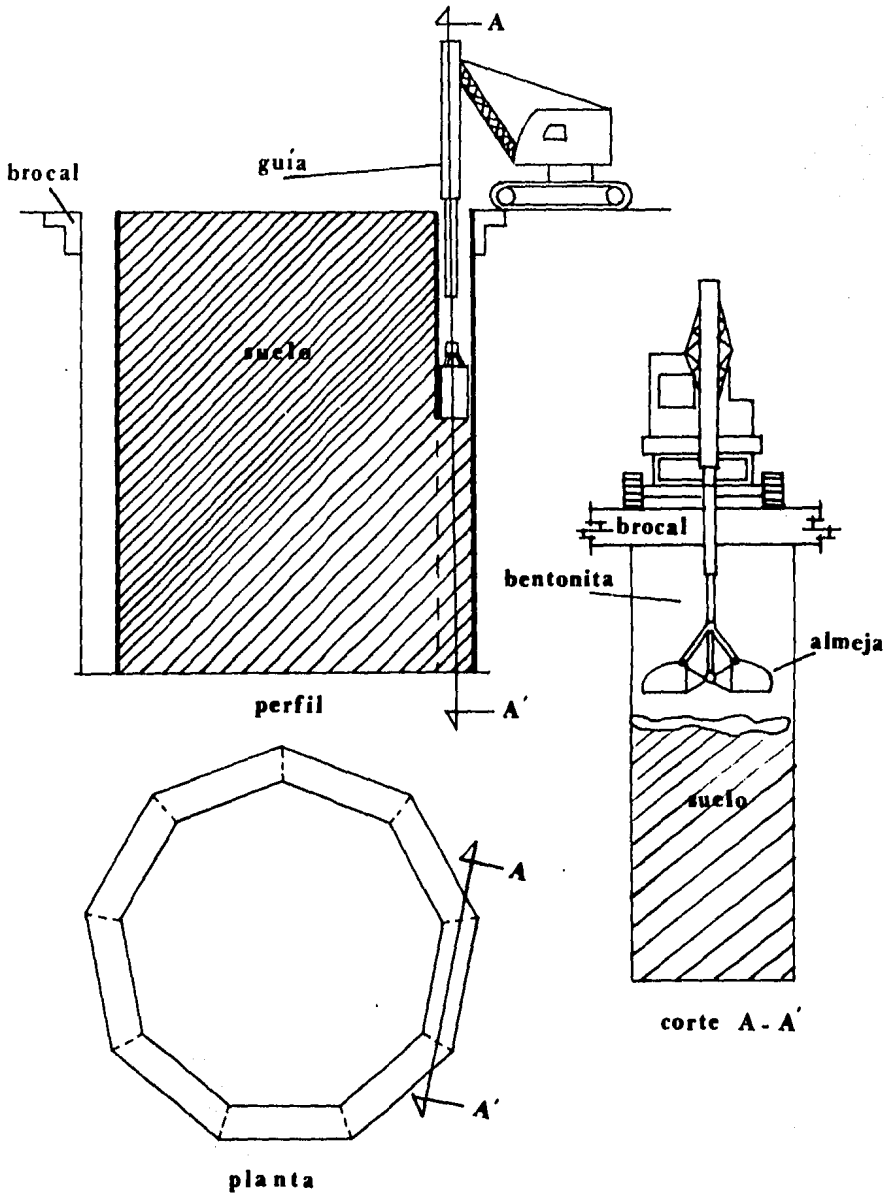


EXCAVACION DE LUMBRERAS POR FLOTACION

LES Y LLENANDO CADA UNO DE ESTOS LADOS CON LODOS BENTO -
NÍTICOS, PARA EVITAR EL CIERRE POR FALLA DE LAS PAREDES ;
UNA VEZ ALCANZADA LA PROFUNDIDAD DESEADA, SE INTRODUCE -
LA PARRILLA DE ACERO DE REFUERZO Y SE CUELA EL CUADRANTE
CON TROMPAS DE COLADO. SE PROCEDE IGUAL PARA LOS OTROS -
TRES CUADRANTES HASTA FORMAR LA LUMBRERA; POSTERIORMENTE,
SE EXCAVA EL NÚCLEO DE LA LUMBRERA, SIRVIENDO ASÍ LOS MU-
ROS COMO ADEME; FINALIZANDO ÉSTO, SE CUELA EL FONDO DE -
LA LUMBRERA, PARA TERMINAR.

c) EN ROCA :

ESTE MÉTODO ES UTILIZADO EN SUELOS MÁS FIRMES, -
COMO EN ROCA, EN DONDE POSTERIOR AL FRAGUADO DEL CONCRETO
DEL BROCAL, SE EXCAVA EL NÚCLEO HASTA LOS 2.0 M. DE PRO -
FUNDIDAD; A PARTÍR DE ESTE PUNTO, SE LLEVA UN SOPORTE -
TEMPORAL QUE, DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DEL TERRENO, -
PUEDE SER CON ANILLOS METÁLICOS, QUE GENERALMENTE SE LO -
GRA CON VIGUETAS I DE 6" RETACADOS CON MADERA, O BIEN, -
UNA CAPA DE CONCRETO LANZADO, CON ESPESOR DE 15 CM., AR -
MADO CON MALLA ELECTROSOLDADA DE 6" X 6". EL MATERIAL SE
EXCAVA CON MARTILLOS NEUMÁTICOS, PICOS Y PALAS, SE DE -
POSITA EN BOTES QUE SON IZADOS POR UNA GRÚA PARA SU EX -
TRACCIÓN DE LA ZONA DE ATAQUE, O BIEN, CON LA AYUDA DE -



UNA DRAGA CON CUCHARÓN DE ALMEJA, QUE VACÍA EN LOS CAMIONES QUE CONDUCIRÁN DICHO MATERIAL A BANCOS DE ALMACENAMIENTO, PREVIAMENTE DESIGNADOS.

PARA EL ADEME CON CONCRETO LANZADO, SE DEBE CONTAR CON UN CARRO MEZCLADOR TIPO TRIEXER, DE 6.0 m^3 DE CAPACIDAD, QUE REVUELVE LOS AGREGADOS PÉTREOS Y EL CEMENTO, DE ACUERDO AL PROPORCIONAMIENTO ESPECIFICADO Y QUE PASA A UNA LANZADORA DE 2" DE DIÁMETRO, HASTA EL CHIFLÓN DONDE SE LE AGREGA AGUA Y ADITIVO.

TERMINADA LA EXCAVACIÓN Y ADEME DE LA LUMBRERA, SE PROCEDE AL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE FONDO, PARA LO CUAL, EL CONCRETO SE BAJA UTILIZANDO UNA TUBERÍA Y UN TANQUE AMORTIGUADOR; ÉSTE ÚLTIMO, CON EL FIN DE REINTEGRAR EL CONCRETO, POR LA SEGREGACIÓN QUE PUDO HABER TENIDO EN LA BAJADA, O BIEN, CON UNA BACHA CONDUcida AL FONDO DE LA LUMBRERA, CON UNA GRÚA.

POSTERIORMENTE, SE PROCEDE AL ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO EN EL CUERPO DE LA LUMBRERA, QUE CONSTITUYE EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO Y QUE PUEDE SER COLADO CON UNA CIMBRA DESLIZANTE, DEJANDO UN ESPESOR DE CONCRETO DE

25 CM. ADICIONALES A LOS 15 CM. DEL CONCRETO LANZADO.

D) CON EXPLOSIVOS :

PARA EL CASO DE ROCA DE MAYOR DUREZA, SE PROCEDE AL USO DE EXPLOSIVOS POR MEDIO DE BARRENOS, LOGRANDO AVANCES ENTRE 0,8 Y 3,0 M. DE PROFUNDIDAD; SE EXTRAE EL MATERIAL DE FORMA SIMILAR AL MÉTODO ANTERIORMENTE DESCRITO Y SE LANZA CONCRETO PARA CONTAR CON ADEME EN LAS PAREDES, HASTA COMPLETAR LA EXCAVACIÓN DE LA LUMBRERA Y COLAR ASÍ EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO.

CABE MENCIONAR QUE, EN OCASIONES, SE LLEVA LA EXCAVACIÓN DE LA LUMBRERA A MAYOR PROFUNDIDAD, CON EL FIN DE ALOJAR EN DICHO EXCESO DE PROFUNDIDAD, LA ALCANCÍA, QUE SERVIRÁ POSTERIORMENTE PARA EFECTUAR EL MANTEO DEL MATERIAL, DICHO MÉTODO SE TRATARÁ MÁS AMPLIAMENTE EN EL CAPÍTULO 4.

2. REZAGA Y SU DEFINICIÓN.

UNA VEZ CONSTRUÍDA LA LUMBRERA, SE INTRODUCE EL MATERIAL, EQUIPO, HERRAMIENTAS Y PERSONAL NECESARIO PARA INICIAR LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL, YA SEA EXCAVANDO CON AYUDA DE MAQUINARIA Y PERSONAL O CON USO DE EXPLOSIVOS, SEGÚN SEA LO ESPECIFICADO EN EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL QUE SE TRABAJE.

SEA CUAL SEA EL MÉTODO CONSTRUCTIVO QUE SE UTILICE, HABRÁ MATERIAL REMANENTE QUE SE OBTIENE, CONFORME SE AVANZA EN LA EXCAVACIÓN; DICHO MATERIAL TIENE QUE SER EXTRAÍDO DEL TÚNEL, CON EL FIN DE DAR PASO AL EQUIPO Y AL REVESTIMIENTO MÍSMO DEL TÚNEL. A LA EXTRACCIÓN DEL MATERIAL, SE LE DÁ EL NOMBRE DE REZAGA DEL MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN.

LA REZAGA DEL MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN SE EXTRAE DEL TÚNEL, FUNDAMENTALMENTE, EN TRES OPERACIONES :

1. CARGA DEL MATERIAL EN EL FRENTE (POSTERIOR A LA VOLADURA O EXCAVACIÓN).
2. TRANSPORTE DEL MATERIAL DEL FRENTE DE EXCAVACIÓN A LA LUMBRERA.
3. MANTEO DEL MATERIAL.

ES NECESARIO RECORDAR QUE, IGUAL A TODA ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA, LAS OPERACIONES EN EL TUNELEO, VARÍAN DE ACUERDO A LAS NECESIDADES CONSTRUCTIVAS, A LAS HERRAMIENTAS DE TRABAJO, AL EQUIPO Y PRINCIPALMENTE, A LOS RECURSOS ECONÓMICOS CON QUE SE CUENTEN.

DEBIDO A ÉSTO, NO HAY UN MÉTODO UNIVERSAL DE REZAGA QUE SE UTILICE EN TODAS LAS OBRAS O EN TODOS LOS CASOS, SINO QUE SEGÚN LO REQUERIDO, SE ADOPTA UN SISTEMA QUE CUMPLA CON LO QUE SE NECESITE, COMO PUEDE SER UN DETERMINADO RENDIMIENTO DE MATERIAL REZAGADO, O QUE SE PUEDA INSTALAR EN ESPACIOS REDUCIDOS, FACILIDAD DE MANTENIMIENTO, QUE SU CICLO NO SE INTERRUMPA, QUE SEA MÓVIL, ETC., TAMBIÉN ES NECESARIO TENER EN CUENTA QUE LAS LONGITUDES DE ACARREO DEL MATERIAL O LAS LONGITUDES DE REZAGA, NO SON CONSTANTES NI SON LAS MÍSMAS, SINO QUE VAN CRECIENDO CONFORME AVANZA LA EXCAVACIÓN, AUNQUE SÍ SE CUENTA CON CIERTO RANGO QUE ES LA DISTANCIA EXISTENTE ENTRE LUMBRES. PARA OBTENER UNA IDEA MÁS EXACTA DE LOS MÉTODOS QUE SE PUEDEN ADAPTAR PARA REALIZAR LA REZAGA, SE MENCIONARÁN ALGUNOS MÉTODOS, LOS CUALES SERÁN AMPLIADOS EN EL CAPÍTULO 3.

ESTOS MÉTODOS SON : BANDAS TRANSPORTADORAS
VAGONETAS SOBRE RIELES METÁLICOS.
CAMIONES DE VOLTEO
BOTES METÁLICOS LLENADOS -
POR CARGADORES FRONTALES
TORNILLOS SIN FÍN
ETCÉTERA.

3. MANTEO Y SU DEFINICIÓN :

COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE, EL MANTEO ES UN PROCESO RELACIONADO CON LA EXTRACCIÓN DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN O REZAGA, Y SE REFIERE A LA ELEVACIÓN DE ESTE MATERIAL A TRAVÉS DE LA LUMBRERA, HASTA LA SUPERFICIE, FACILITANDO LA CARGA DEL MÍSMO, EN LOS CAMIONES QUE LO CONDUCIRÁN A UN LUGAR DE DEPÓSITO.

Capítulo 2

DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA DE UNA TÉCNICA ADECUADA DE MANTEO

1. LIMITANTES DE LA OBRA :

COMO YA HA SIDO MENCIONADO EN EL CAPITULO ANTERIOR, NO EXISTE UNA FORMA UNIVERSAL O CONVENCIONAL PARA REALIZAR LA REZAGA DEL MATERIAL EXCAVADO, POR LO TANTO, LOS MÉTODOS NO SE PUEDEN REDUCIR A SOLO UNO. ÉSTO SE DEBE PRINCIPALMENTE A QUE CADA OBRA CUENTA CON LIMITANTES DIFERENTES EN LO REFERENTE A RECURSOS ECONÓMICOS, MATERIALES, ESPACIO, LONGITUDES DE ACARREO, ETC., Y DEBIDO A QUE LA INGENIERÍA ES UNA ACTIVIDAD ECONÓMICA, SIEMPRE SE BUSCA LO QUE MÁS CONVENGA.

LO ANTERIOR SE MENCIONA, DEBIDO A QUE EN OCASIONES SE PODRÁ ESCOGER UN MÉTODO MÁS ELABORADO Y EN APARIENCIA MÁS CARO, PERO ÉSTO ES SOLO EN LO REFERENTE A LA INVERSIÓN INICIAL, YA QUE A LARGO PLAZO PUEDE DEBERSE A

QUE EL VOLUMEN DE MATERIAL REZAGADO SEA MAYOR, EL AVANCE DE LA OBRA ES MAYOR Y POR CONSIGUIENTE EL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE DICHA OBRA ES MENOR, LO QUE EN LA MAYOR PARTE DE LAS VECES REDUCE EL COSTO TOTAL DE LA MISMA.

2. CONSIDERACIONES PARA LA ELECCIÓN DE UN SISTEMA DETERMINADO :

DESPUÉS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS CON QUE SE CUENTA PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, EL PASO A SEGUÍR PARA LA ELECCIÓN DE UN PROCEDIMIENTO ADECUADO DE REZAGA Y DE MANTEO DE MATERIAL EXCAVADO, SE DEBEN ANALIZAR LOS VOLÚMENES QUE SE MANEJAN, ES DECÍR, QUÉ VOLUMEN ES EL QUE SE EXCAVA Y EN QUÉ TIEMPO, CON ÉSTO COMO DATO SE PUEDE YA TENER UNA IDEA DEL TIEMPO CON QUE SE CUENTA PARA EXTRAER EL MATERIAL.

ESTE PUNTO APARENTEMENTE CARECE DE MAYOR IMPORTANCIA Y PARECE SER UN PUNTO SIN TRASENDENCIA ALGUNA PARA LA OBRA EN SÍ, (DEBIDO A LO CUAL ME PARECIÓ INTERESANTE EXPRESAR TODOS ESTOS FACTORES EN UNA TESIS), PERO LA REALIDAD ES QUE PARA OBTENER UN MAYOR AVANCE EN LA EXCAVACIÓN ES NECESARIO REZAGAR O QUITAR DEL MISMO FRENTE TODO EL MATERIAL EXCAVADO, PUES SI SE JUNTA DEMASIADO MATERIAL EN

EL FRENTE DE EXCAVACIÓN ES IMPOSIBLE CONTINUAR, Y DE ESTA MISMA FORMA, SI SE REZAGA EL MATERIAL DEL FRENTE A LA LUMBRERA CON UN CICLO ADECUADO, PERO EL MANTEO DE DICHO MATERIAL ES MÁS LENTO, NOS VOLVEMOS A ENCONTRAR CON UN ALMACENAMIENTO DE MATERIAL, AHORA YA EN LA LUMBRERA, LO CUAL NOS SIGUE PRODUCIENDO PÉRDIDAS DE TIEMPO QUE NOS VAN FRENANDO LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

3. SI SE FRENA UNA OBRA :

SALE DE SOBRA AÑADIR QUE COMO EMPRESA CONSTRUCTORA, EL FRENAR UNA OBRA NOS PRODUCE PÉRDIDAS DE DINERO, YA QUE SE PAGA MÁS TIEMPO A OBREROS, A EQUIPO OCIOSO, POR EJEMPLO, SE FRENA EL EQUIPO Y PERSONAL DE EXCAVACIÓN MIENTRAS DESALOJAMOS EL MATERIAL DEL FRENTE, SI ÉSTO ES DEMASIADO PROLONGADO MANTENEMOS OCIOSO A EQUIPO Y PERSONAL MENCIONADOS Y QUE SIN EMBARGO, SIGUEN COSTANDO AL CONSTRUCTOR ; CIERTO ES QUE EN TODA OBRA EXISTEN RETRASOS ACCIDENTALES, PERO SI A ÉSTOS LES AÑADIMOS LOS PRODUCIDOS POR UNA MALA ELECCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, SE VAN AUMENTANDO LOS COSTOS AÚN MÁS.

DIGAMOS POR EJEMPLO, QUE PODEMOS ELEGIR ENTRE UNA ROSADORA CON BANDA TRANSPORTADORA QUE DEPOSITE EL MATERIAL

EXCAVADO DIRECTAMENTE EN VAGONETAS SOBRE RIELES O EN CAMIONES, CON LO CUAL SE PUEDAN EXCAVAR Y REZAGAR 6 m^3 EN 10 MIN. Y ADEMÁS SE REQUIERAN DOS PEONES PARA PALEAR EL MATERIAL EXCEDENTE O USAR UN CARGADOR FRONTAL CON EL QUE SE PUEDAN SOLAMENTE REZAGAR LOS MISMOS 6 m^3 EN 6 MIN., EN DICHO CASO, TAMBIÉN DEBEMOS CONSIDERAR QUE EN LA PRIMERA OPCIÓN, LA ROSADORA EXCAVA Y REZAGA AL MISMO TIEMPO MIENTRAS QUE EN LA SEGUNDA OPCIÓN, APARENTEMENTE MÁS RÁPIDA, SE DEBE INCLUIR EL TIEMPO EN EL QUE SE RETIRA EL EQUIPO DE EXCAVACIÓN PARA QUE EL CARGADOR TENGA ACCESO AL MATERIAL DE REZAGA Y LO MISMO PARA QUE, AL FINALIZAR EL CARGADOR, SE RETIRE Y VUELVA A SU LUGAR EL EQUIPO DE EXCAVACIÓN, SUMANDO ESTOS TIEMPOS, PUEDE QUE SE LLEGUE A UN TIEMPO TOTAL MAYOR AL DE LA PRIMERA OPCIÓN ; Y LO MISMO EN LA LUMBRERA, EN DONDE SE PUEDE ESCOGER ENTRE UNA ALCANCÍA DONDE SE JUNTE UN MAYOR VOLUMEN PARA SER EXTRAÍDO CADA DETERMINADO TIEMPO O BOTES EN LOS QUE SE EXTRAEN MENOS MATERIAL, PERO EN UN LAPSO MENOR, O CONSIDERAR UNA MAYOR INVERSIÓN PARA REZAGAR Y MANTEAR EL MATERIAL POR MEDIO DE BOMBAS, CON TUBERÍA DE ACERO Y LODOS BONTONÍTICOS. SOLO QUE UNA VEZ MÁS TENEMOS QUE VERIFICAR NUESTRA FACTIBILIDAD ECONÓMICA Y ESCOGER PROCEDIMIENTOS ADEMÁS DE CONVENIENTES, QUE SE COMPLEMENTEN ; NO SE

PUEDE PENSAR EN UN SISTEMA DE BOMBEO DE MATERIAL SI ÉSTE -
VA A SER EXCAVADO CON UN PAR DE MARTILLOS NEUMÁTICOS O AL-
REVÉS, USAR BOTES Y UNA GRÚA SI EL MATERIAL VA A SER EX -
CAVADO CON UN ESCUDO DE TIPO CERRADO. SE HACE LA ACLARA-
CIÓN DE QUE LOS VOLÚMENES Y TIEMPOS MENCIONADOS ANTERIOR -
MENTE NO SON REALES, SON SOLO PARA OBTENER UNA IDEA MÁS -
CLARA DEL PUNTO EN CUESTIÓN.

CAPITULO 3

TÉCNICAS MÁS USUALES DE MANTEO.

1. LA REZAGA EN OTRAS ACTIVIDADES :

EXISTEN TANTAS TÉCNICAS DE REZAGA Y DE MANTEO COMO LA IMAGINACIÓN PUEDA CREAR ; DE UNA FORMA MÁS SENCILLA DE EXPLICAR, SEGÚN LOS ASPECTOS PARTICULARES DE CADA OBRA, - SE ADAPTA UN SISTEMA QUE TIENE DE UNA O DE VARIAS IDEAS - QUE RESUELVAN EL PROBLEMA,

ALGUNOS DE ESTOS MÉTODOS, AUNQUE SIRVAN PARA LOS - MISMOS PROPÓSITOS, SON MÁS COMUNES EN OTRAS ACTIVIDADES - DIFERENTES A LAS DE CONSTRUCCIÓN, COMO ES EL CASO DE LA - MINERÍA O DE LAS PLANTAS INDUSTRIALES, EN DONDE ES NECESARIO VISUALIZAR QUE EL USO DEL EQUIPO PUEDE SER PARA UN - TIEMPO MAYOR, EN OCASIONES INDEFINIDO O TAMBIÉN SE PUEDE PENSAR EN LONGITUDES DE ACARREO CONSTANTES, SIEMPRE FI - JAS O EN VEZ DE SER UNA SOLA VÍA DEL TÚNEL, PUEDEN SER - VARIAS FORMANDO MUCHOS RAMALES, ETC.,

2. ALGUNOS MÉTODOS :

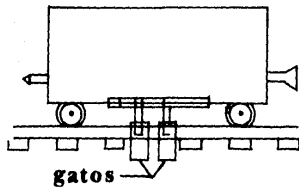
A) BANDAS TRANSPORTADORAS: DE GRAN USO EN MINAS, PLANTAS DE CONCRETO U OTRA INDUSTRIA, SITIOS DE CONSTRUCCIÓN COMO PRESAS Y TÚNELES Y SE USA, TANTO PARA RECORRER LONGITUDES HORIZONTALES COMO VERTICALES Y SU RENDIMIENTO PUEDE SER GRANDE, SEGÚN LA VELOCIDAD A LA QUE SE TRABAJE Y LAS DIMENSIONES DE LA O LAS BANDAS.

B) FUNICULARES: DE MAYOR USO EN MINERÍA Y PARA EL CUAL SE REQUIERE UNA MAYOR INVERSIÓN.

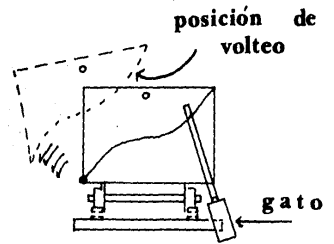
C) VAGONETAS: ÉSTAS PUEDEN SER SOBRE NEUMÁTICOS O SOBRE RUEDAS METÁLICAS Y RIELES, FÁCILMENTE ENGANCHABLES UNAS A OTRAS, A MANERA DE FERROCARRIL MINERO, PUE DEN SER DE CAJA FIJA O DE VOLTEO Y JALADAS POR UN TRACTOR O UNA LOCOMOTORA, SU CAPACIDAD ES VARIABLE Y DEBIDO A SUS DIMENSIONES SON MUY USADAS EN TÚNELES.

D) CARGADORES FRONTALES: PARA ESTE EQUIPO SE DEBEN MANEJAR LONGITUDES PEQUEÑAS DE ACARREO Y MAYOR ESPACIO PARA MANIOBRAS.

E) GRÚAS OSCILANTES Y BOGUES: MUY USADAS EN -



lateral



corte

VAGONETA DE REZAGA

LA CONSTRUCCIÓN DE CASAS Y EDIFICIOS DE POCOS NIVELES, -
PUES LA INVERSIÓN ES MÍNIMA, PERO SU RENDIMIENTO NO ES -
CONSIDERABLE EN CONSTRUCCIÓN PESADA.

F) TORNILLOS SINFIN: MÁS BIEN SON DE USO INDUS_ -
TRIAL, COMO PARTE DE OTRAS MÁQUINAS O EQUIPO.

G) BANDAS O CADENAS EN CÍRCULO CON CANJILONES -
ENGANCHADOS A ELLAS, FORMANDO UNA ESPECIE DE BANDA TRANS-
PORTADORA TOTALMENTE VERTICAL.

H) BOMBAS SUCCIONADORAS: SE EXPLICARÁN MÁS -
AMPLIAMENTE EN EL CAPITULO 4.

I) ELEVADORES: UN TIPO DE ÉSTOS SON LAS TORRES -
DE MANTEO, QUE TAMBIÉN SE EXPLICARÁN MÁS AMPLIAMENTE EN -
OTRO CAPITULO.

TODOS ESTOS MÉTODOS HAN SIDO MENCIONADOS CON EL -
FIN DE ADQUIRÍR UNA IDEA MÁS AMPLIA DE TODOS LOS MEDIOS -
QUE SE PUEDEN COMBINAR, CON EL FIN DE TRANSPORTAR MATERIA -
LES, LO CUAL PUEDE SER LA REZAGA DE UN PRODUCTO EXCAVADO
EN UN TÚNEL. ASÍ COMO ESTOS MÉTODOS, HAY O PUEDE HABER
MUCHOS MÁS Y QUE NOS PUEDEN SOLUCIONAR UN PROBLEMA -

AHORRÁNDONOS MUCHO TIEMPO Y DINERO.

Capítulo 4

APLICACIONES EN ALGUNAS OBRAS.

(EN LA Cd. de MÉXICO)

1. LOS TÚNELES DEL METRO :

AÚN DENTRO DE LAS OBRAS DEL METRO DE LA Cd. DE MÉXICO, SE OBSERVAN VARIANTES EN LOS SISTEMAS DE REZAGA Y MANTEO QUE UTILIZAN; SIN EMBARGO, EXISTE UN MÉTODO MUY COMÚN EN LA MAYORÍA DE ESTAS OBRAS Y CLARO, SIN DEJAR DE SER EL ÚNICO.

LOS MÉTODOS DE EXCAVACIÓN, QUE HASTA AHORA SE HAN OBSERVADO EN ESTAS OBRAS, SE REALIZAN EN SU MAYORÍA POR MEDIO DE ROSADORAS WESTFALIA Y MARTILLOS ROMPEDORES O COMO HA SIDO MENCIONADO EN EL CAP. 1, CON AYUDA DE EXPLOSIVOS.

Y LOS MÉTODOS DE REZAGA QUE SE REALIZAN CONFORME -

SE VAYA ATACANDO EL FRENTE DE LA EXCAVACIÓN, TAMPOCO ES -
UNO SOLO, ESTOS PROCEDIMIENTOS PODRÁN VARIAR, DEPENDIEN -
DO DE LOS RECURSOS DISPONIBLES EN OBRA O DE LAS MEJORAS -
QUE SE IMPLEMENTEN EN LA MISMA ; SIN EMBARGO, A GRANDES
RASGOS, LOS PRINCIPALES SON LOS SIGUIENTES :

A) LA REZAGA DEL MATERIAL SE DESALOJA POR MEDIO -
DE UN SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS, LAS QUE CUANDO -
LA LONGITUD DEL TÚNEL LO REQUIERE, DESCARGAN A BOTES MON -
TADOS SOBRE VAGONETAS; DICHS BOTES SE JALAN HASTA LA LUMBR
BRERA PARA SER IZADOS CON LA TORRE DE MANTEO O UNA GRÚA, -
DESCARGANDO DIRECTAMENTE LA REZAGA A LOS CAMIONES; DEN -
TRO DE LOS PRIMEROS VEINTE METROS DEL TÚNEL, LA REZAGA SE
HACE MANUALMENTE, DEBIDO AL REDUCIDO ESPACIO QUE EXISTE -
POR LA ESTRUCTURA DE ATAQUE,

B) CONFORME SE ATACA EL FRENTE DE LA EXCAVACIÓN, -
EL MATERIAL DE REZAGA SE VA DEPOSITANDO EN CAMIONES CON -
UNA CAPACIDAD DE 5 A 7 M³, YA SEA DIRECTAMENTE A TRAVÉS
DE UN CARGADOR FRONTAL O MEDIANTE UNA TOLVA, LOS QUE -
TRANSPORTAN EL MATERIAL HASTA EL FRENTE DE LA LUMBRERA, -
DONDE SE PROCEDE A VACIARLO EN LAS TOLVAS RECEPTORAS O AL -
CANCÍAS, COMO LAS QUE SE DETALLARÁN MÁS ADELANTE O EN SU

DEFECTO, SE MANTEA DIRECTAMENTE HASTA LA SUPERFICIE, MEDIANTE UNA DRAGA O MALACATE.

C) LA REZAGA DEL MATERIAL SE DESALOJA POR MEDIO DE UN CARGADOR DE DESCARGA LATERAL DE 2 m^3 APROXIMADAMENTE EL CUAL, A SU VEZ, DESCARGA DIRECTAMENTE A VAGONETAS MONTADAS SOBRE TRUCKS PARA VÍA.

LOS TRUCKS VÍA, SON JALADOS HASTA LA LUMBRERA POR LOCOMOTORAS, PARA POSTERIORMENTE IZAR LAS VAGONETAS CON UNA GRÚA, LAS CUALES, MEDIANTE LA TORRE DE MANTEO, DESCARGAN A LA TOLVA Y DE AHÍ A LOS CAMIONES.

D) EN OTRAS OCASIONES, QUIZÁ EN SU MAYORÍA, LA REZAGA ES EXTRAÍDA POR MEDIO DE UN CARGADOR FRONTAL DE DESCARGA LATERAL QUE DEPOSITA EL MATERIAL EN UNOS BOTES METÁLICOS DE 3.0 m^3 DE CAPACIDAD APROXIMADAMENTE ; DICHS BOTES SE ENCUENTRAN SOBRE LA PLATAFORMA DE UN CAMIÓN DIESEL : DOS BOTES EN CADA PLATAFORMA, LOS CUALES CONDUCCEN EL MATERIAL HASTA LA LUMBRERA, EN DONDE SON IZADOS A TRAVÉS DE ÉSTA POR LA TORRE DE MANTEO HASTA SU TOLVA, QUE DESCARGA DICHO MATERIAL DIRECTAMENTE A LOS CAMIONES.

2. LOS TÚNELES DEL DRENAJE PROFUNDO :

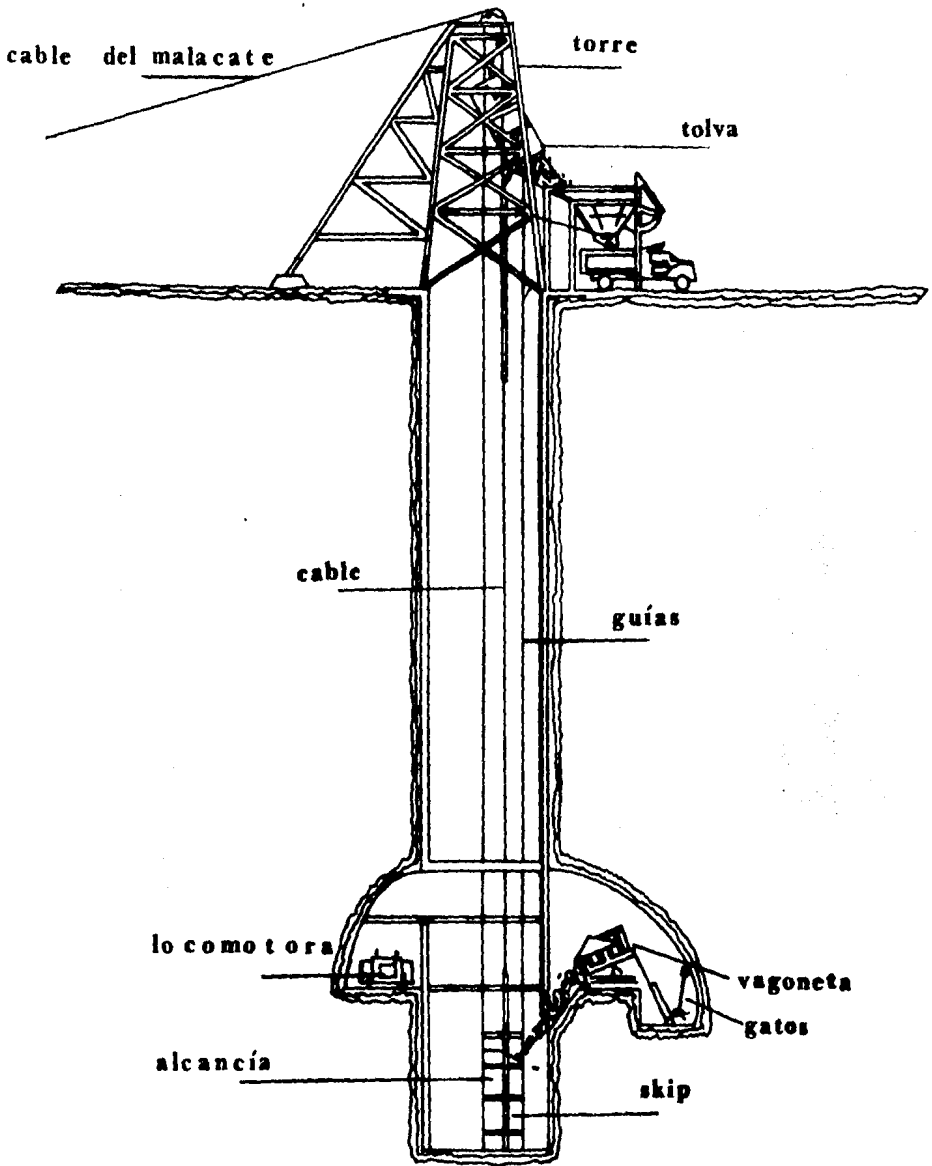
LA CARGA DEL MATERIAL EN EL FRENTE DE EXCAVACIÓN SE EFECTUÓ PRINCIPALMENTE POR CARGADORES CON CUCHARÓN DE DESCARGA LATERAL, DE UNA CAPACIDAD DE 2.0 m^3 APROXIMADAMENTE. LA VÍA SE COLOCABA DEL LADO IZQUIERDO DEL TÚNEL, DE TAL FORMA QUE EL CARGADOR CIRCULABA EN LA PARTE DERECHA DEL MISMO, CARGABA EL MATERIAL EN EL FRENTE Y HACÍA UN RECORRIDO DE APROXIMADAMENTE 60 M., DESCARGANDO EN LOS SEIS U OCHO CARROS DE UN TREN DE REZAGA; CADA CARRO TENÍA UNA CAPACIDAD DE 5 m^3 . A UNA DISTANCIA DE APROXIMADAMENTE 150 M. ATRÁS DEL FRENTE DE EXCAVACIÓN, SE LLEVABA UN CAMBIO CALIFORNIA, EN EL CUAL SE CAMBIABAN LOS CARROS LLENOS POR VACÍOS, PARA MANTENER EN EL FRENTE UN TREN COMPLETO DE CARROS; UNA VEZ LLENOS SE TRANSPORTABAN A LA LUMBRERA.

EN ALGUNAS ZONAS SE UTILIZARON REZAGADORAS SOBRE VÍA, EMPLEANDO EN IGUAL FORMA LOS CAMBIOS CALIFORNIA; EN ESTE CASO, SE LLEVABA LA VÍA AL CENTRO DEL TÚNEL Y LA REZAGADORA CARGABA CADA UNO DE LOS CARROS QUE COMPOÑÍAN EL TREN; LA REZAGADORA SE EMPLEABA EN COMBINACIÓN CON PISOS NAVAJO. PARA CAMBIAR LOS CARROS VACÍOS POR LLENOS, SE UTILIZARON EN ALGUNOS FRENTE, CAMBIADORES LATERALES Y CAM

BIADORES VERTICALES.

UNA VEZ CARGADOS LOS CARROS O VAGONETAS, UNA LOCOMOTORA LOS LLEVABA HASTA LA LUMBRERA, POR UNA VÍA DENTRO DEL TÚNEL. LLEGANDO A LA LUMBRERA, LOS CARROS DESCARGABAN MEDIANTE UN SISTEMA HIDRÁULICO DE DESCARGA AUTOMÁTICA Y EL MATERIAL CAÍA EN UNAS TOLVAS RECEPTORAS, LAS CUALES, A SU VEZ, DEJABAN EL MATERIAL AUTOMÁTICAMENTE EN EL EQUIPO DE MANTEO O SKIPS; PARA ELLO, LAS LUMBRERAS SE PROLONGARON MÁS ABAJO DEL PISO DEL TÚNEL, FORMANDO LAS LLAMADAS ALCANCÍAS DE LUMBRERA. EN ALGUNAS LUMBRERAS SE TENÍAN DOS SKIPS O BOTES DE MANTEO Y EN OTRAS, ÚNICAMENTE UNO.

LAS LOCOMOTORAS EMPLEADAS FUERON DE UNA CAPACIDAD DE 10 TON. Y EN ALGUNOS TRAMOS SE EMPLEARON LOCOMOTORAS HASTA DE 15 TON.; PARA EL EQUIPO DE MANTEO, LOS BOTES ELEVADORES O SKIPS SE SELECCIONARON PARA UNA CAPACIDAD APROXIMADAMENTE DE 5.0 m^3 . LOS MALACATES QUE TENÍAN DOBLE TAMBOR SE ACCIONABAN DE TAL FORMA QUE, CUANDO UN BOTE SUBÍA LLENO, EL OTRO BAJABA VACÍO AL MISMO TIEMPO; MIENTRAS UNO HACÍA LA DESCARGA EN LO ALTO DE LA TORRE EN LA SUPERFICIE DE LA LUMBRERA, EL OTRO ENTRABA EN LA ALCANCÍA DE



MANTEO CON ALCANCIA

LA PROPIA LUMBRERA PARA RECIBIR LA CARGA DE LAS VAGONETAS. EN LOS CASOS DONDE EL MALACATE NO SE TENÍA CON DOBLE TAMBOR, SE UTILIZÓ UN CONTRAPESO QUE NORMALMENTE SE EMPLEABA PARA BAJAR MATERIALES Y EN ALGUNOS CASOS PERSONAL, LOS MALACATES NORMALMENTE ESTABAN EQUIPADOS CON SWITCHES DE SEGURIDAD, QUE CORTABAN LA CORRIENTE, EN EL CASO DE EXCEDER UNA VELOCIDAD LIMITE PREFIJADA,

A LA ENTRADA DEL MATERIAL A LAS TOLVAS DE LA ALCANÍA DE LA LUMBRERA Y DE LAS TOLVAS EN LA SUPERFICIE, SE ENCONTRABAN REJILLAS PARA IMPEDIR EL PASO DE PIEDRAS MAYORES DE 20 CM., LAS CUALES SE ELIMINABAN Y SE ROMPIAN HASTA PRODUCIR UN MATERIAL CON PIEDRAS MENORES, DE 20 CM. DE DIMENSIÓN.

EN EL CASO DE SUBIR LOS BOTES O SKIPS LLENOS, BAJANDO EL OTRO BOTE VACÍO, SE UTILIZABA EL PROPIO MOTOR DEL MALACATE, EN TANTO QUE CUANDO SE TENÍAN QUE BAJAR MATERIALES, PRINCIPALMENTE LOS MARCOS DE ACERO Y EL BOTE DE SUBIDA IBA VACÍO, SE UTILIZABA EL FRENO.

3. LOS TÚNELES DEL COLECTOR SEMI-PROFUNDO IZTAPALAPA:

ESTA OBRA SE ENCUENTRA ACTUALMENTE EN CONSTRUCCIÓN, SE LOCALIZA EN LA PARTE ORIENTE DE LA CD. DE MÉXICO, A UN COSTADO DE LA CENTRAL DE ABASTOS Y POR SUS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, ES UNA OBRA ACTUALMENTE ÚNICA Y MUY IMPORTANTE A NIVEL LATINOAMERICANO.

PARA ESTA OBRA, DEBIDO A SU LOCALIZACIÓN, SE MANEJAN ARCILLAS CON UN MUY ALTO CONTENIDO DE AGUA, DEL 300 Y HASTA 400 % Y SU EXCAVACIÓN HA SIDO EFECTUADA POR MEDIO DE UN ESCUDO DE TIPO CERRADO, CON UN AVANCE APROXIMADO DE 200 M³ DIARIOS.

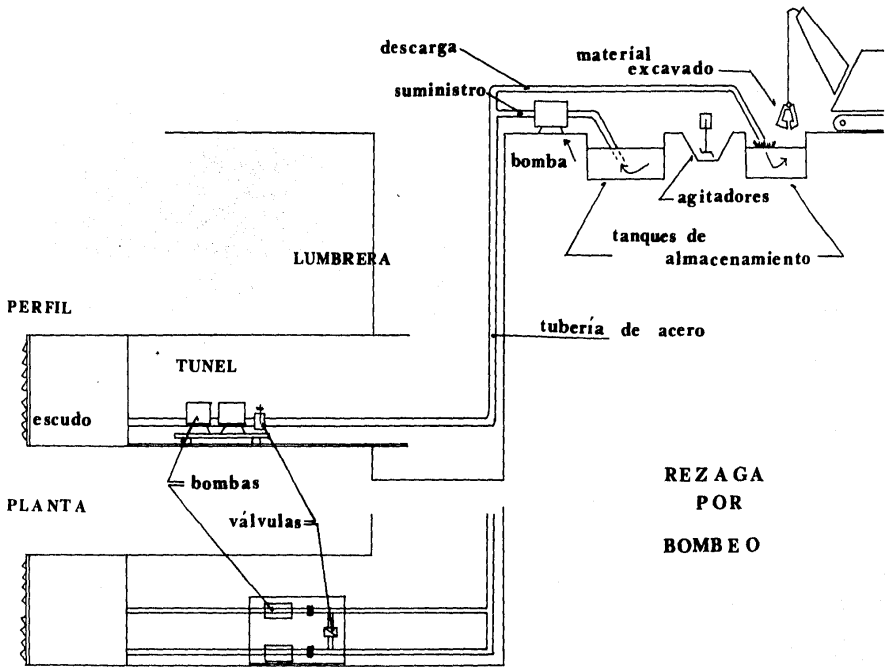
EN ESTA OBRA, EL PROCEDIMIENTO EMPLEADO PARA LA REZAGA Y EL MANTEO DEL MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN, ES MUY DIFERENTE A LOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS, PUES SE REALIZA POR BOMBEO.

EL MATERIAL EXCAVADO QUE YA CUENTA CON UN GRAN CONTENIDO DE AGUA, ES MEZCLADO EN EL FRENTE DE EXCAVACIÓN CON LODOS BENTONÍTICOS, EN UNA ZONA PRESURIZADA SITUADA EXACTAMENTE EN LA PARTE POSTERIOR DEL PLATO DEL ESCUDO, ADONDE LLEGA EL LODO BENTONÍTICO CON LA AYUDA DE UNA BOMBA SITUA

DA JUNTO AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO, EN LA SUPERFICIE Y -
OTRA SITUADA UNOS CINCUENTA METROS DETRÁS DEL ESCUDO; UNA -
VEZ MEZCLADO CON EL MATERIAL EXCAVADO, ES SUCCIONADO NUEVA
MENTE POR OTRA BOMBA SITUADA PARALELAMENTE A LA DE SUMINIS
TRO Y QUE CONDUCE EL MATERIAL HASTA EL EXTERIOR DE LA LUM -
BRERA ATRAVÉS DE TUBOS DE ACERO DE 6" DE DIÁMETRO Y EN O -
CASIONES CON LA AYUDA DE OTRA U OTRAS BOMBAS SUPLEMENTA -
RIAS.

CONFORME AVANZA LA EXCAVACIÓN, SE VAN AÑADIENDO -
SEGMENTOS DE TUBO DE 6 M. DE LARGO, INMEDIATAMENTE ANTES -
DE LAS BOMBAS DE SUMINISTRO Y DE DESCARGA, QUE SE ENCUEN -
TRAN MONTADAS SOBRE UN TRUCK PARA VÍA, AL IGUAL QUE LAS -
VÁLVULAS QUE AYUDAN A AÑADIR SEGMENTOS DE TUBO.

EL MATERIAL QUE ES EXTRAÍDO, SE DEPOSITA EN UN TAN -
QUE DE ALMACENAMIENTO SITUADO A UN LADO DE LA LUMBRERA, -
EN LA SUPERFICIE Y QUE CONSTA DE VARIAS SECCIONES : LA PRI
MERA ES EN DONDE SE DESCARGA EL MATERIAL Y SE DEJA EN REPO -
SO, PARA QUE LOS SÓLIDOS SE SEDIMENTEN Y SEAN EXTRAÍDOS -
DEL TANQUE POR MEDIO DE UNA DRAGA QUE LO DESCARGA EN LOS CA
MIONES; POR GRAVEDAD, EL AGUA CON ALGO DE SÓLIDOS DISUEL -
TOS EN ELLA, PASA A OTRA SECCIÓN EN DONDE SE LE AGREGA A -
GUA TRATADA Y SE CONDUCE A TRAVÉS DE UNOS MEZCLADORES PARA



DARLE LA DENSIDAD ADECUADA CON BENTONITA, ENTRE 1.04 Y -
1.06 Y TERMINA EN UN TANQUE DESDE DONDE ES NUEVAMENTE BOM -
BEADO AL SISTEMA.

LOS GASTOS DEL MATERIAL QUE SE MANEJAN SON DE 2.9 -
 m^3 / MIN. A LA ENTRADA Y DE 3.5 m^3 / MIN. A LA SALIDA, -
APROXIMADAMENTE, PERO LÓGICAMENTE PUEDEN VARIAR SI SE AU -
MENTA O SE DISMINUYE LA VELOCIDAD DE EXCAVACIÓN DEL ESCUDO,

EL PROCEDIMIENTO DE REZAGA Y MANTEO EMPLEADO EN -
ESTA OBRA, ES MUY AVANZADO Y PRESENTA MUCHAS VANTAJAS CON -
RESPECTO A OTROS SISTEMAS, ASÍ COMO CIERTOS INCONVENIENTES
COMO PODRÍA LLEGAR A SER EL COSTO INICIAL. DE ESTA MANERA
YA NO SE REQUIERE UNA TORRE DE MANTEO, PUES TODO EL MATE -
RIAL ES EXTRAÍDO A TRAVÉS DE LOS TUBOS, LO CUAL PERMITE UN
ASPECTO DE OBRA MUCHO MÁS LIMPIO Y UN AMBIENTE EN EL IN -
TERIOR MENOS CONTAMINADO; ADEMÁS, CON LA AYUDA DEL TABLE -
RO DE CONTROL DE BOMBAS, SE VUELVE INNECESARIO TANTO PER -
SONAL EN LA LUMBRERA Y EN EL EXTERIOR.

CON ESTE MÉTODO, HAN SIDO DESCRITOS LOS MÉTODOS DE
REZAGA Y DE MANTEO MÁS COMÚNMENTE UTILIZADOS EN LA CD. DE

MÉXICO Y COMO ES DE NOTAR, CADA UNO TIENE SUS VENTAJAS -
ASÍ COMO SUS DESVENTAJAS.

CAPITULO 5

TORRES DE MANTEO.

LAS TORRES DE MANTEO UTILIZADAS EN LAS OBRAS DEL METRO Y DEL DRENAJE DE LA CD. DE MÉXICO, SON ESTRUCTURAS METÁLICAS CONSTRUIDAS CON VIGUETAS Y VARILLAS DE ACERO, COLUCADAS A UN LADO DE LA LUMBRERA O ENCIMA DE ELLA, CON EL PROPÓSITO DE EXTRAER MATERIAL EXCAVADO E INTRODUCIR O EXTRAER EQUIPO, PERSONAL O MATERIALES.

A ESTAS TORRES DE MANTEO LES ES ADAPTADO ALGÚN SISTEMA, GENERALMENTE UNA TOLVA, QUE RECIBE EL MATERIAL DE LOS BOTES Y LO DEPOSITA DIRECTAMENTE EN LOS CAMIONES DE VOLTEO QUE SE LLEVARÁN EL MATERIAL; A SU VEZ, LOS BOTES QUE SON MANTEADOS, CUENTAN CON UNOS PERNOS EXCÉNTRICOS EN EL EXTERIOR, QUE AL APOYARSE EN UNOS SOPORTES CON FORMA DE Y SE VOLTEAN AUTOMÁTICAMENTE PARA VACIAR EL MATERIAL, UNA VEZ QUE HAYA DESCENDIDO LA TOLVA, SE VACÍA, SE ELEVA NUEVAMENTE Y SE VUELVE A DESCENDER EL BOTE A TRAVÉS DE LA LUMBRERA.

1. MATERIAL NECESARIO :

EL MATERIAL NECESARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE DE MANTEO DEPENDE OBTIAMENTE DE SU ALTURA, LA CUAL, VARÍA CON LAS NECESIDADES ENTRE 5 Y 10 METROS GENERALMENTE ÉSTA ES CONSTRUÍDA CON VIGUETAS I, VARILLAS DE ACERO, SOLDADAS O ATORNILLADAS Y LA TOLVA RECEPTORA DE MATERIAL, FABRICADA CON PLACAS DE ACERO Y MONTADA SOBRE UNAS BISAGRAS O TORNILLOS QUE LE PERMITEN GIRAR CON LA AYUDA DEL MALACATE DE UNA TONELADA.

2. EQUIPO NECESARIO :

ESENCIALMENTE SE REQUIERE UN MALACATE CON UNA CAPACIDAD SUFICIENTE PARA ELEVAR LOS BOTES O SKIPS CON MATERIAL ES DECÍR, DE APROXIMADAMENTE 15 TONELADAS, ESTE MALACATE SE COLOCA UNOS METROS ATRÁS DE LA TORRE DE MANTEO EN UNA CASETA, CON SUS CABLES DE ACERO PASANDO POR UNA POLEA SITUADA EN LA PUNTA DE LA TORRE DE MANTEO Y QUE BAJAN POR LA LUMBRERA, EN EL EXTREMO DE ESTOS CABLES SE ENCUENTRAN ADAPTADOS UNOS GRILLETES, QUE SUJETAN A LOS SKIPS PARA SU MANTEO.

ADEMÁS, ES INDISPENSABLE UN CABRESTANTE DE UNA TONELADA, ES DECÍR, UN MALACATE DE POCA CAPACIDAD QUE SIRVE

PARA COLOCAR LA TOLVA RECEPTORA EN POSICIÓN, CUANDO SE -
ENCUENTRA EL SKIP ARRIBA Y REGRESARLO A LA HORA DE BAJAR -
EL SKIP. ÉSTE CABRESTANTE ES COLOCADO ARRIBA DE LA TOLVA,
SOBRE LA TORRE Y ES CONTROLADO DESDE LA TORRE MISMA O DESDE
LA CASETA DEL MALACATE.

TAMBIÉN, ES INDISPENSABLE CONTAR CON UN SISTEMA DE
COMUNICACIÓN ENTRE LA CASETA DE CONTROLES Y EL FONDO DE LA
LUMBRERA, CON EL FIN DE DAR AVISO AL OPERADOR DEL MALACATE
DE EMPEZAR CON EL MANTEO, DESPUÉS DE HABER ENGANCHADO LOS -
GRILLETES A LOS SKIPS O PARA EL CASO DE CUALQUIER EMERGEN-
CIA.

ESTE PROBLEMA DE COMUNICACIÓN HA SIDO RESUELTO EN -
LA MAYORÍA DE LAS OBRAS DEL METRO, CON UN TIMBRE ELÉCTRICO
COMÚN Y CORRIENTE CON LA CAMPANA INSTALADA EN LA TORRE O EN
LA CASETA DEL MALACATE.

3. PERSONAL NECESARIO Y MANTENIMIENTO :

PARA LA OPERACIÓN DE LA TORRE DE MANTEO EN TODO SU
CICLO, ES NECESARIA LA COLABORACIÓN DEL SIGUIENTE PER -
SONAL :

- 1 OPERADOR DEL MALACATE, QUE SE ENCUENTRA -
DENTRO DE LA CASETA EN LA SUPERFICIE.
- 1 OPERADOR DE CABRESTANTE, QUE SE ENCUENTRA
EN LA TORRE OPERANDO Y AYUDANDO AL MALACATE
RO.
- 2 PEONES PARA ENGANCHAR Y DESENGANCHAR LOS -
GRILLETES A LOS SKIPS EN EL FONDO DE LA -
LUMBRERA.
- 1 PEÓN PARA LA LIMPIEZA DEL MATERIAL QUE SE -
ALCANZA A CAER O QUE SE ENCUENTRA SOBRE LA
PLATAFORMA DEL CAMIÓN O LA ALCANCÍA.
- 1 PEÓN PARA QUE OPERE EL TIMBRE DE COMUNI -
CACIÓN Y AYUDE CON LA LIMPIEZA.

EN TOTAL, SUMAN SEIS TRABAJADORES PARA LA OPERA -
CIÓN DE LA TORRE DE MANTEO, E INDEPENDIENTEMENTE AL RESTO
DEL PERSONAL REQUERIDO PARA LA REZAGA DEL FRENTE A LA LUM -
BRERA. LO MISMO, TODO EL MATERIAL Y EQUIPO MENCIONADOS EN
LOS INCISOS 1 Y 2, QUE SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LA TORRE -
DE MANTEO EN PARTICULAR.

EN LO REFERENTE AL MANTENIMIENTO, UNA VEZ PINTADA -
LA ESTRUCTURA METÁLICA Y DADO A QUE SU USO ES POR TIEMPO LI

MITADO, EL MANTENIMIENTO SE EXTIENDE SÓLO AL NECESARIO -
PARA EL MALACATE, EL CABRESTANTE, LA BISAGRA DE LA TOLVA Y -
LA POLEA DE LA PUNTA Y EL DE LAS ÚLTIMAS TRES PARTES, SE -
TRATA EXCLUSIVAMENTE DE UNA ENGRASADA CADA VEZ QUE SEA NE -
CESARIO. EN CUANTO AL MALACATE, LO ESPECIFICADO POR SUS -
CONSTRUCTORES, LUBRICACIONES, CAMBIOS DE ACEITE Y REFAC -
CIONES, ETC.,

Capítulo 6

COMPARACIÓN ECONÓMICA.

EN LA PRESENTE COMPARACIÓN ECONÓMICA, SE PRETENDE -
SOLAMENTE OBTENER UNA IDEA MUY SUBJETIVA DE LA DIFERENCIA -
EN COSTOS ENTRE UNO U OTRO PROCEDIMIENTO DE MANTEO, SE REA -
LIZA DE UNA FORMA MUY SENCILLA Y MUY AISLADA, PUES DEBIDO -
A QUE EN LA ELECCIÓN DE UNO U OTRO PROCEDIMIENTO INTERVIE -
NEN MUCHOS FACTORES PARTICULARES A DETERMINADAS OBRAS; EN
ESTA COMPARACIÓN SOLO SE INCLUYE LO REFERENTE AL MANTEO DEL
MATERIAL, NO SE CONSIDERA NADA REFERENTE A REZAGA, NI LON -
GITUDES DE ACARREO O ALTURAS DE MANTEO, NI EQUIPO DISPO -
NIBLE.

EN EL PRIMER INCISO, SE TRATA LA COMPARACIÓN ENTRE
UNA TORRE DE MANTEO SENCILLA, UTILIZANDO BOTES METÁLICOS -
DE 3 m^3 DE CAPACIDAD Y UNA TORRE SIMILAR, SOLO QUE ÉSTA -
CON UN SISTEMA DE ALCANCÍA Y BOTES DE 5 m^3 DE CAPACIDAD.

LOS DATOS REFERENTES AL COSTO HORARIO DEL EQUIPO -
FUERON RECOPIADOS ENTRE ALGUNOS FABRICANTES O DE ALGUNOS -
INGENIEROS DE OBRAS DEL METRO DIRECTAMENTE, LO MISMO QUE -
LOS RENDIMIENTOS DE CADA UNO DE LOS PROCEDIMIENTOS.

1. COMPARACIÓN ECONÓMICA ENTRE UNA TORRE DE MANTEO SIN ALCANCÍA Y UNA TORRE DE MANTEO CON ALCANCÍA :

TORRE DE MANTEO Y BOTES DE 3 M³.

TORRE DE MANTEO CON ALCANCÍA, MALACATE DE DOBLE TAMBOR Y SKIPS DE 5 M³.

A. EQUIPO : \$ / Hr.

1 MALACATE DE 15 Ton.....1,250.00
 1 CABRESTANTE, 1 Ton..... 300.00
 * 2 BOTES DE 3 M³..... 20.00

1 MALACATE 20 Ton.....1,900.00
 1 CABRESTANTE 1 Ton.... 300.00
 * 2 SKIPS DE 5 M³.....
 * 1 REJILLA DE 10 M²..... 150.00
 * 1 TOLVA ALCANCÍA.....

B. PERSONAL : \$ / Hr.

1 OPERADOR MALACATE..... 270.00
 1 OPERADOR CABRESTANTE... 270.00
 4 PEONES..... 720.00

1 OPERADOR MALACATE.... 270.00
 1 OPERADOR CABRESTANTE. 270.00
 2 PEONES..... 360.00

SUMAS 2,830.00

3,250.00

C. RENDIMIENTO DEL PROCEDIMIENTO : M³ / Hr.

SE TIENEN : 3 M³ / 14 MIN.
 SUPONIENDO UN PROCESO CONTÍNUO:
 12.8 M³ / Hr.

5 M³ / 9 MIN.
 33.33 M³ / Hr.

D. COSTO DEL METRO CÚBICO MANTEADO : \$ / M³

\$ 2,830.00 / Hr.

12.8 M³ / Hr.

\$ 221.10 / M³

\$ 3,250.00 / Hr

33.33 M³ / Hr.

\$ 97.50 / M³

* SE SUPONE EL COSTO TOTAL DIVIDIDO ENTRE SEIS MESES CON JORNADA DE OCHO HORAS DIARIAS.

2. COMPARACIÓN ECONÓMICA ENTRE UNA TORRE DE MANTEO SENCILLA Y UN SISTEMA DE BOMBEO DE MATERIAL :

	TORRE DE MANTEO	SISTEMA DE BOMBEO
A.	EQUIPO : \$ / Hr.	
	1 TORRE DE MANTEO..... 700.00	2 BOMBAS IMPULSORAS..... 1,200.00
	1 MALACATE DE 15 TON., 1,250.00	* 1 CÁRCAMO DE 50 M ³ 140.00
	1 CABRESTANTE, 1 TON., 300.00	* 100 M.L. TUBO 6"..... 125.00
	* 2 BOTES DE 3 M ³ 20.00	
B.	PERSONAL : \$ / Hr.	
	1 OPERADOR MALACATE.... 270.00	2 OPERADORES..... 540.00
	1 OPERADOR CABRESTANTE. 270.00	
	4 PEONES..... 720.00	
	SUMAS <u>3,530.00</u>	<u>2,005.00</u>
C.	RENDIMIENTO DEL PROCEDIMIENTO : M ³ / DÍA.	
	100 M ³ / DÍA	200 M ³ / DÍA
D.	COSTO DEL METRO CÚBICO MANTEADO : \$ / M ³ .	
	<u>\$ 3,530.00 / Hr. (8 Hr.)</u>	<u>\$ 2,005.00 / Hr. (8 Hr.)</u>
	100 M ³ / DÍA	200 M ³ / DÍA
	\$ 282.40 / M ³	\$ 80.20 / M ³

* SE HACE LA MISMA CONSIDERACIÓN QUE EN LA HOJA ANTERIOR.

DESPUÉS DEL ANÁLISIS ANTERIOR ES NECESARIO ADEMÁS, TENER EN CUENTA OTROS PUNTOS QUE VAN A FAVOR O EN CONTRA - DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS, ÉSTO ES, POR EJEMPLO, QUE - LA INVERSIÓN INICIAL QUE SE TIENE QUE EJECUTAR PARA CUAL - QUIERA DE LOS TRES PROCEDIMIENTOS ANTERIORMENTE CONSIDERA - DOS NO ES LA MISMA, ES REALIDAD VARÍA CONSIDERABLEMENTE.

OTRA CUESTIÓN ADICIONAL, ES QUE EN EL SEGUNDO - CASO SE PODRÍA DECÍR QUE LA COMPARACIÓN ES ABSURDA, DEBI - DO A QUE UN MÉTODO SE USA PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIAL SECO, MIENTRAS QUE EL OTRO MÉTODO SE USA PARA LA EXTRAC - CIÓN DE MATERIAL CON UN MUY ALTO CONTENIDO DE AGUA, COMO ES EL CASO DEL DRENAJE SEMI-PROFUNDO DE IZTAPALAPA ; EN OTRAS PALABRAS, ESTOS PROCEDIMIENTOS NO SIRVEN PARA LAS - MISMAS CONDICIONES, PERO COMO FUÉ MENCIONADO DESDE UN - PRINCIPIO ; EL PRESENTE ANÁLISIS SOLO SIRVE PARA OBTENER UNA IDEA, EN CUANTO A COSTOS.

ADEMÁS DE LO ANTES MENCIONADO, ES TAMBIÉN DE CON - SIDERACIÓN, EL COSTO DE ALGUNO DE ESTOS SISTEMAS CUANDO - SE ENCUENTRA OCIOSO, O TAMBIÉN, LO REFERENTE A LOS SISTE - MAS DE REZAGA Y DE EXCAVACIÓN QUE SE ESTÉN TRABAJANDO, SUS CICLOS Y RENDIMIENTOS, QUE DEBEN SER COMPATIBLES,

CONCLUSIONES.

UNA VEZ DESCRITO UN AMPLIO PANORAMA EN CUANTO A -
PROCEDIMIENTOS DE MANTEO Y A LA ELECCIÓN DE ALGUNO EN PAR -
TICULAR, CABE SINTETIZAR ALGUNAS DE LAS IDEAS MÁS IMPOR -
TANTES QUE SE HAN TRATADO DE EXPONER A LO LARGO DE ESTE -
TRABAJO.

EN PRIMER LUGAR, SE DEBE TENER CONCIENCIA DE QUE
NO EXISTE UN PROCEDIMIENTO UNIVERSAL DE MANTEO, NI DE RE -
ZAGA, AL CUAL NOS PODAMOS AJUSTAR Y SIEMPRE SEGUÍR, POR -
LO QUE SIEMPRE DEBAMOS PENSAR EN TODOS LOS MEDIOS FACTI -
BLES PARA DICHO FIN. EN CADA OBRA NOS ENCONTRAMOS CON -
ASPECTOS PARTICULARES DIFERENTES A LOS DE OTRAS OBRAS, -
COMO SON LA TOPOGRAFÍA O LA MECÁNICA DE SUELOS, ETC., Y -
EL PROCEDIMIENTO A ELEGÍR, ES EL QUE VA DE ACUERDO A DI -
CHOS ASPECTOS PARTICULARES DE LA OBRA.

UN SEGUNDO ASPECTO, ES EL EQUIPO QUE SE ENCUEN -
TRA DISPONIBLE DE OTRAS OBRAS YA TERMINADAS, COMO EMPRESA
CONSTRUCTORA, O INCLUSIVE, NUESTRA FACTIBILIDAD ECONÓMICA
EN CASO DE TENER QUE RENTAR O ADQUIRIR ALGÚN EQUIPO NUEVO
Y EL TIEMPO DE SERVICIO QUE SE LE PRETENDE DAR A DICHO -
EQUIPO.

FINALMENTE, DEBEMOS RECORDAR QUE LA REZAGA Y EL -
MANTEO NO PUEDEN SER CONSIDERADOS AISLADAMENTE Y QUE, -
COMO TODO, DEBEN SER ADECUADAS PARA LAS DEMÁS ACTIVIDADES
PRINCIPALMENTE PARA LA EXCAVACIÓN ; POR LO QUE DEBE CON -
SIDERARSE UN PROCEDIMIENTO QUE TAMBIÉN VAYA DE ACUERDO CON
TODOS ESTOS SUB-SISTEMAS, POR ASÍ LLAMARLOS, SIN TENER -
QUE FRENAR A NADIE.

POR CONSIGUIENTE, EN BASE A TODAS ESTAS IDEAS, ES
FÁCIL NOTAR QUE NO SE PUEDE CONCLUIR UN PROCEDIMIENTO QUE
CONTENGA LOS PASOS QUE SE DEBEN SEGUIR PARA LLEGAR A LA -
ELECCIÓN DE UN SISTEMA DE REZAGA Y DE MANTEO ; SIN EMBAR-
GO, CON ESTAS MISMAS IDEAS SE PUEDE PENSAR EN TENER UNA -
IDEA UN POCO MÁS AMPLIA DE LO QUE DEBEMOS PROCURAR, AL -
BUSCAR UN PROCEDIMIENTO DE MANTEO.

BIBLIOGRAFIA .

MEMORIAS DE LAS OBRAS DEL SISTEMA DE DRENAJE
PROFUNDO, TOMO III.
D. D. F.

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN
ESCUELA NACIONAL DE INGENIERÍA
C. U.

CURSO SOBRE TÚNELES
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES
A. M. I. T. O. S.

DIVERSAS ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO PARA LA
EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES
I. S. T. M. E. Y COVITUR

TUNNELLING PROCEDURES
JACK E. SMITH