



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
- ACATLAN -

“ APLICACION DE ALTA TECNOLOGIA EN EL USO DE
EXPLOSIVOS EN LA INGENIERIA CIVIL ”

T E S I S

Que para obtener el Titulo de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a

JOSE ANTONIO SANCHEZ ALDANA GARCIA

Acatlán, Edo. de México

1993



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

I N D I C E

CAPITULO 1

I.	BREVE HISTORIA DE LOS EXPLOSIVOS	1
I.I	HISTORIA.....	3
I.II	DINAMITAS.....	5
I.III	NITRATO DE AMONIO.....	6
I.IV	EXPLOSIVOS PERMISIBLES.....	7
I.V	CAPSULAS FULMINANTES Y ESTOPINES ELECTRICOS.....	7
I.VI	PETN.....	8
I.VII	OTROS EXPLOSIVOS.....	9
I.VIII	NUEVOS EXPLOSIVOS.....	10
I.IX	AGENTE EXPLOSIVO (ANFO).....	11

CAPITULO II

II.	ROMPIMIENTO DE ROCA Y DESPLAZAMIENTO POR EL METODO DE LOS EXPLOSIVOS	12
II.I	LOS MECANISMOS DE ROTURA.....	13

CAPITULO III

III.	EL EXPLOSIVO COMO ARMA IMPORTANTE DE TRABAJO EN EL DESARROLLO DE TRABAJOS EN LA INGENIERIA CIVIL	20
III.I	GENERALIDADES.....	22
III.II	CONSTRUCCION DE CAMINOS.....	23
III.III	DEMOLICION DE EDIFICIOS.....	25
III.IV	LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.....	26
III.V	DEMOLICIONES BAJO EL AGUA.....	26
III.VI	ESTIMULACION DE POZOS DE AZUFRE.....	27
III.VII	FRACTURA DE COQUILAS.....	28
III.VIII	PLASTEOS.....	29

CAPITULO IV

IV.	DESCRIPCION DE LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU USO EN LA INGENIERIA CIVIL	30
IV.I	DIVISION DE LOS EXPLOSIVOS.....	31
IV.II	PROPIEDADES DE LOS EXPLOSIVOS.....	31
	IV.II.I MEZCLAS MECANICAS.....	31
	IV.II.II COMPUESTOS QUIMICOS.....	32
IV.III	EXPLOSIONES.....	32

IV.IV	CARACTERISTICAS DE LOS EXPLOSIVOS.....	33
IV.IV.I	VELOCIDAD.....	33
IV.IV.II	POTENCIA.....	34
IV.IV.III	DENSIDAD.....	34
IV.IV.IV	RESISTENCIA AL AGUA.....	35
IV.IV.V	HUMO.....	35
IV.IV.VI	SENSIBILIDAD Y SENSITIVIDAD.....	35
IV.IV.VII	CONFINAMIENTO.....	36
IV.V	AGENTES EXPLOSIVOS.....	36
IV.VI	ARTIFICIOS O DISPOSITIVOS PARA INICIACION.....	38
IV.VII	DISPOSITIVOS PARA INICIACION NO ELECTRICOS.....	38
IV.VII.I	MECHA.....	38
IV.VII.II	IGNITACORD Y CONECTORES TH.....	38
IV.VII.III	FULMINANTES.....	39
IV.VII.IV	CORDON DETONANTE.....	39
IV.VII.V	CONECTORES MS-NONEL PARA PRIMACORD.....	40
IV.VII.VI	ESTOPIN NONEL.....	40
IV.VIII	DISPOSITIVOS PARA INICIACION ELECTRICA.....	42
IV.VIII.I	ESTOPIN ELECTRICO.....	42
IV.IX	ACCESORIOS.....	43
IV.IX.I	PINZAS ENGARGOLADORAS.....	43
IV.IX.II	MAQUINA EXPLOSORA.....	43
IV.IX.III	GALVANOMETRO.....	43
IV.IX.IV	VOLTIMETRO.....	44

CAPITULO V

V.	APLICACION DE LOS EXPLOSIVOS EN LOS DIFERENTES CAMPOS PARA MOVIMIENTO DE MATERIALES	45
V.I	DISEÑO DE EXCAVACION EN UN TUNEL DE SECCION PORTAL.....	47
V.II	DISEÑO DE TUNEL EN SECCION CIRCULAR.....	57
V.III	PROCEDIMIENTO DE EXCAVACION DE UN VERTEDOR.....	62
V.IV	TUNEL DE DESVIO.....	82
V.V	DISEÑO DE UN TUNEL DE CONDUCCION SECCION HERRADURA.....	87
V.VI	APLICACION DEL SISTEMA DE EMULSIONES A GRANEL.....	90
V.VII	ESTIMULACION DE POZOS DE AZUFRE POR MEDIO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, FISURACION DE ESTRATOS CALIZA-AZUFRE.....	129
V.VIII	DEMOLICION DE EDIFICIOS.....	148

CAPITULO VI

VI.	COSTEABILIDAD CON EL USO DE EXPLOSIVOS	173
VI.I	EXCAVACIONES.....	174
VI.I.I	EXCAVACION DE CAVERNAS (CASA DE MAQUINAS Y TRANSFORMADORES).....	175
VI.I.II	EXCAVACION DE GALERIA DE OSCILACION.....	183
VI.I.III	EXCAVACION DE LUMBRERAS.....	189
VI.I.IV	EXCAVACION DE TUNELES.....	193

	VI.I.V	EXCAVACION DE DENTELLONES.....	199
	VI.I.VI	EXCAVACION GALERIA.....	202
	VI.I.VII	CUBICACION EN BANCO DE EXCAVACIONES.....	215
VI.II		CARGA DE EXPLOSIVO Y VOLADURA.....	225
VI.III		EXCAVACION CON TRACK-DRILL.....	228

CAPITULO VII

VII.	EQUIPO PARA EL MANEJO Y CARGA DE EXPLOSIVOS, SISTEMAS DE CARGA		233
VII.I	CARGA DE LOS BARRENOS.....		234
	VII.I.I	CARGA CON ATACADOR.....	235
	VII.I.II	CARGADORAS DE AIRE COMPRIMIDO.....	238
VII.II	CARGA BAJO EL AGUA.....		246
VII.III	CARGADORAS PARA EXPLOSIVOS EN FORMA DE MATERIALES SUELTOS (ANFO).....		248
VII.IV	CARGA A GRANEL.....		252

CAPITULO VIII

VIII.	CARGA DE FONDO Y CARGA DE COLUMNA		254
VIII.I	CARGA DE FONDO.....		255
VIII.II	CARGA DE COLUMNA.....		256
VIII.III	VELOCIDADES ESTABLES DEL ANFO.....		257
VIII.IV	CALCULO DEL PESO DEL EXPLOSIVO EN LA COLUMNA.....		260
VIII.V	CALCULO DEL ESPACIO EN LA ROCA DEL BARRENO QUE SE DENOMINA TACO O TAPON Y QUE HA DE QUEDAR SIN CARGA DE EXPLOSIVO.....		261
VIII.VI	NUEVA TECNOLOGIA.....		264

CAPITULO IX

IX.	REGLAS DE SEGURIDAD CUANDO SE MANEJAN EXPLOSIVOS.....		265
IX.I	SEGURIDAD EN VOLADURAS.....		266
IX.II	TIPO DE PERSONAL.....		266
IX.IIII	VIGILANDO EL AREA DE VOLADURAS.....		267
IX.IV	ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL.....		268
IX.V	RETROALIMENTACION.....		269
IX.VI	ANUNCIOS.....		270
IX.VII	REGLAS DE SEGURIDAD Y REGULACIONES.....		270
IX.VIII	EL USUARIO OCASIONAL.....		270
IX.IX	TAMAÑO DE LA BRIGADA DE LA VOLADURA.....		270
IX.X	ACTITUD.....		271
IX.XI	REGRESANDO AL AREA DE VOLADURA.....		271
IX.XII	GASES, HUMO Y POLVO.....		272
IX.XIII	MINAS SUBTERRANEAS.....		272
IX.XIV	DISPAROS QUEDADOS.....		273
IX.XV	EN CASO DE FALLA.....		273
IX.XVI	RAZONES FRECUENTES DE FALLA.....		274

IX.XVII	PREPARACION EN EL AREA DE VOLADURA.....	275
IX.XVIII	INSTRUCCIONES Y ADVERTENCIAS.....	276

CAPITULO X

X.	EFFECTOS DE LA VIBRACION	285
X.I	DIRECCION DE ONDAS.....	288
X.II	PARAMETROS DE LA ONDA.....	288
X.III	GOLPE DE AIRE.....	291
X.IV	ANALISIS DE LAS VIBRACIONES.....	291
X.V	CRITERIO DE DAÑO.....	292

CONCLUSIONES.....	299
-------------------	-----

BIBLIOGRAFIA.....	301
-------------------	-----

OBJETIVO DE TESIS

COMO ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO TUVE LA GRAN OPORTUNIDAD DE APRENDER Y OBTENER UNA DISCIPLINA QUE ME PERMITIERA TERMINAR MIS ESTUDIOS PARA LLEGAR A SER INGENIERO CIVIL.

EL OBJETIVO DE MIS MAESTROS FUE SIEMPRE EL ENSEÑARME TANTO LO ELEMENTAL DESDE UN PRINCIPIO COMO LA INFORMACION Y ENSEÑANZA ADELANTADA Y AL DIA PARA QUE COMO ESTUDIANTE LOGRASE APRENDER LO MAS Y LO MEJOR DEL PERIODO DE ENTRENAMIENTO POR EL CUAL PASAMOS LOS QUE HEMOS PODIDO SER CONSTANTES. CON SU GUIA HEMOS CAPITALIZADO PARA PASAR DE UNA OBLIGACION A UNA CONVICCION LOGRADA.

ES DIFICIL A TEMPRANA EDAD TENER OBJETIVOS MUY DEFINIDOS, SIN EMBARGO AL TERMINAR LOS ESTUDIOS HEMOS LOGRADO SENTIRNOS QUE PODREMOS COMPARTIR EL FUTURO CON LOS QUE HAN APRENDIDO UNA DISCIPLINA EN LA UNIVERSIDAD, TRATAREMOS DE SUPERARNOS, DESPUES DEBEREMOS DE SER COMPETITIVOS, LA VIDA NOS DARA LAS OPORTUNIDADES, NOSOTROS BUSCAREMOS LOS RETOS A LOGRAR.

EL OBJETIVO EN MI TESIS HA SIDO, DESPUES DE INTERESANTES Y DUROS AÑOS DE APRENDIZAJE Y AHORA DE APLICACION Y RETOS, EL LOGRAR UNA CAPACITACION, EXPERIENCIA Y ESPECIALIDAD, EL DE QUE ME PERMITA TÉCNICAMENTE EXPONER EN ESTE CASO CONOCIMIENTOS QUE PUEDAN SER UTILES, TECNICAS QUE HAN DE DARSE A CONOCER DESDE LA FABRICACION HASTA LA APLICACION PRECISA DE LOS EXPLOSIVOS, LA INGENIERIA CIVIL ESTA INTIMAMENTE LIGADA A LAS VOLADURAS DE LAS ROCAS, A LOS DESPLAZAMIENTOS DE GRANDES O PEQUEÑOS VOLUMENES DE PIEDRA, DE FISUTACION DE ESTRATOS BAJO TIERRA, DE VOLADURAS DE GRANDES PIEZAS, DE DEMOLICIONES, A LA CONSTRUCCION DE TODO TIPO DE OBRAS EN DONDE LA BASE DEBERA SER CIMENTADA O EXCAVADA POR EL PRINCIPIO DE LOS EXPLOSIVOS.

EL OBJETIVO EN DETALLE Y AMPLITUD DE MI TESIS ES EN PARTE EL AFAN DE DIFUNDIR LA EXPERIENCIA QUE SE VA LOGRANDO EN LOS AVANCES EN EL CAMPO DE EXPLOSIVOS Y SU APLICACION TECNICA PARA EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA DEL MISMO.

LA FINALIDAD Y EL OBJETIVO PRINCIPAL EN ESTA TESIS QUE PRESENTO ES DE CUMPLIR CON UN REQUISITO Y CORRESPONDER A MI UNIVERSIDAD CON LOS CONOCIMIENTOS QUE HE ADQUIRIDO OFRECIÉNDOLOS VERTIDOS EN ESTA PARA COMPLEMENTAR UNA ESPECIALIDAD DE LA INGENIERIA CIVIL QUE PUEDA SER UTIL AL ESTUDIANTADO Y AL QUE CON SU AFAN Y DEDICACION PENETRE EN ESTE CAMPO INTERESANTE DE LOS EXPLOSIVOS Y SU UTILIZACION.

CAPITULO I

I. BREVE EXPOSICION DE LOS EXPLOSIVOS

- I.I HISTORIA
- I.II DINAMITAS
- I.IIII NITRATO DE AMONIO
- I.IV EXPLOSIVOS PERMISIBLES
- I.V CAPSULAS O FULMINANTES Y ESTOPINES ELECTRICOS
- I.VI PETN
- I.VII OTROS EXPLOSIVOS
- I.VIII NUEVOS EXPLOSIVOS
- I.IX AGENTE EXPLOSIVO (ANFO)

I. I HISTORIA

EL FUEGO GRIEGO. LA POLVORA NEGRA. LA MECHA DE SEGURIDAD PARA MINAS.

LA HISTORIA NOS INFORMA QUE EL FUEGO GRIEGO FUE PRIMERAMENTE UTILIZADO POR UNA FLOTA BIZANTINA CONTRA LA FLOTA ARABE POR EL AÑO DE 668 AD. LA AUTORIDAD A CONCLUIDO QUE EL FUEGO GRIEGO FUE POSIBLEMENTE UNA MEZCLA DE NAFTA. AZUFRE Y ALGUN CARBURANTE.

EL NITRATO DE POTASIO ERA DESCONOCIDO HASTA EL AÑO DE 1225.

PARA EL AÑO 1250 LOS ARABES LO MEZCLARON CON EL FUEGO GRIEGO PARA CAUSAR UN INCENDIO O UNA LLAMARADA SUMAMENTE FUERTE. EL NITRATO DE POTASIO LO CONOCIERON LOS CHINOS POR EL AÑO DE 1218 AD.

ROGER BACON (1214-1244) DESCRIBIO PRIMERO LA PREPARACION DE LA POLVORA NEGRA. SIN EMBARGO EL DESARROLLO DE ESTA POLVORA TUVO QUE ESPERAR A LA INVENCION DEL CAÑON POR BERTHOLD SCHWARTZ. DURANTE LOS SIGUIENTES 300 AÑOS LA POLVORA NEGRA FUE USADA PARA COHETES, JUEGOS PIROTECNICOS Y COMO PROPULSORA DE LOS MISMOS.

LA POLVORA NEGRA, COMO FUE INDICADO ANTERIORMENTE, FUE USADA EN LA MINERIA. EN LAS MINAS DE SCHEMNITZ EN OBERBIBERSTOLLEN, HUNGRIA, POR EL AÑO DE 1617, Y POCO TIEMPO DESPUES EN LA MINA DE CORNWALL, INGLATERRA, ANTES DE ESTOS TIEMPOS PARA LA MINERIA Y LA CONSTRUCCION SE UTILIZABA EL PICO, LA PALA, EL MARRO, BARRAS Y CUÑAS MINERALES. TIEMPO DESPUES SE AMPLIO EN SUIZA EL CAMINO LLAMADO ALBULA EN 1696. LA POLVORA NEGRA FUE USADA PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA.

EN 1675 FUERON CONSTRUIDAS EN EL NORTE DE AMERICA LAS PRIMERAS PLANTAS DE POLVORA NEGRA PARA PODER ASEGURAR SU ABASTECIMIENTO Y CUBRIR SUS NECESIDADES, YA QUE SE TENIAN DIFICULTADES DE PROVEERSE DEL VIEJO MUNDO.

TAN PRONTO EL CONSUMO DE LA POLVORA NEGRA AUMENTO, ASI TAMBIEN LO FUERON LOS ACCIDENTES, TENIENDOSE LA NECESIDAD DE DESARROLLAR METODOS MAS SEGUROS PARA SU MANEJO: EL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE EL INCENDIO DE LA POLVORA Y LA EXPLOSION PROVOCADA POR LA MISMA ERA INCONTROLABLE Y TODA UNA EXPECTACION.

EN 1831 WILLIAM BICKFORD DE INGLATERRA INVENTO UN METODO SEGURO DE IGNICION PARA ESTA POLVORA NEGRA Y LO DENOMINO MECHA DE SEGURIDAD PARA MINAS.

DONDE UN CONTINUO CENTRO DE POLVORA FUE CONTENIDO EN UN CABLE DE YUTE E HILO. LA PRIMERA FABRICA DE MECHA PARA MINAS EN AMERICA FUE CONSTRUIDA EN EL AÑO DE 1838 EN SINSBURY, CONNECTICUT.

INFORMACION CRONOLOGICA DE LA POLVORA NEGRA INDICA QUE TAN TEMPRANO CON EL SIGLO XIII LAS ESCRITURAS DE ABD ALLAH (ARABE), LLAMO AL NITRATO DE POTASIO "NIEVE CHINA". EN EL MISMO SIGLO EN LOS ANALES DE LOS CHINOS DESCRIBIAN LAS VELAS ROMANAS EN LA DINASTIA DE SUNG.

EN 1242 ROGER BACON DESCRIBE LA FORMULA DE LA POLVORA NEGRA. BERTHOLD SCHWASZ INDICA SER EL PRIMERO EN USAR LA POLVORA NEGRA COMO PROPULSORA EN ARMAS. PARA 1627 EXISTEN PRUEBAS DOCUMENTADAS DEL USO DE LA POLVORA NEGRA. EN LAS MINAS DE KASPER WEIDL EN SCHEMNITZ, HUNGRIA.

PARA 1689 LA POLVORA NEGRA ES USADA EN LAS MINAS DE ESTAÑO EN CORNWELL, INGLATERRA.

EN 1804, ELEUTHERE IRENEE DU PONT INICIO LA PRODUCCION DE LA POLVORA NEGRA EN WILMINGTON, DELAWARE. PARA 1857 LAMMOND DU PONT SUBSTITUYE EL NITRATO DE SODIO CHILENO POR NITRATO DE POTASIO.

PARA 1917, DURANTE LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL SE CONSUME EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA CANTIDADES CERCANAS A LOS 130,000,000 DE KILOS DE POLVORA NEGRA.

PARA LOS AÑOS 1930 A 1940 DECLINA LA PRODUCCION DE POLVORA NEGRA. OTROS SUBSTITUTOS REEMPLAZAN LA NECESIDAD DE ESTE MATERIAL.

I. II DINAMITAS

FUERON TRES HOMBRES LOS CIMIENTOS DE LA INDUSTRIA MODERNA DE LOS EXPLOSIVOS.

LOS DESCUBRIMIENTOS OCURRIERON EN LA PRIMERA ETAPA DEL SIGLO XIX. LA PREPARACION Y PROPIEDADES DEL FULMINATO DE MERCURIO FUERON DESCRITOS EN DETALLE POR EDWARD HOWARD EN EL AÑO DE 1880. UN FISICO ALEMAN, C.F. SCHOBELIN, LO MEZCLO CON CELULOSA PARA PRODUCIR ALGODON POLVORA, EN BASEL, SUIZA EN EL AÑO DE 1846.

EN EL AÑO DE 1947, ASCANIO SOBRERO, PROFESOR DE QUIMICA EN LA UNIVERSIDAD DE TURIN, PREPARO NITROGLICERINA CON SU PROCEDIMIENTO DE NITRACION DE LA GLICERINA. SIN EMBARGO SOBRERO, CONSCIENTE DE LA FUERZA DESTRUCTIVA DE ESA NUEVA MEZCLA, ADVIRTIÓ EN CONTRA DE LOS ESFUERZOS PARA CONVERTIRLA A USOS MILITARES.

DURANTE ALGUNOS AÑOS POSTERIORES A LA ELABORACION EN LABORATORIO DE LA NITROGLICERINA TRATO DE MANEJARSE EN FORMA DE LIQUIDO PURO, PERO ESTO TRAJÓ CONSECUENCIAS TRAGICAS.

ALFRED BERHARD NOBEL, TERCER HIJO DE EMMANUEL NOBEL, EN EL AÑO DE 1864, MANEJO LA PLANTA FAMILIAR PARA LA MANUFACTURA DE LA NITROGLICERINA, ENVIANDOLA A TODAS PARTES DEL MUNDO. SE LLAMABA "GLONION OIL". EN AMERICA FUE LLAMADO "ACETE PARA VOLADURAS".

ALGUNAS EXPLOSIONES PREMATURAS QUE CAUSARON PERDIDAS DE VIDA Y PROPIEDADES OBLIGO A ALFRED NOBEL A TRABAJAR HASTA ENCONTRAR UN METODO SEGURO PARA EL USO Y MANEJO DE LA NITROGLICERINA. LO ANTERIOR FUE LOGRADO EN EL AÑO DE 1866 CON EL DESCUBRIMIENTO DE QUE LA DIATOMITA (KISELGHUR) QUE ABSORBE TRES VECES SU PESO EN NITROGLICERINA, EMPACADA EN CARTUCHOS DE PAPEL ERA RAZONABLEMENTE RESISTENTE AL CHOQUE E IMPACTO Y PODIA SER MANEJADA Y TRANSPORTADA CON MAS SEGURIDAD QUE LA NITROGLICERINA LIQUIDA. NOBEL LLAMO A ESTE PRODUCTO DINAMITA.

LAS DINAMITAS DE ALFRED NOBEL TENIAN DOS DESVENTAJAS PRINCIPALES: EL AGUA DESPLAZABA A LA DINAMITA CARGADA CUANDO ESTA SE ENCONTRABA BAJO EL NIVEL FREATICO EN EL BARRENO PUDIENDO CORRER ENTRE LAS CUARTEADURAS DE LA ROCA.

EN SEGUNDO LUGAR EL 25% DE SU PESO ERA MATERIAL INERTE, MATERIAL QUE NO TOMABA PARTE EN LA REACCION EXPLOSIVA PERO ABSORBIA UNA GRAN PARTE DEL CALOR PRODUCIDO CON LA DISMINUCION EN LA FUERZA DEL EXPLOSIVO.

CON ESTOS DESCUBRIMIENTOS DE LAS DINAMITAS Y SUS VARIACIONES EN LAS FORMULACIONES SE CUBRIO LA DIFERENCIA ENTRE LA ACCION Y PESO DE LA POLVORA NEGRA Y LA ACCION RAPIDA QUE LA DINAMITA PROPORCIONA EN LAS VOLADURAS QUE DIO MAGNIFICOS RESULTADOS.

DESPUES DE 120 AÑOS, LAS DINAMITAS DE ALFRED NOBEL ESTAN EN USO VIRTUALMENTE ALREDEDOR DEL MUNDO. LAS DINAMITAS OFRECEN FLEXIBILIDAD EN SU USO. EN CLIMAS EXTREMOSOS Y CONDICIONES DIFICILES SE PREVEE USAR DINAMITAS. TAMBIEN TIENEN BUENAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO. LAS DINAMITAS ESTARAN EN EL MERCADO POR MUCHOS AÑOS.

LA DEMANDA DE LAS DINAMITAS A BASE DE NITROGLICERINA AUMENTARAN CON LOS PROGRAMAS DE DEFENSA E INDUSTRIA AEROSPACIAL. SIN EMBARGO, EN LOS METODOS USADOS EN CONSTRUCCION Y MINERIA LOS CONSUMOS DE DINAMITA HAN DESCENDIDO HASTA UN 2 O 3% DEL CONSUMO TOTAL DEL EXPLOSIVO. LOS EXPLOSIVOS MODERNOS LA SUSTITUYEN.

I.III NITRATO DE AMONIO

EL PRIMER USO DEL NITRATO DE AMONIO FUE PATENTADO EN SUECIA EN EL AÑO DE 1867 POR OHLESSON Y NORRBIN. ESTE ERA MEZCLADO CON CARBON, PERO ERA SUMAMENTE DIFICIL INICIARLO CON LAS CAPSULAS DEBILES QUE SE TENIAN. POR LO CUAL SE SUSTITUYO PARTE DEL CARBON POR NITROGLICERINA. NOBEL, AL ENTERARSE DE LA IMPORTANCIA DE LA PATENTE, COMPRO LOS DERECHOS DE LA MEZCLA PARA PATENTAR NUEVAMENTE MEZCLAS SIMILARES A LAS CUALES AÑADIO RECUBRIMIENTO DE PARAFINA PARA PROTEGER A LOS NITRATOS.

FUE HASTA EL AÑO DE 1884, CUANDO LOS EXPLOSIVOS A BASE DE NITRATO DE AMONIO SE UTILIZARON PRACTICAMENTE. NO HABIA SIDO POSIBLE UTILIZARLOS ANTERIORMENTE DADO QUE EL PROCESO NO ERA EFICIENTE Y BARATO Y NO SE HABIA ENCONTRADO COMO PROTEGER EL NITRATO DE AMONIO DE LA HUMEDAD. FINALMENTE SYLVANUS PENNIMAN DE PENNSILVANIA, AL SECAR Y GRANULAR EL NITRATO DE AMONIO Y RECUBRIRLO CON UN PORCENTAJE DE PARAFINA, LOGRO SU UTILIZACION.

AHORA, EN 1992, LOS EXPLOSIVOS A BASE DE NITRATO DE AMONIO HAN REEMPLAZADO HASTA EL 90 / 95% DE LOS EXPLOSIVOS A BASE DE NITROGLICERINA. EL FUTURO DE ESTOS EXPLOSIVOS INDICA QUE LOS CAMBIOS SUSTANCIALES SUBSECUENTES SERAN POR VARIACIONES EN LAS FORMULACIONES EXISTENTES A BASE DE NITRATOS DE AMONIO, CON EMULSIFICANTES Y ACEITES, COMO TAMBIEN OXIDANTES. LA EPOCA DE LA DINAMITA Y SUS VARIACIONES HA QUEDADO ATRAS.

I. IV EXPLOSIVOS PERMISIBLES

LOS EXPLOSIVOS PERMISIBLES FUERON DESARROLLADOS EN EUROPA POR EL AÑO DE 1885 Y LLEGARON A AMERICA EN EL AÑO DE 1908. LOS EXPLOSIVOS PERMISIBLES SON PARA USARSE EN ATMOSFERAS PELIGROSAS COMO EN LAS MINAS DE CARBON Y OTRAS. FUERON ORIGINALMENTE DESARROLLADAS PARTIENDO DE LAS DINAMITAS AMONIACALES. MAS TARDE FUERON DINAMITAS GELATINAS ESPECIALES LAS QUE SE UTILIZABAN PARA DICHS FINES. LOS EXPLOSIVOS PERMISIBLES NO DESARROLLABAN FLAMA EN SU ACCION DE EXPLOSION, LO CUAL PERMITE SU USO MUY PARTICULAR EN LUGARES DE ATMOSFERAS PELIGROSAS, COMO LA DEL GAS GRISU, EN LAS MINAS DE CARBON A PROFUNDIDAD Y OTRAS DE CARACTERISTICAS SIMILARES.

I. V CAPSULAS O FULMINANTES Y ESTOPINES ELECTRICOS

EN SUS INTENTOS ORIGINALES PARA UTILIZAR LA NITROGLICERINA, ALFRED NOBEL DESCUBRIO EL FENOMENO DE LA INICIACION DE LOS EXPLOSIVOS LO CUAL RESULTO EN LA INVENCION DE SU CAPSULA O FULMINANTE.

NOBEL SENTIA QUE LA ENERGIA POTENCIAL DE LA NITROGLICERINA ERA CONTINUAMENTE DESPERDICIA DA DADO LO INSATISFACTORIO DE LA INICIACION.

DIFERENTES METODOS HABIAN SIDO PROBADOS INCLUYENDO LA INICIACION CON LA MEZCLA DE UNA PEQUEÑA PARTE DE POLVORA NEGRA DENTRO DE LA NITROGLICERINA. NOBEL TUVO LA IDEA DE UTILIZAR LAS CAPSULAS DE LAS BALAS CARGADAS CON FULMINATO DE MERCURIO.

LOS RESULTADOS FUERON MUY SATISFATORIOS, DESARROLLANDOSE POR EL AÑO DE 1861 EL FULMINANTE O CAPSULA PARA LA INICIACION DE LA NITROGLICERINA.

COMO SE MENCIONA ANTERIORMENTE EL FULMINATO DE MERCURIO ES DEBIDO A EDWARD HOWARD (1800). ORIGINALMENTE LA CAPSULA CONTABA EXCLUSIVAMENTE CON ESTE PRODUCTO. SIN EMBARGO MAS TARDE ERA SUSTITUIDO CON EL 20% DE CLORATO DE POTASIO.

DIFERENTES COMPAÑIAS DESARROLLARON NUEVAS FORMULACIONES PARA LAS CARGAS DE LOS FULMINANTES Y PARA SUS ESTOPINES ELECTRICOS, UTILIZANDO EL MATERIAL DENOMINADO DIAZODINITROPHENOL-NITROMANNITE. TAMBIEN FUE DESARROLLADO Y USADO EXTENSAMENTE EL TETRYL.

I.VI PETN. (PENTAERYTHRITOLETRANITRATE)

ESTE PRODUCTO ESTA ACREDITADO A VIGON (1901) QUIEN DESCRIBIO METODOS MODERNOS DE SU PREPARACION. ESTE MATERIAL TAMBIEN FUE UTILIZADO COMO CARGA DE BASE DE LOS ARTIFICIOS, COMO CAPSULAS, FULMINANTES, ESTOPINES ELECTRICOS, CORDONES DETONANTES DE MUY VARIADO USO.

LA VELOCIDAD DE DETONACION DE PETN ES DE 7010 MTS. POR SEGUNDO. ESTA CONTENIDO DENTRO DE UN CORDON DETONANTE Y ENTRE OTRO DE SUS TANTOS USOS ES LA COMUNICACION EXPLOSIVA A TODOS LOS LUGARES DONDE ESTA HA SIDO CONECTADA.

I.VII OTROS EXPLOSIVOS

HNM (HEXANITROMANNITE O HEXANITRATE DE MANNITOL) FUE PRIMERAMENTE PREPARADO POR ASCANIO SOBRERO QUIEN LO RECOMENDO COMO UN SUSTITUTO DEL FULMINATO DE MERCURIO PARA CAPSULAS DE PERCUSION Y ELLO DEBIDO A SU FACILIDAD DE DETONACION, ALTA ENERGIA Y RELATIVA INSENSIBILIDAD A EFECTOS MECANICOS. SE DEMOSTRO LA POSIBILIDAD DE PRODUCIR MANITOL POR LA ELECTROLISIS DEL AZUCAR. EN EL PROCESO PARA OBTENER EL MANITOL SE OBTUVO EL SUB-PRODUCTO SORBITOL, UN ISOMERO DEL MANITOL.

OTROS EXPLOSIVOS CON DIFERENTE MATERIA PRIMA SE HAN DESARROLLADO. ENTRE ELLOS PODEMOS MENCIONAR: AMATOL, AMMONAL, COMPOSICION C3.CYCLOTOL 60/40.PENTOLITE.ACIDO PRICRICO.TETRYNOL.COMPOSICION B.A-3.AZIDE DE PLOMO.PICRATON.RDX.TETRACENE.TNT (TRINITROTOLUENO). HBX-1.3 Y 6.HMX (CYCLOTETRAMETHYLENETETREANITAMINE). TODOS PARA UTILIZARSE EN CASOS ESPECIFICOS.

EL CYCLONITE (CYCLOTRIMMETHYLENE TRINITRAMINE), FUE UTILIZADO COMO CARGA DE BASE EN LOS FULMINANTES Y TIENE USO COMO EXPLOSIVO MILITAR. FUE PRIMERAMENTE PATENTADO COMO UN PRODUCTO MEDICINAL Y POSTERIORMENTE COMO UNA SUSTANCIA EXPLOSIVA.

LA IGNICION ELECTRICA DE LA POLVORA ESTA ACREDITADA AL DR. WATSON DE INGLATERRA EN EL AÑO DE 1745. ESTO FUE LOGRADO CON UNA CHISPA A LA POLVORA NO CONFINADA PARA QUE LA POLVORA ADJUNTA SE INCENDIASE. BENJAMIN FRANKLIN EMPAQUETO Y COMPRIMIO EN 1750, ENVOLVIENDOLAS EN UN CARTUCHO. MOSES SHAW DE NUEVA YORK, PATENTO UNA MEZCLA DE FULMINATO DE PLATA Y POLVORA.

EN 1832, DR. R. HARE CALENTO HASTA LA INCANDENCIA UN ALAMBRE FINO PARA ENCENDER LA CARGA DE IGNICION DE ARSENICO DE AZUFRE Y CLORATO DE POTASIO.

AÑOS ATRAS SE TRABAJO INTENSAMENTE PARA ENCONTRAR NUEVOS PRODUCTOS Y METODOS PARA EL MUNDO DE LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS PARA LA INDUSTRIA. ESTO SE REPITE Y A ULTIMAS FECHAS SE HAN DESARROLLADO PRINCIPALMENTE EXPLOSIVOS DERIVADOS DEL NITRATO DE AMONIO, APERDIGONADO Y/O SOLUCION.

EL MUNDO DE LOS EXPLOSIVOS HA TENIDO Y SEGUIRA TENIENDO IMPORTANTES CAMBIOS QUE OFRECEN EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS CADA VEZ MAS MODERNOS Y ESPECIALES Y QUE SE ADAPTAN A LAS NECESIDADES DE ESTE MUNDO MODERNO Y PUJANTE EN QUE VIVIMOS.

I.VIII NUEVOS EXPLOSIVOS

EL NITRATO DE AMONIO (NH_4NO_3) APERDIGONADO O EN SOLUCION MEZCLADO CON NITRATO DE SODIO, EMULSIFICANTES, ACEITES OXIDANTES ALUMINIOS, ETC., CONSTITUYEN AHORA LO ESENCIAL EN LA MANUFACTURA DE LOS EXPLOSIVOS COMERCIALES MAS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA E INGENIERIA CIVIL.

CON MEZCLAS DE ESTA NATURALEZA SE HA LOGRADO OBTENER PRODUCTOS DE CALIDAD, SEGUROS, CON LA VELOCIDAD NECESARIA Y EFICIENTE, CON LA POTENCIA NECESARIA PARA LOGRAR LA FRAGMENTACION DE LA ROCA, EL AUMENTO DE LOS GASES PRODUCIDOS EN LA EXPLOSION. EL DESARROLLO DE LAS VOLADURAS ES MAS EFICIENTE Y CONTROLADO CON ESTOS MATERIALES NUEVOS.

LA RESISTENCIA AL AGUA DE ESTOS NUEVOS EXPLOSIVOS PERMITE SU CARGA EN BARRENOS CON AGUA, REDUCIENDO LOS COSTOS DE OPERACION.

SE HAN FORMULADO LAS EMULSIONES, LOS HIDROGELES, LOS SLURRIES, MATERIALES CON CARACTERISTICAS MUY ESPECIALES Y CON LA VENTAJA DE LA SEGURIDAD DE OPERACION CON EL USO DE LOS MISMOS, QUE SON SENSITIVOS O NO A LA PRUEBA DE LA BALA 30.06. BAJO CONDICIONES Y CONTROL NECESARIOS NO SON SENSITIVOS AL IMPACTO, AL FUEGO, A LAS DESCARGAS ELECTRICAS.

SE CONTINUA HACIENDO UN ESFUERZO ESPECIAL EN LA REDUCCION DE COSTOS DE PRODUCCION DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS.

LOS EXPLOSIVOS SENSITIVOS SON LOS QUE DETONAN AL IMPACTO DE LA CAPSULA NO.6 Y TIENEN CARACTERISTICAS DIFERENTES A LOS QUE NO DETONAN A ESTA CAPSULA.

I. IX AGENTE EXPLOSIVO (ANFO)

EL NITRATO DE AMONIO, MEZCLADO CON ACEITE COMBUSTIBLE EN LAS PROPORCIONES OPTIMAS DE 94.5-5.5, NOS DA UNA MEZCLA EXPLOSIVA DENOMINADA ANFO.

ESTA MEZCLA ES GENERALMENTE UTILIZADA COMO CARGA DE COLUMNA Y AL SER ESTE NITRATO UN MATERIAL HIDROSCOPICO EL PRODUCTO TIENE MUY MALA RESISTENCIA AL AGUA O HUMEDAD. ESTE ANFO ES DENOMINADO AGENTE EXPLOSIVO.

CON BASE EN EL NITRATO DE AMONIO SE HAN DESARROLLADO TAMBIEN OTROS EXPLOSIVOS Y AGENTES EXPLOSIVOS. COMO EL NITRATO DE AMONIO EN SOLUCION SE ELABORAN LAS EMULSIONES EXPLOSIVAS, ULTIMO PASO HASTA AHORA DESARROLLADO EN LOS EXPLOSIVOS.

MEXICO CUENTA, DESDE HACE POCOS AÑOS CON UNA PLANTA DE EMULSIONES. ESTA FUE FORMADA CON LA COLABORACION DE IRECO Y EMPRESARIOS MEXICANOS, LOCALIZADA EN TEHUANTEPEQUILLO, JAL., DESDE DONDE SE SURTE EL TERRITORIO NACIONAL.

SU FUNDADOR FUE EL ING. ANTONIO SANCHEZ ALDANA, QUIEN DESARROLLO EN 1988 ESTE PROYECTO PARA BENEFICIO DE MEXICO, ADELANTANDOSE VARIOS AÑOS AL PLAN DE ELABORACION DE NUEVOS EXPLOSIVOS EN MEXICO.

LAS MEZCLAS DE ANFO CON OTROS AGENTES EXPLOSIVOS SE DESARROLLAN ACTUALMENTE COMO UNA NUEVA GENERACION DE EXPLOSIVOS. LA PLANTA DE TEHUANTEPEQUILLO, JAL., OFRECE TODAS ESTAS OPORTUNIDADES A NUESTRA INDUSTRIA Y SU FUTURO.

LOS EXPLOSIVOS A BASE DE NITRATO DE AMONIO SE HAN DENOMINADO LA TERCERA GENERACION DE EXPLOSIVOS CONSIDERANDOSE QUE DEBIDO A SU CAMPO TAN AMPLIO Y FUTURAS DERIVACIONES DEL MISMO PASARA MUCHO TIEMPO PARA DISPONER DE UN SISTEMA COMPLETO DE NUEVOS EXPLOSIVOS.

LOS EXPLOSIVOS A BASE DE NITRATO DE AMONIO CONSTITUYEN UNA DISPONIBILIDAD PARA INFINIDAD DE USOS. SU REFINAMIENTO A LAS EMULSIONES PERMITE SU ADAPTABILIDAD PARA CASOS ESPECIALES. PODREMOS CARGAR BARRENOS, MANEJAR LAS CARGAS A GRANEL. LA COMBINACION DE LOS MISMOS DENTRO DEL EQUIPO DE CARGA PARA BARRENOS CON O SIN AGUA, DE ESTRATOS DUROS O SUAVES. SU USO ES CASI ILIMITADO.

CAPITULO II

ROMPIMIENTO DE ROCA Y DESPLAZAMIENTO POR EL METODO DE EXPLOSIVOS

II.1 LOS MECANISMOS DE ROTURA

ALGUNAS CENTESIMAS DE SEGUNDO, UNA VEZ INICIADA LA EXPLOSION DENTRO DE UN BARRENO, TOMA LUGAR UNA SERIE DE FENOMENOS QUE EN INTENSIDAD Y VIOLENCIA POSEEN POCOS EQUIVALENTES EN LA INGENIERIA CIVIL.

EL MECANISMO DE ROTURA PARTE DE LA LIBERACION DE LA ENERGIA QUIMICA DEL EXPLOSIVO. ESTE SOLIDO DE TRANSFORMA EN UN GAS CALIENTE A ENORME PRESION, QUE SIENDO FUERTEMENTE CONFINADO EN EL BARRENO PUEDE ALCANZAR Y AUN SOBREPASAR LAS 100,000 ATM.

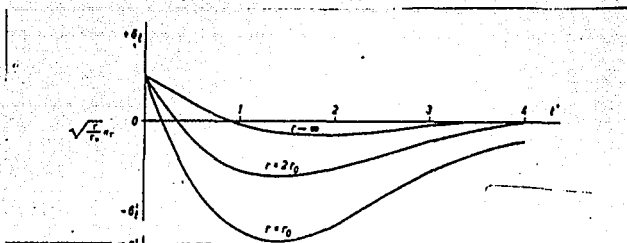
LA ENERGIA DESARROLLADA EN LA UNIDAD DE TIEMPO ES AUN EN UN BARRENO PEQUEÑO, PERFORADO CON MAQUINA MANUAL DEL ORDEN DE 25 MW, LO CUAL QUIERE DECIR QUE SUPERA EN POTENCIA A LA MAYOR FACTORIA ENERGETICA EXISTENTE ACTUALMENTE EN EL MUNDO. ESTO NO SE DEBE A QUE LA CANTIDAD LATENTE EN EL EXPLOSIVO SEA EXTREMADAMENTE GRANDE SINO A LA RAPIDEZ DE LA REACCION (2500-6000 M/S), LO QUE CARACTERIZA PRINCIPALMENTE AL EXPLOSIVO COMO HERRAMIENTA PARA LA ROTURA DE ROCAS. ES SU POSIBILIDAD DE SUMINISTRAR UNA POTENCIA CONCENTRADA EN UNA ZONA O PUNTO LIMITADO.

LA ELEVADA PRESION A LA QUE ES SOMETIDA LA ZONA ADYACENTE DEL BARRENO ES QUEBRANTADA DESCUBRIENDO UN MAYOR ESPACIO A LOS ESFUERZOS TANGENCIALES DE TRACCION Y DE TENSION.

ESTO TIENE LUGAR BAJO LA ACCION DE UNA ONDA EXPANSIVA QUE RECORRE LA ROCA A UNA VELOCIDAD DE 3000-5000 M/S.

ALREDEDOR DE UN BARRENO DE 40 MM DE DIAMETRO EL ESPESOR DELA ZONA QUEBRANTADA ES IGUAL O LIGERAMENTE MENOR QUE EL RADIO DEL MISMO. EL SISTEMA DE GRIETAS RADIALES QUE, COMO RESULTADO DE LA TENSION TANGENCIAL, PARTEN DEL CENTRO DEL BARRENO Y SE EXTIENDE BASTANTE MAS LEJOS, PUEDE ALCANZAR DESDE UN CENTIMETRO HASTA UN METRO. LAS PRIMERAS GRIETAS SE ORIGINAN EN CUESTION DE MILISEGUNDOS.

LA PRESION EN LA ONDA DE CHOQUE ES, COMO SE MUESTRA EN LA FIG. II.1, POSITIVA A SU LLEGADA Y RAPIDAMENTE PASA A VALORES NEGATIVOS, LO QUE INDICA UN CAMBIO DE COMPRESION A TENSION.



EN LAS PROXIMIDADES DEL BARRENO ($R=R_0$ Y $R=2R_0$) LAS FUERZAS DE TRACCION SON AUN MAYORES QUE LAS DE COMPRESION EN EL FRENTE DE LA ONDA DE CHOQUE.

COMO ROCA ES MENOS RESISTENTE A LA TRACCION QUE A LA COMPRESION LAS PRIMERAS GRIETAS SE FORMAN PRINCIPALMENTE BAJO LA INFLUENCIA DE LOS ESFUERZOS DE TRACCION DANDO COMO RESULTADO GRIETAS RADIALES.

DURANTE ESTE PRIMER PERIODO DE AGRIETAMIENTO NO HAY PRACTICAMENTE ROTURA. SI EL BARRENO ES PERPENDICULAR A LA ESTRATIFICACION DE LA ROCA, SIN NINGUNA SUPERFICIE ADVACENTE PARALELA, LA ONDA DE CHOQUE SE EXTINGUE SIN NINGUN EFECTO. LA PRESION REMANENTE DE LOS GASES EN EL BARRENO ENSANCHA LIGERAMENTE LAS GRIETAS, PERO SI SE ESTUDIA EL CONTORNO DE LA ROCA DESPUES DE LA EXPLOSION, A UNOS CUANTOS CENTIMETROS DEBAJO DE LA SUPERFICIE DE LA MISMA EN UN PLANO NORMAL AL BARRENO, SOLO SE ENCUENTRAN GRIETAS RADIALES. EL BARRENO HA SIDO ENSANCHADO POCO MENOS QUE EL DOBLE DEL DIAMETRO, POR QUEBRANTAMIENTO Y DEFORMACION PLASTICA.

POR LO GENERAL, EN UNA VOLADURA EN CARRETERAS, VOLADURAS A CIELO ABIERTO, CEMENTERAS O CONDICIONES SIMILARES, SE TIENE UNA CARA LIBRE DE ROCA PARALELA A LOS BARRENOS, CUANDO LAS ONDAS DE COMPRESION SE REFLEJAN CONTRA ELLA SE ORIGINAN FUERZAS DE TENSION QUE PUEDEN PRODUCIR UN DESCOSTRAMIENTO DE PARTE DE LA ROCA PROXIMA A LA SUPERFICIE. EL PROCESO ES EL MISMO CUANDO SE GOLPEA EN UN EXTREMO UNA BOLA DE BILLAR. EL GOLPE SE TRANSMITE BOLA A BOLA HASTA QUE LA ULTIMA SALE DISPARADA CON TODA LA FUERZA. ESTO TAMBIEN SUCEDERIA SI LAS BOLAS ESTUVIERAN LIGERAMENTE SEPARADAS. EL DESCOSTRAMIENTO EN LAS VOLADURAS TIENE UNA IMPORTANCIA SECUNDARIA.

EN EL GRANITO CON UNA RESISTENCIA RELATIVAMENTE ALTA A LA TRACCION SOLO TIENE ALGUNA IMPORTANCIA CUANDO LA CARGA EXCEDE CONSIDERABLEMENTE DE 1 KG/M3: POR LO GENERAL LOS CONSUMOS DE EXPLOSIVOS SE ENCUENTRAN ENTRE 0.15-0.60 KG/M3.

SIN EMBARGO, EN ROCAS FLOJAS PUEDE LLEGAR A ROMPERSE LA CAPA SUPERFICIAL AUNQUE AUN ESTO TIENE POCA IMPORTANCIA EN RELACION CON EL VOLUMEN TOTAL DE ROCA EXCAVADA EN EL CASO DE QUE LA SUPERFICIE SE DESGARRE TOTALMENTE. ESTO SUCEDE EN MENOS DE UN MILISEGUNDO A PARTIR DEL MOMENTO DE LA DETONACION.

SI SE ESTIMA EL MOVIMIENTO DE LA ROCA CON LA AYUDA DE UNA FOTOGRAFIA O FILMANDOLA SE PUEDE APRECIAR QUE EL MOVIMIENTO ES SUPERFICIAL Y EN EL CASO DE QUE TENGA LUGAR EL DESCOSTRAMIENTO ESTE EFECTO DOMINARA EN LA PELICULA EN LOS PRIMEROS MILISEGUNDOS DURANTE UN INTERVALO DE TIEMPO MUY CORTO, CON UN INCREMENTO EN LA CARGA, EL ESPESOR O CAPAS DESPRENDIDAS AUMENTARA, PUDIENDO LLEGAR AL DESCOSTRAMIENTO DE VARIAS CAPAS. CON UNA CARGA SUFICIENTEMENTE GRANDE PUEDE DAR COMO RESULTADO UN CRATER QUE PUEDE LLEGAR HASTA O CERCA DE LA CARGA.

ESTAS DOS PRIMERAS ETAPAS EN EL PROCESO DEL DESPRENDIMIENTO DE LA ROCA, LAS GRIETAS RADIALES Y EL EFECTO DEL DESCOSTRAMIENTO SON, EN TANTO CUANDO TENGAN LUGAR, ORIGINADAS POR LA ONDA DE CHOQUE.

CUANDO SE VUELA CON POLVORA NO ES LO BASTANTE INTENSA PARA PRODUCIR GRIETAS RADIALES. EN ESTE CASO LAS FRACTURAS O INDICACIONES PROXIMAS AL BARRENO ESTAN ENSANCHADAS Y LA FOTOGRAFIA DE LA ROTURA PRESENTARA UN CRATER BASTANTE ARBITRARIO YA QUE LAS FRACTURAS PRIMARIAS NO TIENEN UNA DIRECCION FAVORABLE PARA EL COMPLEJO DESPRENDIMIENTO DE LA PIEDRA. EN TAL CASO QUEDAN MARCADAS DOS INDICACIONES VISUALMENTE INSIGNIFICANTES PARA LAS GRIETAS, DANDO DIRECCIONES APROXIMADAS A 90 GRADOS Y ENTONCES LA FUERZA DE ROTURA DE LA POLVORA EN RELACION A LA ENERGIA Y AL VOLUMEN DEL GAS RESULTA SER LA MISMA QUE PARA LOS EXPLOSIVOS POTENTES.

ESTO ES A LA VEZ ILUSTRATIVO Y SORPRENDENTE. MUESTRA, ENTRE OTRAS COSAS, QUE LA PARTE PRINCIPAL DE LA ENERGIA REQUERIDA PARA EL DESPRENDIMIENTO DE LA ROCA NO TIENE CONEXION CON LA ONDA DE CHOQUE CUYA ENERGIA EN UN EXPLOSIVO POTENTE ES MUCHO MAYOR QUE EN LA POLVORA.

PARA UN EXPLOSIVO ROMPEDOR SE ESTIMA QUE LA ENERGIA DE LA ONDA DE CHOQUE EQUIVALE SOLAMENTE A 5-15% DE LA ENERGIA TEORICA TOTAL DEL EXPLOSIVO. MEDICIONES REALIZADAS DE LA INTENSIDAD DE ONDA DE CHOQUE EN LAS PROXIMIDADES DEL BARRENO

HAN SACADO COMO CONCLUSION DE QUE LA ENERGIA EN LA ONDA DE CHOQUE ES APROXIMADAMENTE DEL 9% DE LA ENERGIA TOTAL PARA UN EXPLOSIVO ROMPEDOR.

LA ONDA DE CHOQUE PROPORCIONA LAS CONDICIONES BASICAS PARA EL MECANISMO DE ROTURA SIN SER DIRECTAMENTE RESPONSABLE.

LA TERCERA Y ULTIMA ETAPA DE LA ROTURA ES EL PROCESO LENTO, BAJO LA INFLUENCIA DE LA PRESION DE LOS GASES DEL EXPLOSIVO. SE EXTIENDEN LAS PRIMERAS GRIETAS RADIALES, LA SUPERFICIE DE LA CARA LIBRE CEDE Y ES LANZADA HACIA ADELANTE. ESTE PUEDE DESCRIBIRSE COMO UN PROCESO SEMIESTACIONARIO EN EL QUE LAS LINEAS DE TENSION EN NINGUN MOMENTO DETERMINAN LA CONTINUACION DE LAS GRIETAS COMO EN EL CASO DE CARGAS ESTATICAS. CUANDO LA SUPERFICIE FRONTAL SE MUEVE HACIA ADELANTE SE DESCARGA LA PRESION Y AUMENTA LA TENSION EN LAS GRITAS PRIMARIAS QUE SE INCLINAN OBLICUAS HACIA AFUERA. SI LA LINEA DE MENOR RESISTENCIA O LA PIEDRA NO ES DEMASIADO GRANDE, MUCHAS DE ESTAS GRIETAS SE EXTIENDEN HASTA LA SUPERFICIE LIBRE Y TIENE LUGAR EL DESPRENDIMIENTO COMPLETO DE LA ROCA. CONSECUENTEMENTE LA PIEDRA ES ABATIDA Y SE ALCANZA EL MAXIMO EFECTO POR BARRENO Y CANTIDAD DE CARGA SI ES POSIBLE QUE LA PIEDRA DEL FRENTE SEA LANZADA LIBREMENTE HACIA ENFRENTE CUANDO SE DETONA LA CARGA. HAY QUE TENER MUY EN CUENTA LO ANTERIOR CUANDO SE DISEÑA UNA PLANTILLA DE PERFORACION.

LA EXPERIENCIA DEMUESTRA QUE ESTO NO ES CONOCIDO SUFICIENTEMENTE O SE DESPRECIA. POR EJEMPLO, UN PEQUEÑO CAMBIO EN LA SECUENCIA DE IGNICION EN UN TUNEL PUEDE SIGNIFICAR QUE INMEDIATAMENTE Y SIN OTRO CAMBIO AUMENTE CONSIDERABLEMENTE EL AVANCE POR RELEVO DANDO OCASION PARA LA ROTURA LIBRE DE CADA UNO DE LOS BARRENOS.

LOS ANGULOS NATURALES DE FRACTURA QUE CABE ESPERAR COMO PROMEDIO EN UN CASO GENERAL SE INDICAN EN LA FIG. II.II A Y B. EN LOS DOS CASOS HAY QUE CONSIDERAR, EL PRIMERO CON FRENTE LIBRE Y EL SEGUNDO CON FRENTE ENCERRADO.

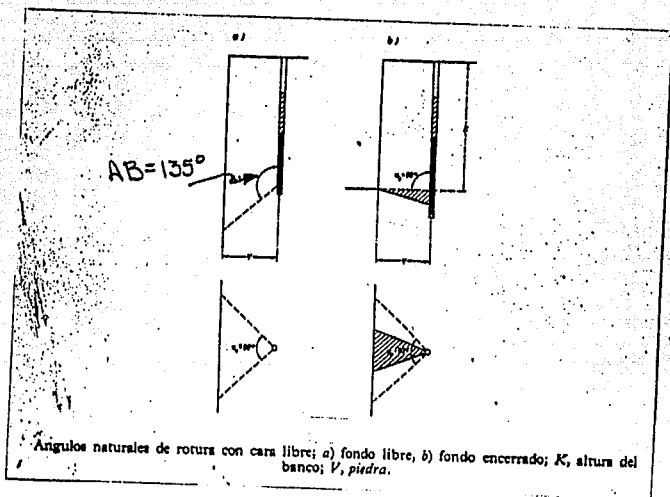


FIG. II.II

EN AMBOS CASOS EL ANGULO DE FRACTURA SERA DE UNOS 90 GRADOS O MAS, CON FRENTE LIBRE. EL ANGULO AB EN LA PARTE INFERIOR SERA DE UNOS 135 GRADOS. SI EL FRENTE ESTA ENCERRADO, COMO ES EL CASO DE UN BANCO ORDINARIO, LA ROTURA EN EL FONDO DEBE CONTINUAR LA OTRA SUPERFICIE Y EL ANGULO PUEDE OSCILAR ENTRE 90 Y 135 GRADOS, DEPENDIENDO DE LA CARGA DE FONDO DEL BARRENO. SI EL CALCULO DE LA CARGA ES CORRECTO, EL ANGULO SERA DE 90 GRADOS, PUDIENDOSE ESPERAR ANGULOS MAS PEQUEÑOS SOLAMENTE EN CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES Y ENTONCES UNICAMENTE SE PRODUCEN CON MENORES ANGULOS DE FRACTURA, COMO SE INDICA EN LA SECCION SOMBRADA EN LA FIG. II.II.B.

Fig

SI EL PATRON DE PERFORACION SE HA DISEÑADO SOBRE LA BASE DE ANGULO DE FRACTURA EN EL FONDO DE 90 GRADOS, DEBE ESPERARSE QUE LA ROTURA SE PRODUZCA PERPENDICULARMENTE A LOS BARRENOS Y NO COMO SE CREE A VECES, CON UN ANGULO MENOR DE 90 GRADOS.

LA FORMACION DE GRIETAS EN LA VOLADURA DE UNA O MAS FILAS DE BARRENOS, DEPENDERA GRANDEMENTE DE LA RELACION ENTRE LA VELOCIDAD DEL BORDE Y EL ESPACIAMIENTO Y DE SI LA IGNICION TIENE LUGAR SIMULTANEAMENTE O CON UN CIERTO RETARDO. EN LA VOLADURA INSTANTANEA LA PRESION DEL GAS EN LOS DIVERSOS BARRENOS PROXIMOS COOPERA Y EMPUJA LA ROCA HACIA LA CARA LIBRE.

SI LA SEPARACION O ESPACIAMIENTO ES RELATIVAMENTE PEQUEÑO LA CARA LIBRE ES ABATIDA SIN MUCHA DEFORMACION Y SE PUEDE CONSIDERAR QUE LOS ESFUERZOS DEL CORTE, FLEXION Y TRACCION SON BASTANTE DEBILES EN EL INTERIOR DE LA ROCA, NATURALMENTE CON LA EXCEPCION DE LA LINEA QUE UNE LOS BARRENOS, DONDE SE PRODUCE UN ESFUERZO DE TENSION DE VALOR MUY ELEVADO.

SI EN UNA ROCA HOMOGENEA (FIG. II.III) SE DETONAN INSTANTANEAMENTE DOS BARRENOS, ESTOS DESPRENDERAN TODA LA PIEDRA O BORDO EN COMUN, ARRANCANDOLO EN UN TROZO DE ROCA UNICO. LO ANTERIOR NO SUCEDE SI A CADA BARRENO SE LE ASIGNA UN RETARDADOR, QUE, EN TAL CASO, CADA BARRENO DEBE DE ARRANCAR INDIVIDUALMENTE SU PARTE DE PIEDRA O BORDO. ELLO RETRASA EL LANZAMIENTO PERO AUMENTA LA FRAGMENTACION DE LA PIEDRA.

EN EL CAMPO DE LOS EXPLOSIVOS, EL CARGAR CON TIEMPOS EN LOS DIFERENTES BARRENOS Y DEPENDIENDO DE LA PLANTILLA E INICIACION DE LA EXPLOSION SE CONOCE EL SISTEMA DE ROMPIMIENTO "UNO-DOS", ES DECIR, TODOS LOS BARRENOS SE AYUDAN ENTRE SI PARA LOGRAR UNA MEJOR FRAGMENTACION A LA SALIDA DE LOS PRIMEROS AUXILIADOS POR LOS DE ATRAS.

ES MUY IMPORTANTE CONOCER QUE EN LA VOLADURA DE ROCAS LA INICIACION POR SECUENCIA DE LOS BARRENOS ES UNA PARTE MUY IMPORTANTE PARA LOGRAR UNA BUENA FRAGMENTACION Y UN DESPLAZAMIENTO PROGRAMADO DE LA ROCA.

LA INICIACION EN SECUENCIA O POR RETARDOS CON ESTOPINES ELECTRICOS DE TIEMPO NONELS (NO ELECTRICO) O DE OTROS METODOS DE INICIACION PARA LOS BARRENOS PROGRAMADOS, PERMITIRA LA DETONACION EN SECUENCIA DE CADA UNO DE LOS INICIADORES EVITANDO VIBRACIONES INNECESARIAS, CONTROLADAS EN MUCHOS CASOS.

EL TIEMPO, GENERALMENTE MEDIDO EN MILISEGUNDOS ENTRE CADA UNO DE LOS INICIADORES PERMITIRA LA MAYOR FUERZA Y EFECTOS POR BARRENO, UTILIZACION MAXIMA DE LOS GASES QUE SE GENERAN Y CON ELLO EL DESPLAZAMIENTO DEL MATERIAL. ESTA PLANEACION DE LOS TIEMPOS EN LAS VOLADURA Y EL APROVECHAMIENTO DEL EFECTO "UNO-DOS" GENERALIZADO A TODOS LOS BARRENOS A DETONARSE, DARAN MAYOR ROMPIMIENTO Y DESPLAZAMIENTO DE LOS MATERIALES. DE AHI QUE SE PUEDA PROGRAMAR EN BASE EN EL DIAMETRO DEL BARRENO Y LA PLANTILLA CORRESPONDIENTE, EL MOVIMIENTO DEL FRENTE Y EL TAMAÑO DE LA ROCA NECESITADA.

LA FRAGMENTACION DE LA ROCA ES VITAL. LOS COSTOS SE MANEJAN DE ACUERDO A LA PLANEACION. TODA LA OPERACION DE LA MINA, CANTERA, CEMENTERA, TAJOS ABIERTOS O CUALQUIER OTRO TRABAJO SE VERA AFECTADO O BENEFICIADO SI SE LOGRA O NO LA BUENA FRAGMENTACION (FIG. II.III).

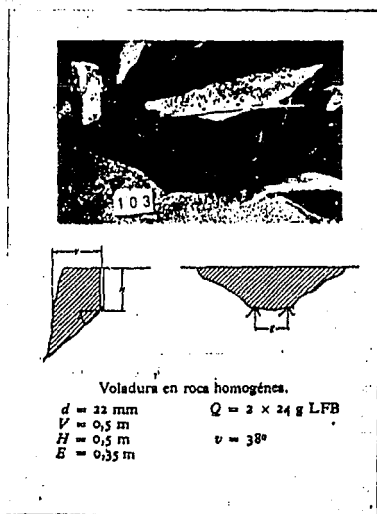


FIG. II.III

CAPITULO III

EL EXPLOSIVO COMO ARMA IMPORTANTE DE TRABAJO EN EL DESARROLLO DE TRABAJOS EN LA INGENIERIA CIVIL

- III.I GENERALIDADES
- III.II CONSTRUCCION DE CAMINOS
- III.III DEMOLICION DE EDIFICIOS
- III.IV LOCALIZACION DE YACIMIENTOS
- III.V DEMOLICIONES BAJO EL AGUA
- III.VI ESTIMULACION DE POZOS DE AZUFRE
- III.VII FRACTURA DE COQUILAS
- III.VIII PLASTEOS

III. I GENERALIDADES

PARA INTERPRETAR DEBIDAMENTE LA FUNCION DEL EXPLOSIVO Y SUS EFECTOS AL DETONARLO, ASI COMO EL TRABAJO QUE DESARROLLA EL MISMO EN ESTE FIN TAN PARTICULAR DE LA INGENIERIA CIVIL ES IMPORTANTE QUE SE IDENTIFIQUE LA FINALIDAD ESPECIFICA DEL EXPLOSIVO Y LOS ACCESORIOS QUE SE UTILIZARAN COMO EL CONCEPTO DE LA EXPLOSION QUE GENERA UNA FUERZA DE TRABAJO CON CARACTERISTICAS MUY ESPECIALES Y DEFINIDAS. EN LA INGENIERIA CIVIL ENCONTRAMOS LA NECESIDAD DE CONTAR CON UNA HERRAMIENTA QUE NOS PERMITA EN LA MAYORIA DE LOS CASOS ROMPER, DESPLAZAR, FRAGMENTAR LA ROCA, QUE NOS DE COMO RESULTADO UN COSTO RAZONABLE, LOGRANDO LOS AVANCES QUE LA OBRA REQUIERE, ESTANDO ESTA PROGRAMADA EN BASE TIEMPO/COSTO, EFECTUANDO ESTOS TRABAJOS CON LA SEGURIDAD INDISPENSABLE PARA TODO TIPO DE TRABAJO. ESTOS Y MUCHOS OTROS PUNTOS DEBEN DE TOMARSE EN CUENTA PARA REALIZAR UNA BUENA OBRA DE INGENIERIA CIVIL. EL EXPLOSIVO DEBE DE TOMARSE COMO UN ARMA DE TRABAJO INDISPENSABLE EN LOS TIEMPOS MODERNOS. SU APLICACION TECNICA DARA LOS RESULTADOS ESPERADOS.

EN EL MOMENTO EN QUE SE EMPIEZA A CARGAR UN BARRENO SE CUENTA CON UN DIAGRAMA DE BARRENACION, UN FACTOR DE CARGA, UNA RELACION DE ALTO EXPLOSIVO Y AGENTE EXPLOSIVO, LOS DATOS GEOLOGICOS Y DE MECANICA DE ROCAS, LA PLANTILLA INDICADA PERMITIRA QUE EL EFECTO DEL EXPLOSIVO, BARRENO POR BARRENO, EFECTUE EL ROMPIMIENTO Y EL DESPLAZAMIENTO DE LA ROCA EN LA FORMA PROGRAMADA Y EN BASE A LOS ACCESORIOS QUE SE UTILICEN PARA DETONAR SECUENCIALMENTE CADA UNO DE LOS BARRENOS Y ASI PERMITIR EL DESPLAZAMIENTO DE LOS VOLUMENES AL FRENTE ANTES DE LOS VOLUMENES DE MATERIAL QUE SE ENCUENTREN EN VOLUMENES TRASEROS Y/O LATERALES.

CON UNA PROGRAMACION REALIZADA TECNICAMENTE DARA COMO RESULTADO UNA VOLADURA, CON BUENA FRAGMENTACION Y POCA VIBRACION, SIENDO ESTAS LAS MINIMAS DESEABLES. LA DETONACION DE CARGAS CON MILSEGUNDOS ENTRE UNO Y OTRO BARRENO PERMITIRA QUE NO SE SUMEN LAS VIBRACIONES, DANDO COMO RESULTADO UNA VIBRACION CONTROLADA Y MINIMA SEGUN SEA EL CASO.

EN LA APLICACION DE LOS EXPLOSIVOS DEBEMOS DE TOMAR EN CUENTA QUE LO MAS IMPORTANTE ES LA SELECCION DE LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS YA QUE ELLOS UTILIZADOS TECNICAMENTE DARAN RESULTADOS OPTIMOS.

ASI, EN UN TAJO ABIERTO DE VOLUMENES GRANDES A DESPLAZARSE, CARGAREMOS CON SU CARGA DE FONDO Y SU CARGA DE COLUMNA. EN OTROS CASOS CON CEBO Y CARGA DE COLUMNA, PERO EN CADA CASO CON SU RETARDO CORRESPONDIENTE EL CUAL LE DARA LA DIRECCION Y FRAGMENTACION, ASI COMO EL EMPUJE DE LA ROCA.

EN UNA OPERACION DEL CARBON, DONDE LOS GRANDES VOLUMENES DE ROCA ESTAN CONSTITUIDOS EN EL DESCAPOTE Y ESTOS HAN DE MOVILIZARSE SIN AFECTAR EL ESTRATO DEL CARBON SERA NECESARIO CARGAR HASTA DETERMINADA ALTURA, REMOVER LA ROCA DEL DESCAPOTE Y POSTERIORMENTE TRABAJAR EL ESTRATO DEL CARBON.

EN ALGUNOS PAISES, EL ESTRATO DE CARBON ES TAN GRUESO QUE MUCHAS VECES LOS ESTRATOS SALEN A LA SUPERFICIE UTILIZANDO EL EXPLOSIVO SOLO PARA BRONQUEARLO Y AFLOJARLO A FIN DE QUE LA MAQUINARIA PUEDA EXTRAERLO DEBIDAMENTE.

ASI EL EXPLOSIVO LO UTILIZAREMOS PARA ROMPER Y DESPLAZAR LA ROCA. UN PRINCIPIO BASICO A UTILIZARSE EN LA INGENIERIA CIVIL PARA UN SIN NUMERO DE OBJETIVOS.

III.II CONSTRUCCION DE CAMINOS

EL EXPLOSIVO EN LA CONSTRUCCION DE CAMINOS TIENE UN PAPEL SUMAMENTE IMPORTANTE, YA QUE NOS PERMITE EN FORMA ECONOMICA Y RAPIDA EL PODER TRABAJAR LAS AREAS ROCOSAS.

EL AVANCE DE LA OBRA DEPENDERA DE LOS MOVIMIENTOS DE MATERIALES QUE PERMITAN SUS CORTES, SUS RELLENOS, SUS CANTILES, SUS PENDIENTES. EL EXPLOSIVO JUEGA UN PAPEL IMPORTANTE EN CADA UNO DE ESTOS CASOS.

LA BARRENACION DE LA ROCA QUE SE EFECTUE HA DE SER CARGADA CON EL EXPLOSIVO MAS APROPIADO PARA LA ROCA. ESTA BARRENACION CONTROLADA POR MEDIO DE UNA PLANTILLA, LA CUAL DARA UNA ALTURA DE BARRENO, UN ESPACIAMIENTO, UN BORDO Y UNA ASIGNACION DE RETARDOS DANDO COMO RESULTADO QUE LLEGUEMOS A LA ALTURA DE PISO DESEADO CON UNA FRAGMENTACION OPTIMA LA CUAL NOS DARA UNA EFICIENCIA EN EL EQUIPO.

EL BARRENO HA DE SER CARGADO DEBIDAMENTE. EL EXPLOSIVO HA DE DESLIZARSE HASTA EL FONDO DEL BARRENO ASEGURANDONOS QUE ESTE HAYA QUEDADO CONFINADO AL FONDO DEL MISMO PARA SU MAYOR EFECTIVIDAD.

EL EXPLOSIVO EN LA CARGA DE FONDO HA DE INICIARSE CON EL DETONADOR CORRESPONDIENTE. ESTA CARGA A SU VEZ PROPAGARA LA EXPLOSION A LA CARGA DE COLUMNA COMUNMENTE DE ANFO. EL BARRENO, UNA VEZ CARGADO A LA ALTURA CORRESPONDIENTE DEBERA DE TAQUEARSE O TAPONARSE PARA LA MAYOR EFECTIVIDAD DEL EFECTO DEL EXPLOSIVO.

UNA VEZ REALIZADO EL TRAZO Y EL ESTACADO DEL CAMINO, EN ESTA OCASION SE CONSTRUIRA EN TERRENO ROCOSO, SERA VITAL PROGRAMAR EL DESARROLLO DEL TRABAJO TOMANDO EN CUENTA LA PERFORACION DE LA CUAL SE DISPONDRA LA APLICACION DE LOS EXPLOSIVOS, AGENTES EXPLOSIVOS Y LOS ACCESORIOS CORRESPONDIENTES COMO EL CONOCER EN DETALLE EL EQUIPO CON EL QUE SE CUENTA A FIN DE PODER RETIRAR LA REZAGA.

PARTIENDO DEL EQUIPO DISPONIBLE HABRA DE BARRENARSE DE ACUERDO A LA PLANTILLA APROPIADA QUE IRA EN FUNCION DEL DIAMETRO DE LA BARRENA, EL ALCANCE EN PROFUNDIDAD, EL TIPO DE ROCA, ASI COMO EL TAMAÑO DE ROCA QUE SE REQUIERA PARA LA OBRA. LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL TERRENO DEBERAN DE SER ESTUDIADAS Y ANALIZADAS POR EL CONSTRUCTOR PARA PROGRAMAR SU OBRA, COSTO Y SEGURIDAD DE OPERACION.

CONSIDERANDO COMO EJEMPLO UN CORTE EN CAJON, LA BARRENACION SERA CORTA EN UN PRINCIPIO PARA DAR PISO. ESTA IRA AUMENTANDO HACIA EL ATAQUE DE LAS PARTES MAS ALTAS.

EL AVANCE EN EL FRENTE DEPENDERA DE ENTRE OTROS IMPORTANTES FACTORES, DE QUE LAS VOLADURAS LAS EFECTUEMOS CORRECTAMENTE. EL EXPLOSIVO ES EL MEDIO MAS RAPIDO Y ECONOMICO PARA DAR EL AVANCE APROPIADO A UNA OBRA. SI LA VOLADURA QUE SE EFECTUA OFRECE COMO RESULTADO UNA BUENA FRAGMENTACION Y EMPUJE DEL MATERIAL EL EQUIPO DE REZAGA DARA UN RENDIMIENTO ALTO.

III.III DEMOLICION DE EDIFICIOS

LA DEMOLICION DE EDIFICIOS ES UNA TECNICA COMPLICADA QUE PARTE DE UN PRINCIPIO SIMPLE: EL QUITAR LOS APOYOS EN UN ORDEN SECUENCIAL PARA PROVOCAR MOMENTOS Y ESFUERZOS CORTANTES EN LOZAS Y COLUMNAS.

PARA LLEVAR A CABO LA DEMOLICION DE UN EDIFICIO DEBE DE HABER UN CONTROL ABSOLUTO DE ACTIVIDADES Y ESTAS DEBEN DE ESTAR EN BASE A UN PROGRAMA ESTABLECIDO POR TECNICOS EN EXPLOSIVOS.

UNA VEZ ANALIZADA LA ESTRUCTURA, SI ESTA ES DE CONCRETO, SE PROCEDE A REMOVER TODOS LOS MUROS APARENTES Y DE CARGA, CONCENTRANDO ASI LAS CARGAS EN LAS COLUMNAS Y TRABE, LAS COLUMNAS SON BARRENADAS POR LO REGULAR EN UN DIAMETRO DE 1 1/4 PULGADAS PARA UTILIZAR SALCHICHAS DE 1 X 8 PULGADAS, LA LONGITUD DEL BARRENO SERA UN 95% DEL PERALTE DE LA COLUMNA Y LLEVARA TRES O CUATRO BARRENOS TRANSVERSALES A LO LARGO DE LA COLUMNA PARA LOGRAR COLAPSAR EL APOYO UNA VEZ TENIENDO CARGADO LOS BARRENOS Y LAS COLUMNAS CON SUS TIEMPOS CORRESPONDIENTES LOS CUALES DARAN LA DIRECCION DE LA CAIDA. POR EJEMPLO, EN EL CASO DE DEMOLER UN EDIFICIO HACIA SU MISMO CENTRO TENDRA EN EL CENTRO DEL EJE DE LAS COLUMNAS TIEMPOS INSTANTANEOS, EN EL SIGUIENTE CIRCULO TENDRA RETARDOS MAYORES Y ASI SUCESIVAMENTE HASTA LLEGAR AL ULTIMO EJE DE COLUMNAS. LOS RETARDOS PUEDEN SER ESTOPINES ELECTRICOS O NO ELECTRICOS.

EN EL CASO DE QUE LA ESTRUCTURA SEA DE ACERO SE PROCEDE A LA UTILIZACION DE CARGAS DIRIGIDAS. ESTAS CARGAS SON ESPECIALES PARA CORTAR ACERO YA QUE FORMAN UN AS DE ENERGIA EXPLOSIVA LA CUAL ACTUA SOBRE LA ESTRUCTURA FUNDIENDOLA Y CORTANDOLA A LA VEZ.

EL METODO DE DEMOLICION POR EXPLOSIVOS ES MAS O MENOS UN 30% MAS BARATO QUE EL METODO TRADICIONAL. ESTE FACTOR VARIA DEPENDIENDO DE LOS FACTORES EXTERNOS, EL GRADO DE SEGURIDAD, ESTRUCTURAS CERCANAS, ETC.

ES COMUN, EN CASO DE EDIFICIOS O ESTRUCTURAS ALTAS, AMARRAR CABLES DE AYUDA, CABLES DE ACERO QUE PERMITIRIAN SUJETAR Y DIRIGIR LA CAIDA DE ELEMENTOS, FORZANDO LA DEMOLICION EN LA DIRECCION REQUERIDA.

III.IV LOCALIZACION DE YACIMIENTOS

EL EXPLOSIVO ES UN ARMA DE TRABAJO IMPORTANTE EN LA LOCALIZACION DE YACIMIENTOS PETROLIFEROS O ALGUN OTRO TIPO DE ESTRATO. EL EXPLOSIVO UTILIZADO EN ESTE CASO ES UN EXPLOSIVO ESPECIAL, EL CUAL ES DETONADO A LA PROFUNDIDAD ESTABLECIDA. AL DETONAR ESTE ENVIA ONDAS "P" Y "S" A LA SUPERFICIE LAS CUALES SON MEDIDAS CON SISMOGRAFOS DANDO PARAMETROS LOS CUALES SE COMPARAN CON TABLAS MOSTRANDO ASI LOS TIPOS DE ESTRATOS.

III.V DEMOLICION BAJO EL AGUA

LA DEMOLICION BAJO EL AGUA SE PUEDE LLEVAR A CABO DE TRES FORMAS Y ESTAS SON:

A) PERFORACION Y CARGADO DESDE LA SUPERFICIE POR MEDIO DE UNA PLATAFORMA FLOTANTE CON ZANCOS O ANCLAS PARA PODER FIJARLA, UN SISTEMA DE BARRENACION DENOMINADO D.O.S., EL CUAL BARRENA Y PERMITE CARGAR EL EXPLOSIVO A TRAVES DE LA BARRENA, HACIENDO TODA LA OPERACION DESDE LA SUPERFICIE.

B) PERFORACION Y CARGADO BAJO EL AGUA. ESTE SISTEMA ESTA EN BASE A UNA PLATAFORMA LA CUAL TIENE EL COMPRESOR QUE ALIMENTA EL TRACK-DRILL QUE SE ENCUENTRA BAJO EL AGUA MANEJADO POR UN BUZO, EL CUAL CARGA LOS BARRENOS.

C) COLOCACION DE CARGAS DIRIGIDAS. ESTE SISTEMA ES MUY COMODO YA QUE SE PREPARAN TODAS LAS CARGAS Y CONEXIONES EN LA SUPERFICIE, SE BAJAN CON UNA GRUA SIENDO DEPOSITADAS EN LA ZONA QUE SE VA A ATACAR. ESTE SISTEMA ES MUY PRACTICO PERO DA AVANCES EN LA MAYORIA DE LOS CASOS DE 1.20 MTS. A 1.50 MTS DE PROFUNDIDAD.

EL EXPLOSIVO, CUANDO TRABAJA BAJO EL AGUA EN AL MAYORIA DE LOS CASOS NO ES NECESARIO PONERLO TACO YA QUE EL AGUA FUNCIONA COMO TAPON, PERO A LA VEZ EJERCE UNA PRESION HIDROSTATICA CONTRA LA QUE TENDRA QUE TRABAJAR EL EXPLOSIVO. ESTO PROVOCA QUE LOS FACTORES DE CARGA SEAN DE 1 A 2 KG/M³.

EN CUANTO AL EXPLOSIVO, ESTE TIENE UNA DENSIDAD DE 1.2 POR LO TANTO ESTE NO FLOTA. TIENE UNA RESISTENCIA AL AGUA DE 72 HORAS SIEMPRE Y CUANDO SE ENCUENTRE DENTRO DEL EMPAQUE DE POLIETILENO.

III.VI ESTIMULACION DE POZOS DE AZUFRE.

EN COACHAPA, VERACRUZ SE DESARROLLA UNA OPERACION DE EXTRACCION DE AZUFRE MUY ESPECIAL, YA QUE ESTA EXTRACCION ES A UNA PROFUNDIDAD DE -500 MTS DEL N.M.M., DONDE SE ENCUENTRA EL ESTRATO CALIZA/AZUFRE LA CONEXION DEL ESTRATO CON LA SUPERFICIE SE HACE POR MEDIO DE UN BARRENO CON UN DIAMETRO DE 13 PULGADAS, EL CUAL VA ENCAMISADO EN TODA SU LONGITUD. UNA VEZ QUE LLEGA AL ESTRATO LA CAMISA SE CONVIERTE EN PICHANCHA. UNA VEZ REALIZADA ESTA OPERACION SE PROCEDE A INTRODUCIR LA TUBERIA QUE VA AL CENTRO DE LA CAMISA QUE CONSTA DE TUBOS DE INYECCION DE AGUA Y VAPOR CON UNA PRESION APROXIMADA DE 40 KG/CM2. ESTA INYECCION TIENE COMO FIN EL DE DISOLVER LOS CRISTALES DE AZUFRE DEL ESTRATO. UNA VEZ DISUELTOS ESTOS SUBIRAN A LA SUPERFICIE POR DIFERENCIA DE DENSIDAD.

TODOS LOS BARRENOS SE INTERCONECTAN A LA PROFUNDIDAD DEL ESTRATO PERO EN OCASIONES, UNA VEZ REALIZADO EL BARRENO DE EXTRACCION DE AZUFRE NOS ENCONTRAMOS CON QUE ESTE TIENE UN COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD NULO POR LO TANTO NO DEJA QUE EL POZO SE INTERCONECTE CON LOS DEMAS POZOS QUEDANDO INSERVIBLE UNA VEZ HECHA TODA LA INVERSION. AQUI EL UNICO RECURSO SERIA EL EXPLOSIVO, Y ESTE DEBERIA DE SER DISEÑADO ESPECIALMENTE PARA ESTE CASO YA QUE LAS VARIANTES ERAN DEMASIADO EXTREMOSAS: CALOR, PRESION HIDROSTATICA, FORMA DE CARGADO, TIPO DE INICIACION, ETC.

TODAS LAS VARIANTES TENIAN QUE SER ANALIZADAS Y RESUELTAS ANTES DE EMPEZAR A TRABAJAR PARA NO ENCONTRARSE CON SORPRESAS Y TENER UN GRADO ALTO DE SEGURIDAD. EL EXPLOSIVO QUE PODRIA TRABAJAR CONTRA TODO ESTE TIPO DE INCONVENIENTES DANDO RESULTADOS OPTIMOS SERIA EL ATV, COMPUESTO DE TRES EXPLOSIVOS DE ALTA POTENCIA: PTN, RDX Y TNT, ENVASADO EN CILINDROS DE CARTON CON UN DIAMETRO Y ALTURA DE 12 CM CON ORIFICIOS A LO LARGO DE LA CARGA PARA PASAR EL PRIMACORD REFORZADO, UNIENDO CARGA TRAS CARGA HASTA LLEGAR AL TOTAL DE KILOS DESEADOS. ESTOS SERIAN SOSTENIDOS POR UN CABLE, EL CUAL LOS DEPOSITARIA AL FONDO DEL BARRENO UNA VEZ CARGADOS EN LA SUPERFICIE.

LAS DETONACIONES SE LLEVAN A CABO EXITOSAMENTE YA QUE CONECTO UN BARRENO CON LOS DEMAS BARRENOS Y EMPIEZA A BROSTAR AZUFRE DEBIDO A LA PRESION EXISTENTE EN EL SISTEMA.

III.VII FRACTURA DE COQUILAS

LA FRACTURA DE COQUILAS ES UNA OPERACION REALIZADA EN MONCLOVA PARA ALTOS HORNOS DE MEXICO Y LA CUAL CONSISTE EN DEMOLER VARIAS COQUILAS (MOLDES DE ACERO FRAGIL UTILIZADOS EN LA PRODUCCION DE LINGOTES DE ACERO) A LA VEZ, CON ANTERIORIDADES SE FRACTURABAN A BASE DE UNA GRUA CON BOLA LA CUAL LAS GOLPEABA HASTA QUE ESTAS ERAN DESTRUIDAS. EL PROCESO ERA DEMASIADO LENTO POR LO TANTO SE PROCEDIO A DISEÑAR UNO CON EXPLOSIVOS, EL CUAL CONSISTIA EN PONER EL MOLDE (EN FORMA DE CILINDRO ELIPSOIDAL DE 2.5 MTS DE ALTURA, .23 MTS. DE ESPESOR, 1.2 EN LA PARTE MAS ESTRECHA, 2 MTS EN LA PARTE MAS LARGA, DE 26 TONS C/U) EN UN CONJUNTO DE MOLDES, POR EJEMPLO 6 X 6, INTRODUCIR UNA BOLSA DE POLIETILENO EN EL INTERIOR DE CADA UNO, RELLENARLOS DE AGUA, INTRODUCIR UNA CARGA CALCULADA DE EXPLOSIVO AL CENTRO DE CADA COQUILA, LA CUAL SERIA INICIADA CON PRIMACORD, PARA QUE FUESE INSTANTANEA EN TODOS LOS PUNTOS Y ESTO PROVOCASE QUE SE DESTRUYERAN ENTRE SI. LA OPERACION SE LLEVO A CABO EXITOSAMENTE. EL AGUA NO COMPRESIBLE Y POR EL EFECTO DEL EXPLOSIVO DEMOLIA EN PEDAZOS UTILIZABLES LA MOLE DE 864 TONS EN CONJUNTO.

III.VIII PLASTEOS

EN ALGUNAS OCASIONES QUEDAN ROCAS GRANDES LAS CUALES ESTORBAN EL TRANSITO DE LOS VEHICULOS PESADOS Y EL DEMOLERLAS BAJANDO UN EQUIPO DE PERFORACION ES EN OCASIONES MUY COSTOSO. POR LO TANTO SE PROCEDE A PLASTEAR O MONEAR LA ROCA. ESTA OPERACION ES SENCILLA DE LLEVAR A CABO YA QUE SOLO SE NECESITA UN CEPILLO DE ALAMBRE PARA TALLAR LA SUPERFICIE DE LA ROCA. UNA VEZ REALIZADO ESTE PASO SE TOMA UNA PORCION DE EXPLOSIVO Y ESTE ES COLOCADO EN LA SUPERFICIE DE ROCA LIMPIA. CUANDO LA ROCA ES DEMASIADO GRANDE Y REQUIERE DE VARIAS PLASTAS ESTAS DEBEN DE SER INICIADAS CON CORDON DETONANTE PARA QUE TODAS DETONEN AL MISMO TIEMPO Y NO UNA LANCE A LA OTRA DEJANDOLA SIN EFECTO.

CAPITULO IV

DESCRIPCION DE LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU USO EN LA INGENIERIA CIVIL

IV. DIVISION DE LOS EXPLOSIVOS

LOS EXPLOSIVOS COMERCIALES SE DIVIDEN EN TRES TIPOS:

ESTA DIVISION DEPENDE DE LA VELOCIDAD DE LA REACCION QUIMICA.

LA POLVORA NEGRA Y LA POLVORA SIN HUMO ACTUAN RELATIVAMENTE LENTAS DEBIDO A QUE SE QUEMAN O DEFLAGRAN Y NO DETONAN COMO ES EL CASO DEL ALTO EXPLOSIVO. LA POLVORA SIMPLEMENTE SE QUEMA SI SE ENCIENDE EN EL EXTERIOR, PERO SI ESTA CONFINADA Y COMPACTADA EN UN RECIPIENTE DE MADERA, PLASTICO, ETC., ESTA EXPLOTA. ESTA QUE ES UNA REACCION QUIMICA ES INICIADA POR UNA CHISPA O FUEGO. SE LE UTILIZA COMO UN CONDUCTOR DE FLAMA Y CALOR.

LOS ALTOS EXPLOSIVOS Y AGENTES EXPLOSIVOS SON INICIADOS POR UN DETONADOR. LOS ALTOS EXPLOSIVOS Y AGENTES EXPLOSIVOS SON INSENSIBLES AL CALOR, CHOQUE Y A LA FRICCION.

TAMBIEN A LOS INICIADORES O FULMINANTES SE LES CONSIDERA ALTOS EXPLOSIVOS, DEBIDO A QUE CON UNA PEQUEÑA CANTIDAD DE EXPLOSIVO DEBEN DE PRODUCIR UNA ENERGIA QUE PUEDA DETONAR AL ALTO EXPLOSIVO Y AL AGENTE EXPLOSIVO, LOS CUALES EN ALGUNAS OCASIONES SON POCO SENSITIVOS. HAY VARIEDAD DE ESTOS ELEMENTOS DE IGNICION. POR EJEMPLO, LOS FULMINANTES, ESTOPINES, VELADORAS O BOOSTERS.

IV.II PROPIEDADES DE LOS EXPLOSIVOS

SE SABE DE ANTEMANO QUE LOS EXPLOSIVOS SE CARACTERIZAN POR TENER UNA REACCION QUIMICA, POR LO TANTO SE DIVIDEN QUIMICAMENTE EN DOS AMPLIAS CLASES: MEZCLAS MECANICAS Y COMPUESTOS QUIMICOS.

IV.II.I MEZCLAS MECANICAS.

ENTRE SI CON ALGUN MATERIAL, EL CUAL OBTENGA OXIGENO COMO ES EL CASO DE LA POLVORA NEGRA, DONDE EL CARBON Y EL AZUFRE ESTAN MEZCLADOS CON NITRATO DE POTASIO. EN ESTE CASO EL CARBON ES UN COMBUSTIBLE. EL AZUFRE ES USADO PARA INICIAR O PRENDER LA MEZCLA Y EL NITRATO DE POTASIO ES EL OXIDANTE O AGENTE QUE DA EL OXIGENO.

IV.II.II COMPUESTO QUIMICO.

UN EJEMPLO ES LA NITROGLICERINA (OXIDO NITRICO Y GLICERINA) DEBIDO A QUE ESTA EN CADA MOLECULA CONTIENE AMBAS: EL COMBUSTIBLE Y EL OXIGENO NECESARIO PARA LLEVAR A CABO LA DETONACION.

EN ALGUNOS CASOS TENEMOS MEZCLAS MECANICAS DONDE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS NO ES EXPLOSIVO POR SI SOLO. UN EJEMPLO ES LA NITROGLICERINA (ACIDO NITRICO Y GLICERINA) DEBIDO A QUE ESTA EN CADA MOLECULA CONTIENE AMBAS: EL COMBUSTIBLE Y EL OXIGENO NECESARIO PARA LLEVAR A CABO LA DETONACION.

EN ALGUNOS CASOS TENEMOS MEZCLAS MECANICAS DONDE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS ES EXPLOSIVO POR SI SOLO. UN EJEMPLO DE ESTO ES LA DINAMITA-GELATINA, LA CUAL ES UNA MEZCLA DE NITRO CELULOSA Y NITROGLICERINA DONDE CADA UNA DE ELLAS ES UN EXPLOSIVO.

EN EL MERCADO DE LOS EXPLOSIVOS SE OFRECE UNA GRAN VARIEDAD DE ELLOS, LOS CUALES PUEDEN DAR DIFERENTES FUNCIONES SEGUN SEA LA NECESIDAD.

IV.III EXPLOSIONES

HAY TRES TIPOS BASICOS DE EXPLOSIONES.

EXPLOSIONES MECANICAS O FISICAS POR EJEMPLO. AQUELLAS CAUSADAS O PRODUCIDAS POR UNA RETENCION DE VAPOR DEBIDO A UNA MALA VALVULA, LA CUAL PRODUCE UNA PRESION EXCESIVAMENTE ALTA HASTA QUE EXPLOTA.

EXPLOSIONES NUCLEARES O ATOMICAS, LAS CUALES SON CREADAS CUANDO UN ATOMO ES PARTIDO.

LAS EXPLOSIONES QUIMICAS, EN ESTE CASO, SON LAS QUE NOS INTERESAN, DEBIDO A QUE ESTAS SON PRODUCIDAS POR LOS EXPLOSIVOS COMERCIALES. UN EXPLOSIVO QUIMICO ES UNA SUBSTANCIA ESTABLE LA CUAL SE PUEDE DESCOMPONER VIOLENTAMENTE, PRODUCIENDO GRANDES CANTIDADES DE CALOR, ENERGIA Y GASES. ESTOS SON GENERADOS Y LIBERADOS A VELOCIDADES MUY ALTAS.

LA PRESION Y CALOR SON GENERADOS A UNA VELOCIDAD DE 14,400 KM/HR.

LOS EFECTOS FUNDAMENTALES DE UNA EXPLOSION SE PUEDEN DESGLOSAR DE LA SIGUIENTE MANERA: HAY UNA VOLADURA, UNA ONDA DE AIRE SE MUEVE HACIA AFUERA A VELOCIDADES ARRIBA DE LOS 2,000 MTS/SEG, ESTO CREA PRESIONES ALTAS DE 500 KG/CM² Y TAMBIEN CALOR Y FLAMA, TEMPERATURAS DE 3,000 A 4,000 GRADOS CENTIGRADOS SON COMUNES. HAY RUIDOS LOS CUALES SON CAUSADOS POR LAS PRESIONES DE GASES QUE SE ESTAN LIBERANDO. HAY FRAGMENTACION, LOS MATERIALES SERAN QUEBRADOS, TRITURADOS Y FRAGMENTADOS Y SE MOVERAN AFUERA EN TIERRAS SIMILAR A UN SISMO Y FINALMENTE HAY HUMO, PRIMERO BIOXIDO DE CARBONO, NITROGENO Y VAPOR, PERO TAMBIEN GASES VENENOSOS COMO MONOXIDO DE CARBONO Y GAS NITROSO.

PODEMOS SINTETIZAR LOS EFECTOS DE UNA EXPLOSION EN DETONACION, CALOR, RUIDO, FRAGMENTACION, MOVIMIENTO DE TIERRA, SUCCION Y HUMO. LA CONSISTENCIA Y GRADO DE CADA UNO DE ELLOS PUEDE SER CONTROLADA POR EL POBLADOR, DEPENDIENDO DEL TIPO DE PRODUCTO EXPLOSIVO QUE SE USE Y LAS TECNICAS DE CARGADO, FORMA DE IGNICION Y FORMA DE CONEXION.

IV.IV. CARACTERISTICAS DE LOS EXPLOSIVOS

IV.IV.I VELOCIDAD

EL TERMINO VELOCIDAD SE REFIERE A LA RAPIDEZ CON LA CUAL LOS EXPLOSIVOS DETONAN. UNA DEFINICION MAS EXACTA ES LA RAPIDEZ CON QUE SE MUEVEN LAS ONDAS DE DETONACION A TRAVES DEL EXPLOSIVO. LA VELOCIDAD SE EXPRESA EN MILES DE METROS POR SEGUNDO. POR EJEMPLO: SI SE CARGA UNA COLUMNA DE 3,500 MTS. DE LARGO EN 1 1/4" DE DIAMETRO Y EL EXPLOSIVO TIENE UNA VELOCIDAD DE 3.500 MTS/S ESTE BARRENO IMAGINARIO DETONA INSTANTANEAMENTE EN TODAS PARTES A LO LARGO DE LOS 3,500 MTS.

LA VELOCIDAD DE UN EXPLOSIVO ES UNA MEDIDA APROXIMADA DE FRAGMENTACION. HABLANDO GENERALMENTE, LOS EXPLOSIVOS DE MAS VELOCIDAD PRODUCEN MAS CORTANTE CON UNA MEJOR ACCION DE FRAGMENTACION. UN EXPLOSIVO CON UNA VELOCIDAD BAJA TENDRA MAS DIFICULTAD O ESFUERZO PARA FRAGMENTAR O LANZAR. EJEMPLO: VAMOS A SUPONER QUE SE TIENE UNA ROCA DE LA CUAL SE ENCUENTRA LA MITAD ENTERRADA. EN ESTE CASO SE TIENEN DOS OPCIONES: UNA DE ELLAS ES UTILIZAR UN EXPLOSIVO CON UNA VELOCIDAD ALTA PARA FRAGMENTAR LA ROCA O UTILIZAR UN EXPLOSIVO DE BAJA VELOCIDAD, EL CUAL NOS EMPUJARIA O LEVANTARIA LA ROCA HACIENDO EL MENOR DAÑO POSIBLE.

IV.IV.II POTENCIA

SE REFIERE AL CONTENIDO DE ENERGIA. ES LA MEDIDA DE POTENCIA Y FUERZA QUE DESARROLLARA. POTENCIA NO DEBE DE SER CONFUNDIDA CON VELOCIDAD YA QUE PODEMOS TENER UN EXPLOSIVO FUERTE Y PODEROSO QUE ES RELATIVAMENTE LENTO EN LA ACTIVACION. LA ESCALA DE POTENCIA DE LA DINAMITA ESTA BASADO EN EL PORCENTAJE DE NITROGLICERINA QUE CONTIENE POR PESO UNA DINAMITA DE 40%.

CONTIENE 40% DE NITROGLICERINA POR PESO. UNA DINAMITA DE 60% CONTIENE EL 60% DE NITROGLICERINA, ETC., UN ERROR ES SUPONER QUE UNA DINAMITA DE 60% TIENE DOS VECES MAS POTENCIA QUE UNA DE 30%. SIGNIFICA QUE CONTIENE DOS VECES MAS ENERGIA, NO QUE CONTIENE DOS VECES MAS POTENCIA, PORQUE OTROS INGREDIENTES APARTE DE LA NITROGLICERINA TAMBIEN CONTRIBUYEN A LA POTENCIA TOTAL DEL EXPLOSIVO. NO TODAS LAS DINAMITAS TIENEN A LA NITROGLICERINA COMO PRINCIPAL INGREDIENTE DE ENERGIA.

UNA DINAMITA HIGROGEL (PESO-POTENCIA= 40% NO CONTIENE 40% DE NITROGLICERINA, PERO EN LA BASE DE PESO TIENE LA MISMA POTENCIA COMO UNA DINAMITA DE NITROGLICERINA DE 40%.

HASTA ESTE PUNTO HEMOS DISCUTIDO "POTENCIA DE PESO". LOS EXPLOSIVOS A VECES ESTAN ESCALADOS EN "POTENCIA DE VOLUMEN", "POTENCIA DE MASA" O "POTENCIA DE CARTUCHO". ESA DINAMITA TIENE LA MISMA POTENCIA DE UN CARTUCHO DEL MISMO TAMAÑO DE UNA DINAMITA DE NITROGLICERINA, MARCADO IGUAL.

NOSOTROS PENSAMOS QUE "POTENCIA DE MASA" ES UNA MEDIDA MAS UTIL EN VOLADURAS COMERCIALES PORQUE UN GRUPO DE GENTE PUEDE CARGAR CIERTO NUMERO DE CARTUCHOS MAS FACILMENTE QUE UN CIERTO NUMERO DE KILOS.

EN RESUMEN: "POTENCIA" ES LA HABILIDAD DE LOS EXPLOSIVOS AL REALIZAR EL TRABAJO Y ESTO DEPENDE DEL VOLUMEN DE GASES LIBERADOS DURANTE LA EXPLOSION.

IV.IV.III DENSIDAD

EN LOS EXPLOSIVOS HAY UN RANGO GRANDE DE DENSIDADES: EL TERMINO "DENSIDAD" SE REFIERE GENERALMENTE AL PESO DE UN OBJETO CUANDO ESTA COMPARADO CON EL PESO DEL MISMO VOLUMEN DE AGUA.

EJEMPLO: USUALMENTE ES NECESARIO TENER MAYOR CONCENTRACION DE EXPLOSIVO POR CADA CENTIMETRO DE BARRENO CUANDO SE TRABAJA EN LOS TUNELES, YA QUE LOS COSTOS DE BARRENACION EN ROCA DURA ES MAS QUE EL COSTO DE LOS EXPLOSIVOS POR METRO CUBICO DE EXCAVACION, ENTONCES SE NECESITA UN EXPLOSIVO CON MUCHO PODER Y DENSIDAD.

EN OTROS CASOS, CUANDO SE TRABAJA CON MATERIALES BLANDOS A VECES ES MEJOR DISTRIBUIR LA POTENCIA DEL EXPLOSIVO A TODO LO LARGO DEL BARRENO. NO SE NECESITA UNA CONCENTRACION DENSA DE POTENCIA Y UN EXPLOSIVO DE BAJA DENSIDAD SERA USADO.

UNA IDEA DE LA DENSIDAD DE VARIOS PRODUCTOS, POR EJEMPLO, EL NUMERO DE CARTUCHOS DE 1 1/4 X 8" EN UNA CAJA DE 25 KG., VARIA APROXIMADAMENTE DE 85 A 205 CARTUCHOS, ENTONCES VEAMOS QUE ALGUNOS CARTUCHOS PESAN CASI 2 O 2 1/2 VECES MAS QUE OTROS CARTUCHOS DEL MISMO TAMAÑO.

IV.IV.IV RESISTENCIA AL AGUA

LA RESISTENCIA AL AGUA EN LOS EXPLOSIVOS COMERCIALES ES VARIABLE. NORMALMENTE LOS ALTOS EXPLOSIVOS COMO HIDROGEL, EMULSIONES, TIENEN BUENA RESISTENCIA PERO LOS AGENTES EXPLOSIVOS (ANFO), PIERDEN SU EFICIENCIA RAPIDAMENTE Y SE VUELVEN INSENSITIVOS.

IV.IV.V HUMO

TODOS LOS EXPLOSIVOS COMERCIALES PRODUCEN GASES CUANDO SON DETONADOS. PRINCIPALMENTE SON MONOXIDOS DE CARBONO Y GAS NITROSO Y LA EXPOSICION A ESTOS GASES QUE SE ENCUENTRAN EN EL "HUMO" PUEDEN SER FATALES. TAMBIEN ES POSIBLE QUE CONCENTRACIONES NO FATALES PUEDAN CAUSAR DAÑOS PERMANENTES. LOS "HUMOS" PUEDEN SER PELIGROSOS AL POBLADOR Y A OTROS QUE SE ENCUENTREN EN EL AREA.

LA CONSISTENCIA Y CANTIDAD DE HUMOS VENENOSOS PRODUCIDOS POR UNA DETONACION ES VARIABLE CON EL TIPO Y GRADO DE EXPLOSIVO USADO. ESTA ES OTRA PROPIEDAD QUE EL POBLADOR DEBE DE CONSIDERAR CUANDO SELECCIONA SU EXPLOSIVO.

IV.IV.VI SENSIBILIDAD Y SENSITIVIDAD

LA "SENSIBILIDAD" SE REFIERE A LA HABILIDAD DE PROPAGACION DE UN EXPLOSIVO Y LA "SENSITIVIDAD" A LA FACILIDAD CON LA CUAL PUEDE SER INICIADO. EL EXPLOSIVO DEBE DE TENER UN GRADO SUFICIENTE DE "SENSIBILIDAD" PARA ASEGURAR UNA DETONACION COMPUESTA DE TODOS LOS CARTUCHOS POR TODAS PARTES A LO LARGO DE LA CARGA. LA ONDA DE DETONACION DEBE DE INICIAR TODOS LOS EXPLOSIVOS DE LA CARGA EN SU VELOCIDAD CORRECTA, Y PARA ESTO SE REQUIERE UN GRADO DE "SENSITIVIDAD". POR OTRA PARTE, LOS EXPLOSIVOS COMERCIALES NO DEBEN DE SER TAN SENSITIVOS QUE SEAN PELIGROSOS PARA SU USO Y MANEJO.

UN EXPLOSIVO COMERCIAL DEBE DE SER FACIL DE DETONAR POR METODOS ESPECIFICOS, PERO DIFICIL O IMPOSIBLE DE DETONARSE POR ACCIDENTE.

IV.IV.VII CONFINAMIENTO

LA ENERGIA DEL EXPLOSIVO DEBE DE SER CAPTADA Y DIRIGIDA SI VA A HACER EL TRABAJO ESPERADO. SI DETONA UN EXPLOSIVO QUE NO ESTA CONFINADA MUCHA DE LA ENERGIA SE PERDERA. SON LAS PRESIONES ALTAS GENERADAS POR LA DETONACION DEL EXPLOSIVO LAS QUE GENERAN LA ENERGIA PARA HACER EL TRABAJO. LA EFICIENCIA Y ECONOMIA DEL USO DE EXPLOSIVOS DEPENDE MUCHO DEL CONTROL Y DIRECCION DE LAS PRESIONES. EL "CONFINAMIENTO" TAMBIEN AYUDA A LOS EXPLOSIVOS QUE ESTAN REACCIONANDO O DETONANDO PARA DETONAR LOS EXPLOSIVOS QUE TODAVIA NO HAN REACCIONADO. ALGUNOS EXPLOSIVOS MENOS SENSITIVOS Y AGENTES EN LA VOLADURA NO DETONAN CORRECTAMENTE A MENOS QUE ESTEN BIEN CONFINADOS.

IV.V AGENTES EXPLOSIVOS

LOS AGENTES EXPLOSIVOS COMERCIALES SON COMPOSICIONES QUIMICAS O MEZCLAS QUIMICAS QUE NO CONTIENEN EXPLOSIVO, PERO PUEDEN DETONAR EN CONDICIONES ESPECIALES. SI USTED TOMA FERTILIZANTE (NITRATO DE AMONIO) Y LO MEZCLA CON DIESEL BIEN CONFINADO Y CEBADO POR UN CARTUCHO DE DINAMITA PUEDE DETONAR HASTA UNA VELOCIDAD DE 4,300 MTS/S. ESTA ES UNA MEZCLA QUIMICA, NO EXPLOSIVA, PERO ES UN AGENTE OXIDANTE.

CUANDO SE MEZCLA EN UN PORCENTAJE ADECUADO Y ESTA BIEN CONFINADO Y EN UN DIAMETRO MUY GRANDE EN SUS CONDICIONES OPTIMAS SE PUEDE COMPARAR CON UNA DINAMITA DE 60%.

EL AGENTE EXPLOSIVO OFRECE MUCHAS VENTAJAS COMO BAJO COSTO. NO PUEDE SER DETONADO POR UN ESTOPIN, FULMINANTE O CORDON DETONANTE, CALOR, IMPACTO Y FRICCION, Y RESULTA SER BASTANTE ECONOMICO Y RAPIDO EN EL CARGADO.

EL AGENTE EXPLOSIVO MAS COMUN ES EL ANFO (AN=AMMONIUM) (FO=FUEL-OIL) Y SUS PORCENTAJES SON 94% DE NITRATO DE AMONIO, 6% DIESEL. OTROS TIPOS DE ANFO HAN SIDO MODIFICADOS DE SU FORMULA ANEXANDO ALUMINIO O CARBON.

LA DENSIDAD DEL ANFO ESTA EN UN RANGO DE .75 G/CC, HASTA 1.1 G/CC, ESTO DEPENDE DE LA GRANULOMETRIA DEL NITRATO DE AMONIO. UN RANGO NORMAL ES DE .78 A .85 G/CC.

EN DENSIDADES MAYORES LA SENSITIVIDAD BAJA AL GRADO DE NO DETONAR.

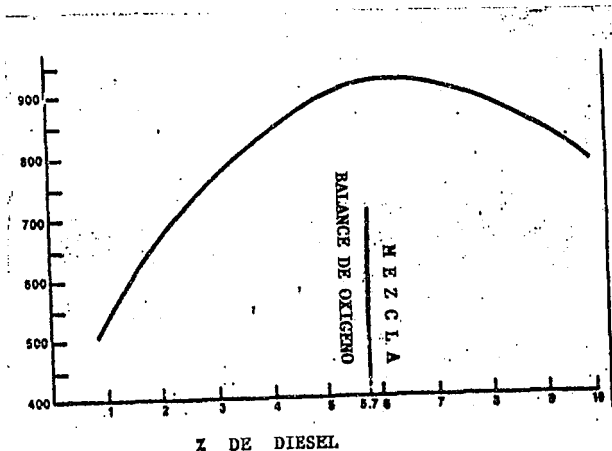
LA VELOCIDAD DE DETONACION DEL ANFO DEPENDE DEL DIAMETRO DEL BARRENO Y EL GRADO DE CONFINAMIENTO DEL MATERIAL. EN LA FIG. 4.1 MUESTRA UNA ESCALA DE VELOCIDAD DEPENDIENDO DEL DIAMETRO DEL BARRENO.

FIG. 4.1

<u>DIAMETRO (PULG.)</u>	<u>VELOCIDAD</u>
1 1/2	8,000
2 1/2	11,600
3	12,000
6 1/2	13,900
9	14,500
15	15,000

EN EL ANFO CRECE SU VELOCIDAD A MANERA QUE CRECE SU DIAMETRO. EL TIPO DE CONFINAMIENTO QUE SE LE DE AL ANFO VA A AFECTAR LA VELOCIDAD Y LA SENSIBILIDAD DEL ANFO. EN LAS COLUMNAS CON UN DIAMETRO MENOR AL DE 4" SE DEFLAGRA EL ANFO AL INICIARSE CON CORDON DETONANTE.

EL PORCENTAJE DE DIESEL ES IMPORTANTE DEBIDO A QUE EL AUMENTO O DISMINUCION DEL MISMO AFECTA LA ENERGIA TEORICA: VELOCIDAD, SENSITIVIDAD Y HUMOS. COMO SE MUESTRA EN LA GRAFICA 4.2.



EL ANFO, CON 5.5 % DE DIESEL, EN PESO TIENE LA MAXIMA ENERGIA TEORICA (EWK) Y LA MAS ALTA VELOCIDAD TEORICA. MENOS % DE DIESEL REDUCE LA ENERGIA (EWK), CON MAYOR RAPIDEZ Y SI TUVIERAMOS EN EXCESO DIESEL ESTE PROVOCARIA QUE EL ANFO SE VOLVIERA INSENSITIVO ARRIBA O ABAJO DE ESTE RANGO EN LAS OPERACIONES SUBTERRANEAS HAY QUE TENER MAS CONTROL EN LA CANTIDAD DE % DE DIESEL. ESTO ES IMPORTANTE PARA MINIMIZAR LA PRODUCCION DE MONOXIDO DE CARBONO: A MENOR % DE DIESEL SE AUMENTA EL OXIDO DE NITROGENO (VER GRAFICA 4.3).

IV.VI ARTIFICIOS O DISPOSITIVOS PARA INICIACION.

LOS BUENOS RESULTADOS PARA CUALQUIER TIPO DE VOLADURA SON CUANDO LA INICIACION DEL ALTO EXPLOSIVO FUE ESCOGIDO Y ESTUDIADO CORRECTAMENTE. LOS ARTIFICIOS SON LOS COMPONENTES PARA LA INICIACION, COMO SON: LAS CAPSULAS, FULMINANTES, ESTOPINES ELECTRICOS, MECHAS, CONECTORES TH, IGNITACORD, CORDON DETONANTE, ETC.

IV.VII DISPOSITIVOS PARA INICIACION NO ELECTRICOS

IV.VII.I MECHA

LA MECHA NEGRA O MECHA DE SEGURIDAD ES EL MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE TRANSPORTA LA FLAMA EN UNA TRANSMISION CONTINUA PARA EL DISPARO DIRECTO DE LA CARGA DE EXPLOSIVO, POLVORA O PARA UN DISPARO INDIRECTO, COMO ES LA INICIACION DE UN FULMINANTE.

EXISTEN DOS TIPOS: LA MECHA NEGRA CON RECUBRIMIENTO DE ASFALTO, QUE ES UTILIZADA EN TRABAJOS DONDE EXISTE HUMEDAD, LA NARANJA, CON RECUBRIMIENTO DE CERA ES MENOS RESISTENTE AL CAMBIO DE TEMPERATURA.

SU VELOCIDAD PROMEDIO ES DE 135 SG/MT, PARA SU USO TIENEN QUE TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PUNTOS: AL TENER CONTACTO LA PUNTA CON AGUA NO TRABAJA, AL ENGARGOLARSE DEFECTUOSAMENTE SE METERE EL AGUA Y NO TRABAJA EL FULMINANTE, SI SE CORTA CON UNA CUCHILLA, HACIENDO EL CORTE TRANSVERSAL, DEJA UNA PELICULA DE CERA Y NO DETONA EL FULMINANTE, SI NO SE INTRODUCE HASTA EL FONDO DEL FULMINANTE ESTE NO DETONA, CON MUCHO CALOR O EXPUESTA A LOS RAYOS DEL SOL NO SE PUEDE REBLANDECER, NO QUEBRARLA O MALTRATARLA EN LA OPERACION, GUARDARLA EN LUGARES FRESCOS Y VENTILADOS.

IV.VII.II IGNITACORD Y CONECTORES TH

SE UTILIZAN PARA ENCENDER LAS MECHAS DE SEGURIDAD: EL IGNITACORD TIENE LA APARIENCIA DE CORDON Y SE QUEMA A LO LARGO, CON UNA FLAMA EXTERIOR EN LA ZONA DE QUEMADO. LA FLAMA ES CORTA Y MUY CALIENTE, OFRECE UN MEDIO PARA ENCENDER UNA SERIE DE MECHAS DE SEGURIDAD EN LA ROTACION DESEADA, DANDO EL TIEMPO DE ENCENDIDO EN EL FRENTE. NO MAYOR QUE EL NECESARIO PARA ENCENDER UNA MECHA.

EL IGNITACORD VIENE CON DOS VELOCIDADES DE QUEMADO: TIPO "A" DE 24 A 32 SEG/M, TIPO "B" DE 52 A 65 SEG/M, LOS CONECTORES TIPO TH SON DISPOSITIVOS METALICOS MUY PARECIDOS A LOS FULMINANTES QUE SIRVEN PARA CONECTAR LA MECHA DE SEGURIDAD AL IGNITACORD. ESTOS CONECTORES SE INTRODUCEN FIRMEMENTE A LAS MECHAS, LAS CUALES TIENEN EN EL EXTREMO OPUESTO AL FULMINANTE.

IV.VII.III FULMINANTE

ES UN METODO NO ELECTRICO PARA INICIAR CARGAS DE ALTO EXPLOSIVO. LOS FULMINANTES SON DETONADORES, LOS CUALES ESTAN DISEÑADOS PARA DETONAR POR MEDIO DEL FUEGO O CHISPA Y SON DETONADOS POR LA FLAMA DE LA MECHA DE SEGURIDAD: LOS FULMINANTES ESTAN DISEÑADOS PARA CONVERTIR EN DETONACION LA FLAMA DE LA MECHA.

ESTAN FORMADOS POR UN CASQUILLO DE ALUMINIO O COBRE CON DOS O MAS CARGAS DE ALTO EXPLOSIVO. HAY DOS TIPOS POR SU GRADO DE POTENCIA: LOS DEL No. # 6 Y LOS DEL # 8 Y SE CONSIDERA QUE UN ALTO EXPLOSIVO ES SENSITIVO CUANTO ESTE PUEDE SER DETONADO POR UNA CAPSULA DEL #6 AL #12.

IV.VII.IV CORDON DETONANTE.

EL CORDON DETONANTE TIENE UN NUCLEO DE ALTO EXPLOSIVO LLAMADO PENTRITA (TETRANITRATO DE PENTRAERITRITOL) (PENT), POSEE UNA ELEVADA VELOCIDAD DE DETONACION DE APROXIMADAMENTE 7010 MTS/SEG. EL NUCLEO EXPLOSIVO ESTA CUBIERTO CON VARIAS COMBINACIONES DE MATERIALES, TALES COMO TEXTILES, MATERIALES IMPERMEABLES, PLASTICOS, ETC., PARA PROTEGERLO CONTRA EL DAÑO DE ABUSOS FISICOS O LA EXPOSICION A TEMPERATURAS EXTREMAS: AGUA, ACEITE U OTROS ELEMENTOS.

LA ENERGIA DE LA EXPLOSION DEL PRIMACORD ES SUFICIENTE PARA HACER DETONAR A LOS ALTOS EXPLOSIVOS QUE ESTEN COLOCADOS A LO LARGO DEL BARRENO CON EXCEPCION DEL ANFO. SI SE SUJETA AL PRIMER CARTUCHO DE LA COLUMNA, ESTE FUNCIONA COMO CEBO DE LA COLUMNA DE EXPLOSIVO.

SE UTILIZAN USUALMENTE DOS TIPOS DE PRIMACORD: REFORZADO, QUE CONTIENE 165 GRAMOS DE PETN POR METRO.

EL CORDON DETONANTE TIPO E-CORD, QUE CONTIENE UNA CONCENTRACION DE 85 GR DE PETN POR METRO.

UNO DE LOS USOS PRINCIPALES DEL CORDON DETONANTE ES EL DE DISPAROS MULTIPLES DE BARRENOS EN DIAMETROS DESDE 8" HASTA 14". ES POSIBLE INICIAR BARRENOS PEQUEÑOS DEL ORDEN DE 1 1/4" DE DIAMETRO.

EL NUMERO DE BARRENOS QUE PUEDE DISPARARSE CON ESTE METODO ES ILIMITADO.

EL TIPO E/CORD ES EL DE USO MAS GENERAL EN TODOS LOS TIPOS DE VOLADURAS SECUNDARIAS. EN CONEXION DE LINEAS SUPERFICIALES, LINEAS TRONCALES, EN LOS BARRENOS SE TIENE QUE UTILIZAR PRIMACORD REFORZADO PARA PODER GARANTIZAR LA INICIACION DEL ALTO EXPLOSIVO.

PARA SU USO HAY QUE TENER EN CONSIDERACION LOS SIGUIENTES PUNTOS:

- SIEMPRE TRANSPORTAR EL CORDON DETONANTE SIN FULMINANTES.
- SIEMPRE CORTE DEL CARRETE LA LINEA DESCENDENTE.
- NUNCA ATACAR EL TACO DE PIEDRAS
- SIEMPRE HACER LAS CONEXIONES APRETADAS.
- SIEMPRE EVITAR LOS CRUCES.
- SIEMPRE CONECTAR LOS FULMINANTES CON METODOS DETERMINADOS.
- CORTAR LAS COLAS QUE QUEDEN DE LOS NUDOS.

IV.VII.V CONECTORES MS-NONEL PARA PRIMACORD

LOS CONECTORES MS SON LOS DISPOSITIVOS DE RETARDO, NO ELECTRICOS, DE PEQUEÑOS INTERVALOS (MILISEGUNDOS), UTILIZADOS PARA RETARDAR EN VOLADURAS INICIADAS EN LA SUPERFICIE CON CORDON DETONANTE. LOS TIEMPOS QUE EXISTEN SON: 9MS...17MS...25MS...36MS...Y 64MS.

IV.VII.VI ESTOPINES NONEL

LOS ESTOPINES NONEL (NO ELECTRICOS), ESTAN EQUIPADOS CON UNA INICIACION POR PRESION, CONSISTENTE EN UN TUBO DE PLASTICO SELLADO DE UN EXTREMO. EL OTRO ESTA INSERTADO EN UN PAQUETE ENGARGOLADO A UN CASQUILLO DE ALUMINIO. EL TUBO TIENE UN DIAMETRO DE 3.0 MM., PESO DE 5.5 G/M, UNA CARGA DE 0.02 G/M., UNA VELOCIDAD DE 2,000 M/S., EL CASQUILLO CONTIENE EN LA PARTE SUPERIOR UN SELLO QUE UNE EL TUBO CON EL CASQUILLO. DESPUES UN FULMINANTE QUE INICIA POR PRESION. ESTE A SU VEZ INICIA UNA CARGA DE RETARDO, ESTE A SU VEZ INICIA UNA CARGA PRIMARIA Y POR ULTIMO UNA CARGA SECUNDARIA DE ALTO EXPLOSIVO (VER FIG. 4.4).



EL EXPLOSIVO NONEL PUEDE SER INICIADO POR CUALQUIER DETONADOR. EJEMPLO: ESTOPIN ELECTRICO, FULMINANTE, PRIMACORD Y ALTO EXPLOSIVO Y TIENEN DOS TIPOS DE RETARDOS Y ESTOS SON: MS (MILISEGUNDOS), CON UNA SERIE DEL 0 AL 15 Y LOS DE TIEMPO CON UNA SERIE DE 0 AL 15.

IV.VIII DISPOSITIVOS PARA INICIACION ELECTRICA

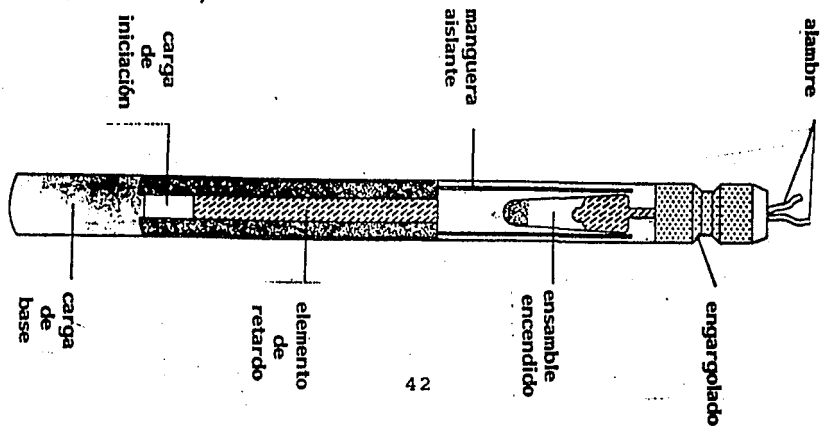
IV.VIII.I ESTOPIN ELECTRICO

ESTAN EQUIPADOS CON SISTEMAS ELECTRICOS DE IGNICION DE TAL MODO QUE PUEDEN DISPARARSE MEDIANTE UNA CORRIENTE ELECTRICA.

LOS ESTOPINES ELECTRICOS CONSISTEN EN UN CASQUILLO METALICO EN EL CUAL ESTAN COLOCADOS DIFERENTES CARGAS DE EXPLOSIVOS Y DE UN ELEMENTO ELECTRICO DE IGNICION CONECTADO A UN PAR DE ALAMBRES AISLADOS. LOS ESTOPINES INSTANTANEOS TIENEN UNA CARGA BASE DE ALTO EXPLOSIVO. UNA DE CEBO Y UNA CARGA DE IGNICION QUE CONSTA DE UN PEQUEÑO TRAMO DE ALAMBRE DE ALTA RESISTENCIA QUE ESTA SOLDADO A LOS EXTREMOS DE LOS ALAMBRES, FORMANDO UN PUENTE O RESISTENCIA EN LA PARTE SUPERIOR DEL CASQUILLO. ESTA FIRMENTEMENTE SUJETO UN TAPON DE HULE POR EL CUAL PASAN LOS ALAMBRES, PRECISAMENTE ARRIBA DEL PUENTE DEL ALAMBRE. ESTO FORMA UN CIERRE ALTAMENTE RESISTENTE AL AGUA Y TAMBIEN DA UNA POSICION FIRME AL PUENTE EN EL CENTRO DE LA MEZCLA DE IGNICION.

CUANDO SE HACE PASAR SUFICIENTE ENERGIA ELECTRICA A TRAVES DEL SISTEMA, EL PUENTE SE CALIENTA LO SUFICIENTE PARA ENCENDER LA MEZCLA DE IGNICION, LO QUE A SU VEZ PROVOCA LA DETONACION DE LA CARGA DEL CEBO Y ESTA LA DETONACION DE LA CARGA BASE.

EN LOS ESTOPINES ELECTRICOS DE RETARDO SE INTERPONE ENTRE LA MEZCLA DE IGNICION Y LA CARGA DEL CEBO EL RETARDO. ESTE ELEMENTO DE RETARDO REQUIERE DE UN PERIODO DEFINIDO DE TIEMPO PARA QUEMARSE, LO QUE PROPORCIONA UN INTERVALO DE RETARDO DETERMINADO ENTRE LA APLICACION DE LA CORRIENTE Y LA DETONACION DEL ESTOPIN. HAY DOS TIPOS DE RETARDO: LOS MS (MILISEGUNDOS) DEL 25 AL 300 MS Y LOS DE TIEMPO (T) DEL 1ERO AL 9AVO. TIEMPO (VER FIGURA 4.5).



IV.IX ACCESORIOS

SE UTILIZAN VARIOS ACCESORIOS EN CONEXION CON LAS VOLADURAS. ADEMAS DE LOS DISPOSITIVOS DE INICIACION, ESTOS SON:

PINZAS
ENGARGOLADORAS
MAQUINAS EXPLOSORAS
INSTRUMENTOS DE PRUEBA COMO:
GALVANOMETROS
VOLTIMETROS

IV.IX.I PINZAS ENGARGOLADORAS

ES UN INSTRUMENTO CAPAZ DE ENGARGOLAR UN FULMINANTE A LA MECHA PERFECTAMENTE PARA QUEDAR IMPERMEABILIZADO, QUE BAJO CONDICIONES ORDINARIAS HACE UN TRABAJO SEGURO.

IV.IX.II MAQUINA EXPLOSORA

EXISTEN DOS TIPOS DE MAQUINAS EXPLOSORAS PARA DISPARAR ESTOPINES ELECTRICOS. UNA DE ELLAS UTILIZA BATERIAS PARA CARGAR UN BANCO DE CONDENSADORES, LOS QUE POSTERIORMENTE DESCARGAN LA ENERGIA AL CIRCUITO DE LA VOLADURA CUANDO SE CIERRA EL INTERRUPTOR DEL DISPARO.

IV.IX.III GALVANOMETRO

EL GALVANOMETRO DE VOLADURAS ES EL INSTRUMENTO MAS IMPORTANTE EN DISPAROS ELECTRICOS. PERMITE PROBAR ESTOPINES UNO POR UNO PARA DETERMINAR SI ESTA O NO CERRADA LA SERIE DEL CIRCUITO Y PARA LOCALIZAR ALAMBRES O CONEXIONES EN MAL ESTADO.

ESTE INSTRUMENTO CONTIENE UNA PILA ESPECIAL DE CLORURO DE PLATA QUE PROPORCIONA LA CORRIENTE NECESARIA PARA MOVER UNA AGUJA A LO LARGO DE UNA ESCALA GRADUADA.

LA PILA Y LAS PARTES DEL GALVANOMETRO SE ENCUENTRAN ENCERRADAS EN EL INTERIOR DE UNA CAJA QUE CONTIENE DOS POSTES PARA CONTACTO.

AUNQUE LA PILA DE CLORURO DE PLATA UTILIZADA EN ESTE INSTRUMENTO DA UNA CORRIENTE CONSTANTE Y BAJA DURANTE MUCHO TIEMPO LA SALIDA DE LAS TERMINALES DE LA PILA PUEDE SER SUFICIENTE PARA DISPARAR UN ESTOPIN ELECTRICO. SE INCLUYE EN EL CIRCUITO DEL GALVANOMETRO. CONTIENE RESISTENCIAS PARA QUE LA CORRIENTE DISPONIBLE EN LOS POSTES DE CONTACTO SEA MENOR QUE UNA DECIMA DE LA CORRIENTE NECESARIA PARA DETONAR UN ESTOPIN ELECTRICO DE USO COMERCIAL.

CUANDO SE AGOTA LA BATERIA DEBE DE SER REEMPLAZADA POR EL MISMO TIPO DE PILA DE CLORURO DE PLATA. NUNCA DEBE DE SER CAMBIADA LA PILA CERCA DE UN ESTOPIN ELECTRICO.

ESTE INSTRUMENTO INCREMENTA LA SEGURIDAD DE LA OPERACION AL REDUCIR BASTANTE LA POSIBILIDAD DE FALLA.

IV. IX. IV VOLTIMETRO

EL VOLTIMETRO TIENE VARIOS FINES, DISEÑADOS PARA DAR AL USUARIO UN MODO DE EFECTUAR MUCHAS DE LAS REVISIONES Y MEDICIONES GENERALMENTE REQUERIDAS PARA VOLADURAS SEGURAS Y EFICIENTES.

EL VOLTIMETRO TIENE TRES ESCALAS DE VOLTAJE: PARA CORRIENTE ALTERNA, OTRAS TRES PARA CORRIENTE DIRECTA, UN GIRO DEL SELECTOR PERMITE UNA FACIL SELECCION DE UNA DE ESTAS ESCALAS.

PARA REVISAR LA LINEA DE CORRIENTE Y PARA MEDIR CORRIENTES EXTRAÑAS QUE ESTAN DENTRO DEL RANGO DEL INSTRUMENTO.

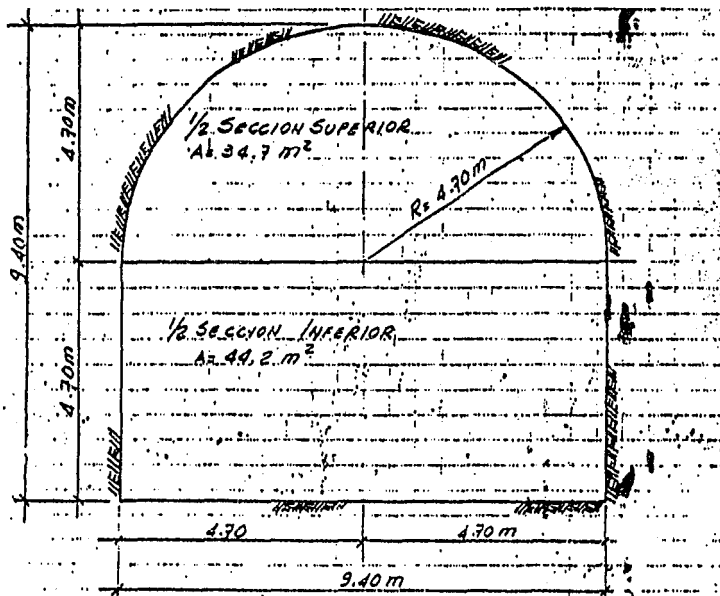
CAPITULO V

**APLICACION DE LOS EXPLOSIVOS EN LOS DIFERENTES CAMPOS PARA
MOVIMIENTOS DE MATERIALES**

- V.I. DISEÑO DE EXCAVACION EN UN TUNEL DE SECCION PORTAL
- V.II. DISEÑO DE TUNEL EN SECCION CIRCULAR
- V.III. PROCEDIMIENTO DE EXCAVACION DE UN VERTEDOR
- V.IV. TUNEL DE DESVIO
- V.V. DISEÑO DE TUNEL DE CONDUCCION SECCION HERRADURA
- V.VI. APLICACION DEL SISTEMA DE EMULSIONES A GRANEL
- V.VII. ESTIMULACION DE POZOS DE AZUFRE POR MEDIO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS. FISURACION DE ESTRATOS CALIZA-AZUFRE.
- V.VIII. DEMOLICION DE EDIFICIOS

V.I. DISEÑO DE EXCAVACION EN UN TUNEL DE SECCION PORTAL

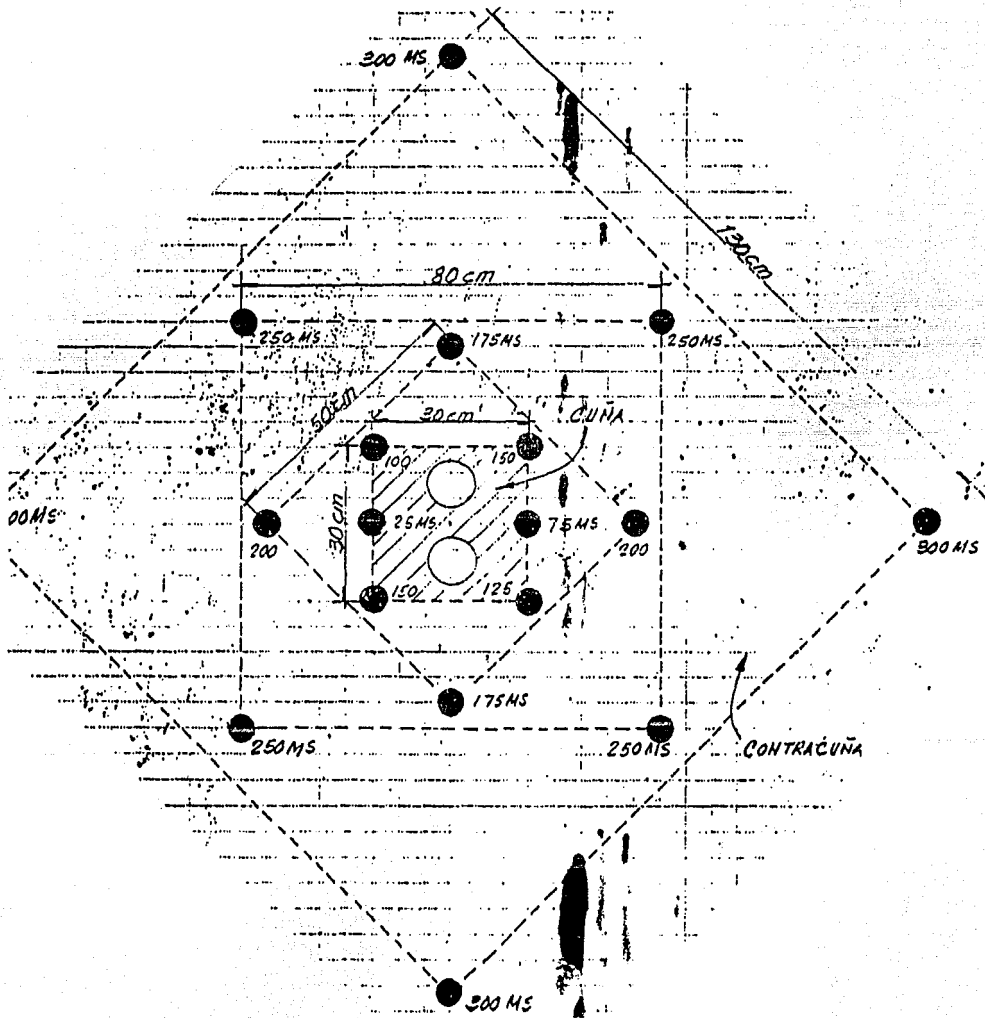
PLANTILLAS DE BARRENACION



SECCION TRANSVERSAL

CUÑA DE BARRENOS PARALELOS

BARRENOS CARGADOS 1 3/4"
 BARRENOS VACIOS 3 1/2"



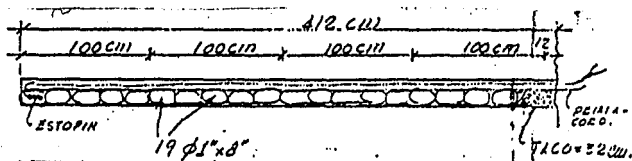
VISTA FRONTAL
 48

TUNEL DE DESVIO

DISTRIBUCION DE CARGAS EXPLOSIVAS

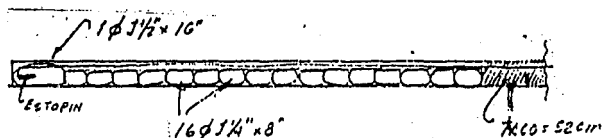
CUÑA:

BARRENO = $1 \frac{3}{4}$ " = 4.45 CM
 AREA = 15.52 CM²; = 1.55 LT/M
 1" X 8" ESTOPIN +
 19 PZ CORDON DETONANTE
 PESO = 2.356 KG.



CONTRACUÑA:

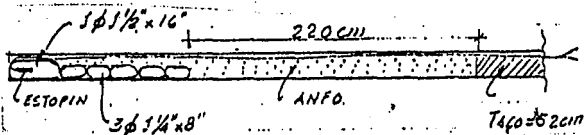
1 1 1/2" X 16" ESTOPIN
 16 1 1/4" X 8"
 PESO = 0.556 + 3.088 = 3.644 KG



AYTES:

1 1 1/2" X 16" 0.556
 5 1 1/4" X 8" 0.965 =
 1.521 KG
 ANFO H = 0.7 KG/LT
 PESO = 1.55 LT/M x 0.7 KG/LT x 2.2 M
 = 2.387 KG

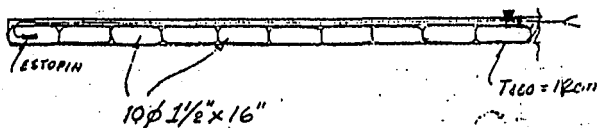
S U M A : 3.91 KG.



PISO:

10 PZ 1 1/2" x 16

PESO = 5.56 KG

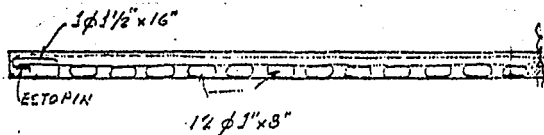


POSTCORTE:

1 1 1/2" x 16"

12 1" x 8"

PESO = 0.556 + 1.488 = 8.04



CALCULO DE CARGAS EXPLOSIVAS

PESO CARTUCHOS:

1" x 8" = 124 GR; DENSIDAD = 1.2 GR/CM3
 1 1/4" x 8" = 193 GR
 1 1/2" x 16" = 556 GR

SECCION	N/BARR	C/FONDO	C/COLUMNA	TACO	CARGA BARR	CARGA TOTAL
CUÑA	6	---	TEOR=.45kg/m 19pzX 1"x8" @ 20 =.618kg/mx4m L=412-25-387cm	32cm	2.356 kg	14.14 kg
CONTRA-CUÑA	12	Teor=0.6 1pz	Teor=0.85kg/m 16pzx 1 1/4x8 1 1/2x16" @ 20=.95kg/m =.556kg L=4/2-55=357cm	52cm	3.64kg	43.728 kg
AYUDANTES	12	Teor=2.25 kg	Teor=1kg/m 16pzx 1 1/4x8" 1 1 1/2x @ 20=0.95kg/m 16"=.556 L=412-55=357cm	52cm	3.64kg 3.91	43.728
PISO	11	Teor=2.25 kg	Teor=1.4kg/m L=412-25=387cm	12cm	5.56kg	61.16kg
POSTCORTE	23	1 1 1/2x 16"=.556 kg	Teor=.38kg/m L=412-25=387cm 12pz 1x8" @ 30 0.413kg/m		2.04kg	47.02
S U M A:						212.94 kg

AREA = 34.7 M2
 AVANCE = 3.91 m = 95%
 VOL = 135.7M3

FACTOR DE CARGA
 212.94 kg
 F.C. = -----=1.57kg/m3
 135.7 m3

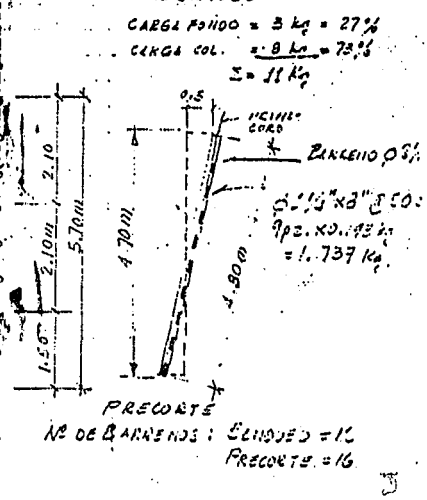
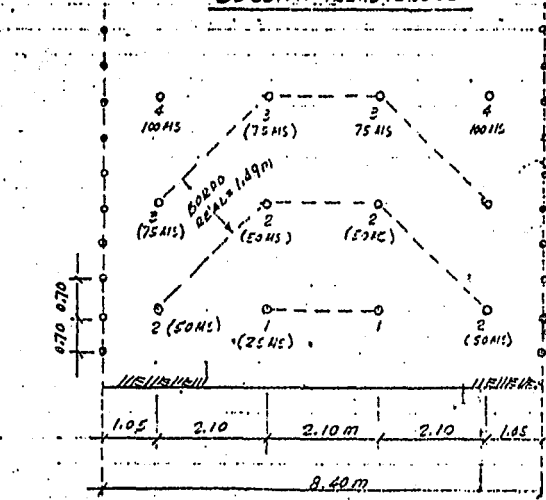
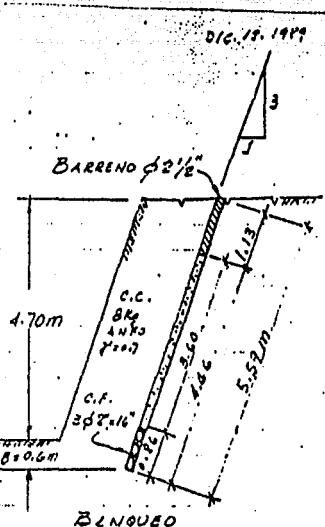
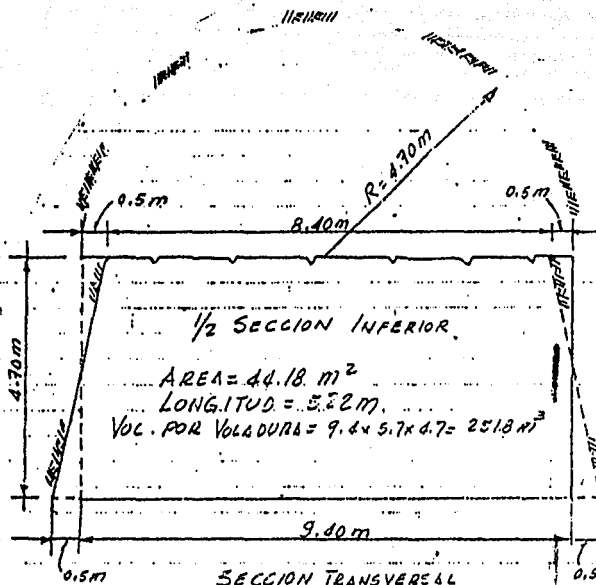
BARRENACION ESPECIFICA B.E. = $\frac{69 \times 4.12m}{135.7 M3}$ = 2.09 M/M3

LONG. BARRAS = 14' = 427 cm
LONG. UTIL = 427 - 15 = 412 cm
EFIC. VOLADURA = 95% ---- LONG BARR = 391 cm

TOTALES EXPLOSIVO:

ALTO EXPLOSIVO = 184.30 KG
ANFO = 28.64 KG - 13.45%

S U M A : 212.94 KG



VOL. VOLADURA = 251.8 M3

PLANTA

BARRENO 2 1/2" (6.35 CM)
 AREA = 31.67 CM2
 VOL. = 3.17 LT/M

ALTO EXPLOSIVO 2 X 16" = 1.2 GR/CM2
PESO = 1 KG

$$\text{BARR. ESPECIFICA} = \frac{12 \times 5.59 \text{ M}}{251.8 \text{ M}^3} = 0.2664 \text{ M/M}^3$$

BARRENACION ESPECIFICA (INCLUYE PRECORTE):

$$\text{BARR. ESPECIFICA} = \frac{12 \times 5.59 + 16 \times 4.80 \text{ M}}{251.8 \text{ M}^3} = 0.5714 \text{ M/M}^3$$

FACTOR DE CARGA (INCLUYE PRECORTE)

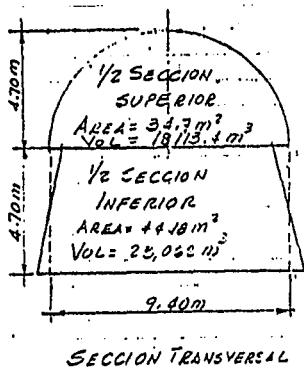
$$\text{FACTOR DE CARGA} = \frac{12 \times 11 + 16 \times 1.737}{251.8 \text{ M}^3} = 0.6346 \text{ KG/M}^3$$

FACTOR DE CARGA (BANQUEO SIN PRECORTE):

$$\text{FACTOR DE CARGA} = \frac{12 \text{ Barr} \times 11 \text{ kg}}{251.8 \text{ M}^3} = 0.5242 \text{ kg/M}^3$$

TUNEL DE DESVIO
LONGITUD = 522 m

MEDIA SECCION SUPERIOR EN TUNEL



- BARRENACION
DIAMETRO 1 3/4"
BARRENACION ESPECIFICA
B.E. = 2.09 M/M³
- EXPLOSIVOS
FACTOR DE CARGA
F.C. = 1.57 KG/M³
ALTO EXPLOSIVO = 86.55%
ANFO = 13.45%
- VOLUMEN DE ROCA = 34.7 M² × 522 = 18113.4 M³
- CANTIDAD DE EXPLOSIVOS
ALTO EXPLOSIVO = 1.57 × 18113.4 × 0.8655 = 24,613.12 kg.

$$\text{ANFO} = 1.57 \times 18113.4 \times 0.1345 = 3,824.92 \text{ Kg.}$$

ACCESORIOS: PARA TODA LL LONG DEL TUNEL

$$\text{ESTOPINES MS} = 18x \frac{522}{3.91} = 2403 \text{ pz}$$

$$\text{ESTOPINES RET} = 51x \frac{522}{3.91} = 6809 \text{ pz}$$

$$\text{PRIMACORD} = 31 \text{ BARR} \times (4.12 + 0.5) \times \frac{522}{3.91} = 19120 \text{ m}$$

MEDIA SECCION INFERIOR -- BANQUEO

a) BARRENACION = DIAMETRO BARRENOS 2 1/2"

BARRENACION ESPECIFICA = 0.5714 m/m2
(INCLUYENDO PRECORTE)

$$\text{VOLUMEN DE ROCA} = 44.18 \text{ M2} \times 522 \text{ M} = 23,062 \text{ M3}$$

b) EXPLOSIVOS

FACTOR DE CARGA (INCLUYENDO PRECORTE) Y F.C. = 0.6346 Kg/m3

BANQUEO: ALTO EXPLOSIVO = 12 BARR x 3 Kg = 36 Kg.

A N F O = 12 BARR x 8 Kg = 96 Kg.

PRECORTE: ALTO EXPLOSIVO = 16 BARR x 1.737 Kg = 27.79 Kg.

S U M A : 159.79 Kg.

ALTO EXPLOSIVO = 37.98 %

A N F O = 60.08 %

c) CANTIDAD DE EXPLOSIVOS

ALTO EXPLOSIVO = 0.6346 x 23,062 M3 x 0.3992 = 5842.35 Kg.

A N F O = 0.6346 x 23062 M3 x 0.6008 = 8.793 Kg.

d) ACCESORIOS: PARA TODA LA LONG. DEL TUNEL

$$\text{ESTOPINES MS PARA BANQUEO} = \frac{\text{F.C.} \times \text{Vol}}{\text{Long. Barr.}} = \frac{.2664 \text{ m/m3} \times 23062 \text{ m3}}{5.59 \text{ m/Barr}}$$

$$= 1099 \text{ Barr.} = 1099 \text{ Pzas.}$$

$$\text{ESTOPINES MS PARA PRECORTE} = \frac{2 \times \text{Long. tunel}}{0.70 \text{ m} \times 20} = \frac{2 \times 522}{0.70 \times 20}$$

$$= \frac{75 \text{ pz}}{\text{-----}}$$

$$\text{PRIMACORD} = \text{No. BARR. DE PRECORTE} \times \text{LONG. BARR} = \frac{2 \times 522}{0.7} \times$$

$$\times (4.7 + 0.5) = 7905 \text{ m}$$

TUNEL DE DESVIO LONG = 522 m

RESUMEN DE BARRENACION Y MATERIALES PARA TODA LA LONG. DEL TUNEL(522)

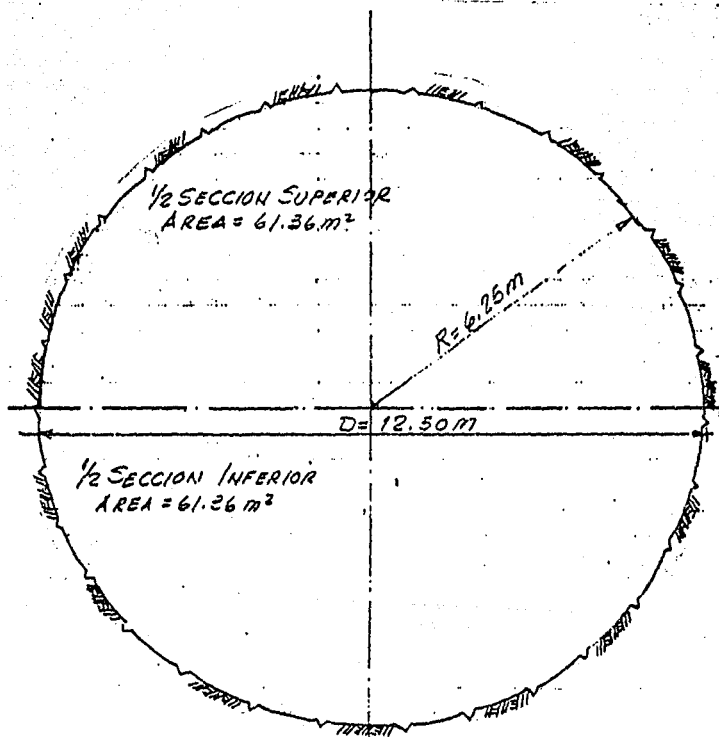
SECC.	BARR 13/4" C/JUMBO	BARR 21/2" C/TRACKDRILL	ALTO EXPL. Kg	ANFO Kg	ESTOPIN MS Kg	ESTOPIN RET Kg	P/CORD m
1/2 SEC. SUP	2.09 m/m3 (37,857m)	-- -- -- --	24613	3825	2,402	6,809	18293
1/2 SEC. INF.	-- -- --	0.5714m/m3 (13,178 m)	5842	8793	1174	----	7,905
SUMA	37,857m	13,178m	30455 Kg	12618 Kg	3577 Pz	6809 Pz	26,198 m
P.U.	x()	x()	x()	x()	x()	x()	x()

COSTO
D.T.O.

$$\text{COSTO DIRECTO} = \frac{\text{SUMA} (\quad)}{522\text{m}} = \$ \frac{(\quad)}{\text{m}}$$

V.II DISEÑO DE TUNEL EN SECCION CIRCULAR

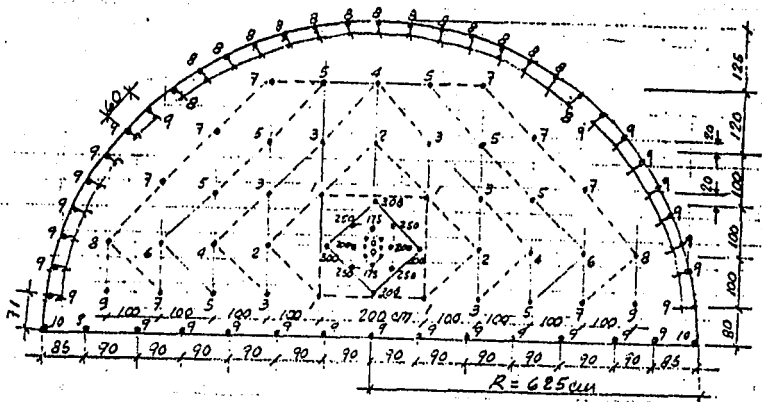
PLANTILLAS DE BARRENACION



SECCION TRANSVERSAL

PLANTILLA DE BARRENACION

DIAMETRO BARRENOS 1 3/4"
 LONG. BARRA = 14'
 = 4.27 m
 LONG. EFECT = 4.12 m
 EFIC = 90% POR LO TANTO L= 3.91 m
 AREA SECCION = 61.36 m²
 VOL. VOLADURA = 61.36 x 3.91 = 239.92 m³



SECCION TRANSVERSAL 1/2 SECCION SUPERIOR

No. DE BARRENOS		CARGA/BARRENO	CARGA TOTAL
CUÑA	6	2.356 Kg	14.136 Kg
CONTRACUÑA	12	3.644 Kg	43.728 Kg
AYUDANTES	38	ALTO EXPL. 1.521 Kg	57.798 Kg
		A N F O 2.387 Kg	ANFO 90.706 Kg
PISO	15	5.56 Kg	83.40
POST-CORTE	31	2.04 Kg	63.24

T O T A L = 102

T O T A L = 353.00 Kg

ALTO EXPLOSIVO = 74.29 %

A N F O = 25.7 %

BARRENACION ESPECIFICA

102 x 4.12

B.E. = ----- = 1.75 m/m³

239.92 m³

FACTOR DE CARGA

353 Kg

F.C. = ----- = 1.4713Kg/m³

239.92 m³

ACCESORIOS

$$\text{ESTOPINES MS} = 18 \text{ pz} \times \frac{431}{3.91} = 1,984 \text{ pz}$$

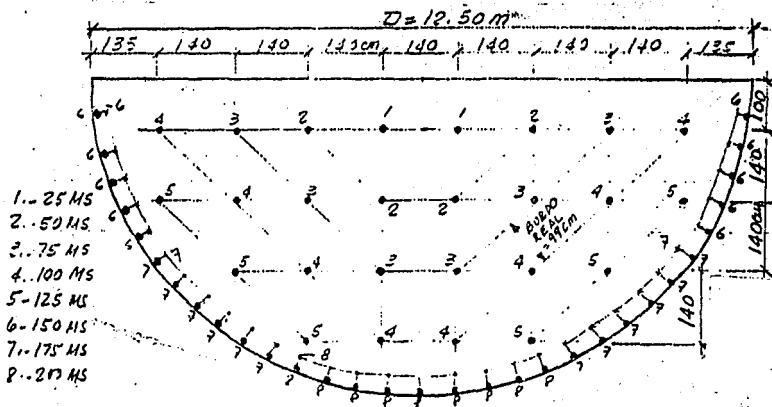
$$\text{ESTOPINES RET} = 59 \text{ pz} \times \frac{431}{3.91} = 6,504 \text{ pz}$$

$$\text{PRIMACORD} = 37 \text{ Barr} \times (4.12 + 0.50) \times \frac{431}{3.91} = 18,842 \text{ m}$$

PLANTILLA DE BARRENACION

DATOS:

BARRENOS 1 3/4"
LONG. BARRA = 14'
 = 4.27 m
LONG. EFECT = 4.12 m
EFIC. 90% POR LO TANTO L=3.91 m
AREA SECCION = 61.36 m²
VOL. VOLADURA = 61.36 x 3.91
 = 239.92 m³



SECCION TRANSVERSAL RADIO = 6.25 m
1/2 SECCION INFERIOR

No. BARRENOS	CARGA/BARRENO	SUMA DE CARGAS
POST CORTE	31	2.04 Kg
BANQUEO	26	1.521 Kg
	ALTO EXPL.	39.546 Kg
	ANFO	2.387 Kg
		ANFO= 62.062 Kg
SUMA : 57		TOTAL= 164.848 Kg
BARRENACION ESPECIFICA		FACTOR DE CARGA
57x4.12 m		164.848 Kg
B.E. =	----- = 0.9788 m/m ³	F.C. = ----- = .687Kg/m ³
	239.92 m ³	239.92 m ³
	ALTO EXPLOS = 62.35%	
	A N F O = 37.65%	
ACCESORIOS		
	431	
ESTOPINES MS = 31 pz x	----- = 3,418 pz	
	3.91	
PRIMACORD = 31 barr X (4.12 + 0.50) X	----- = 15,788 m	
	431	
	3.91	

RESUMEN DE BARRENACION Y MATERIALES PARA TODA LA LONGITUD DEL TUNEL
(431 m)

SECC.	BARR 1 3/4" C/JUMBO	ALTO EXPLOS Kg	ANFO Kg	ESTOPIN MS Pz	ESTOPIN RET Pz	PRIMACORD m
1/2 SEC SUP.	1.75 m/m3 (46,281 m)	28913	9,999	1,984	6,504	18,842
12 SEC	0.9788 m/m3 (25,886 m)	11330	6,841	3,418	---	15,788
SUMA	72,167 m	40243 Kg	16,840 Kg	5,402 Pz	6,504 Pz	34,630 m
P/U/	x ()	x()	x()	x()	x()	x()
SUMA COSTO DTOS.	SUMA ()	()	()	()	()	()
COSTO DTO =	-----/m					
	431/m					

V.III PROCEDIMIENTO DE EXCAVACION DE UN VERTEDOR

PROCEDIMIENTO DE EXCAVACION DEL VERTEDOR

1. TIPO DE ROCA

ORIGEN: IGNEA, PIROCLASTICA

ESTRUCTURA: PSEUDO ESTRATIFICADA, FORMADA POR ESTRATOS CUYO ESPESOR VARIA ENTRE 2m Y 10m EN ACTITUD SENSIBLEMENTE HORIZONTAL.

CLASIFICACION: BRECHA VOLCANICA CON FRAGMENTOS ANGULOSOS DE ANDESITAS DE COLOR GRIS Y ROSA CUYOS TAMAÑOS VARIAN DESDE 3 cm HASTA 1 m, EMPACADOS EN MATRIZ VITREA ANDESITICA DE COLOR GRIS, DE BAJO GRADO DE CEMENTACION. DE ESTA MANERA SE TIENE UNA SECUENCIA RITMICA DE ESTRATOS COMPUESTOS POR BRECHAS CON MATRIZ TOBACEA Y TOBAS BRECHOIDES DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE RELATIVO DE MATRIZ, APRECIANDOSE VARIACIONES DESDE 50% MATRIZ 50% FRAGMENTOS HASTA 80 A 90% MATRIZ Y 10 A 20 FRAGMENTOS.

RESISTENCIA: LOS FRAGMENTOS O CLASTAS ANDESITICOS DEBEN TENER MAS O MENOS LOS SIGUIENTE VALORES:

COMPRESION SIMPLE: 300 A 700 kg/cm²

DUREZA MOHS: 6.5

INDICE DE ABRASION: 0.30

INDICE DE PERFORABILIDAD: 1.0

LA MATRIZ TOBACEA ES BLANDA CON GRADO DE CEMENTACION VARIABLES DESDE DELEZNABLE A COMPACTA.

DEBE TENER MAS O MENOS LOS SIGUIENTES VALORES DE RESISTENCIA:

COMPRESION SIMPLE: 15 A 300 kg/cm²

DUREZA MOHS: 6

INDICE DE ABRASION: 0.6

INDICE DE PERFRABILIDAD: 2.0

2. USO DE EXPLOSIVOS EN EL CANAL VERTEDOR

DATOS:

CONSTANTE DE ROCA: 0.280 kg/m³

EXPLOSIVO: TOVEX 700; DENSIDAD 1.2 g/cm³ (teorico)

DENSIDAD 1.1 g/cm³ (practico)

ANFOMEX: DENSIDAD: 0.75 g/cm³, EN SACO; = 0.65 g/cm³, pract

ALTURA DE BANCO: 10 m

EL BORDO MAXIMO EN FUNCION DE LA POTENCIA DEL TOVEX 700 ES 40
 BORDOmax = 40 ; UTILIZANDO = 4"
 BORDO PRACTICO = B1 = Bmax - FALLA DE BARRENACION
 FALLA DE BARRENACION = F = (error en emboquillado + % desviac.)

por lo tanto Bmax = 40 x 10.16 = 406.4 cm
 F = (0.10 + 0.05 x 10) = 0.6 m
 por lo tanto Bmax = 406.4 - 60 = 346.4 cm

CONSIDERACIONES SOBRE EL BORDO MAXIMO

1) EL BORDO MAXIMO TEORICO PARA EL TOVEX 700 ES:

$$\text{FORMULA ACTUAL} \quad B = d \times 30 \frac{q \times S}{c \times f ()}$$

en donde:

d = diametro del barreno
 q = densidad del explosivo, practica
 S = Potencia del explosivo en relacion a la de un
 explosivo con NG = 40% y densidad p=1.4 g/cm³:
 para TOVEX S = 0.9
 f = Factor de confinamiento = 1.02

$$E/B = 1.25$$

c = Constante de roca + 0.05 kg/m³
 (factor de seguridad)

$$\text{por lo tanto } B \text{ max TOVEX 700} = 10/16 \times 30 \frac{1.1 \times 0.9}{.33 \times 1.02 \times 1.25}$$

$$\text{por lo tanto } B \text{ max} = 10.16 \times 30 \times 1.5339 = 467.5 \text{ cm}$$

e) CONSIDERANDO EL BORDO MAXIMO Bmax = 45

$$B_{\text{max TOVEX 700}} = B_{\text{max}} \frac{\text{Pot. TOVEX 700} \times \text{Densidad}}{\text{Pot NG40\%} \times \text{Densidad}}$$

$$B_{\text{max TOVEX 700}} = B_{\text{max}} \frac{\text{Factor de roca } 0.4}{\text{Factor de roca } 0.28}$$

$$B_{\text{max TOVEX 700}} = 45 \times 10.16 \frac{0.75 \times 1.1}{1.00 \times 1.4} = 457.2 \times 0.77 = 350.96$$

$$\text{por lo tanto: } B_{\max} = 350.96 \frac{0.4}{0.28} = 419.47 \text{ cm}$$

UTILIZANDO EL VALOR MENOR DEL BORDO MAXIMO SE TIENE:

$$B_{\max} = 406.4 \text{ cm}$$

$$\text{FALLAS EN LA BARRENACION } F = (0.10 + 0.05 \times 10) = 0,6 \text{ m}$$

EN DONDE 0.10 = FALLA DE EMBOQUILLADO Y 0.05 ES EL % DE DESVIACION DE LA BARRENACION.

$$\text{por lo tanto } B_{\text{practico}} = B_1 = B_{\max} - \text{Fallas}$$

$$B_1 = 406.4 - 60 = 346.4 \text{ cm}$$

$$\text{PARA UN ESPACIAMIENTO } E_1 = 1.25 B_1$$

$$\text{RESULTA: } E_1 = 1.25 \times 346.4 = 433 \text{ cm}$$

$$\text{por lo tanto } E_1 B_1 = 3.464 \times 4.33 = 15 \text{ m}^2$$

$$\text{UTILIZANDO } B_1 = 3.5 \text{ m}$$

$$\text{RESULTA } E_1 = 4.5 \text{ m}$$

$$\text{ALTURA DE CARGA DE FONDO} = 1.3 B$$

$$\text{SUB-BARRENACION} = 1/3 B = 350/3 = 115 \text{ cm}$$

$$\text{ALTURA DE CARGA DE FONDO} = 1.3 B$$

$$\text{por lo tanto ALTURA DE CARGA DE FONDE} = 1.3 \times 3.5 = 4.55 \text{ m}$$

$$\text{CARGA DE FONDO} = 4.55 \times 8.107 \text{ l/m} \times 1.1 \text{ kg/} = 40.58 \text{ kg}$$

$$\text{ALTURA CARGA DE COLUMNA} = \text{ALTURA BANCO} - 2B$$

$$\text{ALTURA CARGA COLUMNA} = 10 - 2 \times 3.5 = 3 \text{ m}$$

$$\text{CARGA DE COLUMNA} = 3 \text{ m} \times 8.107 \text{ l/m} \times 0.65 \text{ kg/l} = 16 \text{ kg}$$

$$\text{CARGA TOTAL} = 40.6 \text{ kg} + 16 \text{ kg} = 56.6 \text{ kg}$$

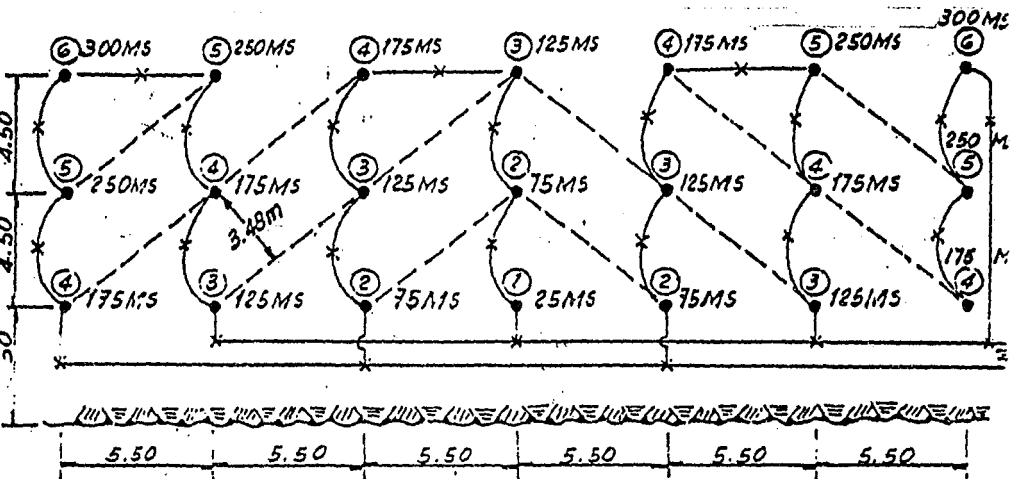
$$\text{por lo tanto FACTOR DE CARGA F.C.} = \frac{56.6}{10 \times 3 \times 3.5 \times 4.5}$$

$$= 0.360 \text{ kg/m}^3$$

REALIZANDO VOLADURAS CON SISTEMA DE IGNICION EN V, SE TIENE:

$$B = 3.5 \times 1.414 = 4.95 \text{ m} \text{ --- } 4.5$$

$$\text{FACTOR DE BARRENACION} = \frac{11.15}{10 \times 4.5 \times 5.5} = 0.0451 \text{ m/m}^3$$



PLANTA

$$\text{FACTOR DE CARGA} \quad F.C. = \frac{56.6}{10 \times 4.5 \times 5.5} = 0.229 \text{ kg/m}^3$$

FACTOR DE PERFORABILIDAD:

VELOCIDAD DE PERFORACION:

DE LOS DATOS INGERSOLL-RAND

PARA UNA ROCA: GRANITO BARRE

CON TRACKDRILL CM 350 Y PERFORADORA VL-140

CON COMPRESOR DXL-750; $v = 44$ PIES/HORA

CON TRACKDRILL ECM 350 Y PERFORADORA VL-140

CON COMPRESOR DXL-750; $v = 48$ PIES/HORA

FACTOR DE PERFORABILIDAD DE LA BRECHA

PARA MATRIZ 50% Y FRAGMENTOS 50% (2 x 0.5) = 1
PARA MATRIZ 80% Y FRAGMENTOS 20% (2 x 0.8) = 1.6

FACTOR DE PERFORABILIDAD PROMEDIO = 1.3

por lo tanto:

VELOCIDAD DE PERFORACION = 44 x 1.3 = 57.2 pies/h

por lo tanto:

$$v = 17 \text{ m/h}$$

DURACION DE BROCAS

INDICE DE ABRASION = 0.6

PARA EL GRANITO BARRE LA DURACION DE BROCAS DE 3" VARIA ENTRE 400 A 900 FT; PROMEDIO = 650

por lo tanto: 650

$$\frac{\text{---}}{0.6} = 1083 \text{ pies} = 330 \text{ m} = 350 \text{ m}$$

DURACION DE BROCAS = 350 m

3. PROPIEDADES DE LA ROCA

RESISTENCIA EN COMPRESION SIMPLE; R = 40 A 80 kg/cm²
C

MODULO ELASTICO: E = 20 000 kg/cm²; TOBA
E = 112,000 kg/cm²; ANDESITA

RELACION DE POISSON: v = 0.3 SUPUESTA; p = 2.2 ton/m³

VELOCIDAD DE TRANSMISION DE ONDAS DE COMPRESION V
L

$$V = \frac{2}{L} \frac{E(1-v)}{(1+v)(1-2v)} \times g$$

PARA LA TOBA:

$$\frac{V^2}{L} = \frac{200\,000 \text{ ton/m}^2 (1-.3)}{2.2 \text{ ton/m}^3 (1+.3)(1-.6)} \times 9.81 \text{ m/seg}^2 = \frac{200\,000 \text{ ton/m}^2}{2.2 \text{ ton/m}^3} \times 1.3462 \times 9.81 \text{ m/seg}$$

$$\frac{V^2}{L} = 1\,200\,565 \text{ m/seg}^2 \quad \text{por lo tanto: } VL=1100\text{m/seg}=3600 \text{ pies/seg}$$

$$\text{PARA E} = \frac{112\,000 \text{ kg/cm}^2}{2} = \frac{1\,120\,000}{1\,120\,000} \text{ ton/m}^3$$

$$\text{resulta: } \frac{V^2}{L} = \frac{1\,120\,000}{2.2} \times 1.3462 \times 9.81 = 6723\,167 \text{ m}^2/\text{seg}^2$$

$$\text{por lo tanto: } \frac{V}{L} = 2600 \text{ m/seg} = 8500 \text{ pies/seg}$$

DISEÑO DE UN SOLO BARRENO

ROCA MASIVA

$$\text{ALTURA DE BANCO} = 10 \text{ m} = 32.8 \text{ pies}$$

$$\text{DENSIDAD DE ROCA } SGr = 2.2$$

$$\text{VELOCIDAD ONDAS P: } Vp = 3600 \text{ pies/seg; Rel Poisson } \nu = 0.3$$

$$\text{COMPRESION SIMPLE} = 80 \text{ kg/cm}^2 = 1140 \text{ lb/pulg}^2$$

$$De = \text{DIAMETRO DEL EXPLOSIVO}$$

$$Dn = \text{DIAMETRO DEL BARRENO}$$

$$\text{DENSIDAD ENCARTUCHADA DEL EXPLOSIVO } SC = 117$$

$$\text{DIAMETRO CRITICO } Dc = 1''$$

VELOCIDAD CONFINADA DEL EXPLOSIVO:

$$\begin{aligned} V_e &= 12500 \text{ pies/seg para } D_e = 3'' \\ V_e &= 15000 \text{ pies/seg para } D_e = 5'' \end{aligned}$$

SOLUCION

LA RELACION ENTRE V_e Y D_e EN EL INTERVALO 1" A 5" PUEDE DETERMINARSE POR LA EXPRESION:

$$y = \frac{Cx}{a + bx} \text{ en donde } y = V_e; x = D_e - D_c$$

DE DONDE:

$$V_e = \frac{C(D_e - D_c)}{a + b(D_e - D_c)}$$

SABEMOS QUE $D_c = 1''$ Y QUE: $V_e = 15000$ pies/seg para $D_e = 5''$
 $V_e = 12500$ pies/seg para $D_e = 3''$

$$\text{PARA } D_e = 3''; 12\ 500 = \frac{C(3 - 1)}{a + b(3 - 1)} = \frac{2c}{a+2b}$$

SUPONIENDO $C = 5000$ COMO VALOR DE CONSTANTE

$$\text{SE TIENE: } a + 2b = \frac{2 \times 5\ 000}{12\ 500} = \frac{4}{5} = 0.8 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Y PARA } D_e = 5'' \quad 15\ 000 &= \frac{C(5 - 1)}{a + b(5 - 1)} = \frac{4C}{a+4b} \\ a + 4b &= \frac{4 \times 5000}{15\ 000} = \frac{4}{3} = 1.33 \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AGRUPANDO: } a + 2b &= .8 \quad (1) \\ a + 4b &= 1.33 \quad (2) \end{aligned}$$

$$\text{RESTANDO (1) DE (2)} \quad 2b = 0.53 \quad \text{por lo tanto } b = 0.27$$

$$\text{SUSTITUYENDO EN I} \quad a + 2(0.27) = 0.8$$

$$\text{por lo tanto: } a = 0.26$$

$$\text{Por lo tanto: } a = 0.26, \quad b = 0.27 \quad \text{y } c = 5000$$

$$\text{EMPLEANDO LA EXPRESION: } V_e = \frac{5000(D_c - 1)}{0.26 + 0.27(D_c - 1)}$$

CON De VARIANDO DESDE 1" A 5"

COMPROBACION:

$$\text{PARA De} = 3": \quad V_e = \frac{5000 (3 - 1)}{0.26 + 0.27(3-1)} = \frac{10\ 000}{0.26 + 0.54}$$

por lo tanto $V_e = 12\ 500$ pies/seg - O.K.

$$\text{Y PARA dE} = 5": \quad V_e = \frac{5000 (5 - 1)}{0.26 + 0.27(5-1)} = \frac{20\ 000}{0.26 + 1.08}$$

$V_e = 14\ 900$ pies/seg - O.K.

$$\text{PARA De} = 2": \quad V_e = \frac{50000(2-1)}{0.26 + 0.27(2-1)} = \frac{5000}{0.26+0.27} = 9450 \text{ pies/seg}$$

$$\text{PARA De} = 4": \quad V_e = \frac{5000(4-1)}{0.26 + 0.27(4-1)} = \frac{15\ 000}{0.26+0.81} = 14\ 000 \text{ pies/seg}$$

PRESION DE DETONACION:

$$P_d = \frac{6.06 \times 10^{-4} V}{1 + 0.8 (SG_e)}$$

$$\text{DENSIDAD DEL EXPLOSIVO: } SG_e = \frac{141}{SC} = \frac{141}{117} = 1.2 \text{ g/cm}^3$$

LA DENSIDAD PRACTICA DEL TOBEX 700 ES $SG_e = 1.1 \text{ g/cm}^3$

$$\text{DE DONDE: } P_d = \frac{6.06 \times 10^{-4} \times 15000 \times 1.1}{1 + 0.8 \times 1.1} = \frac{6.06 \times 2.25 \times 10^{-4} \times 1.1}{1.88}$$

por lo tanto $P_d \text{ max} = 796\ 790 \text{ lb/pulg} = 56\ 182 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Para De} = 2": \quad P_d = P_d \text{ max} \left(\frac{9450}{15000} \right) = 797\ 790 \text{ (0.397)}$$

por lo tanto $P_d = 316\ 723 \text{ lg/pulg} = 22\ 304 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Para De} = 4": \quad P_d = P_d \text{ max} \left(\frac{14000}{15000} \right) = 797\ 790 \text{ (0.87)}$$

por lo tanto $P_d = 694\ 077 \text{ lg/pulg} = 48\ 878 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Para } D_e = 3''; P_d = P_{d\max} \left(\frac{12500}{15000} \right) = 797\,790 \text{ (0.69)}$$

$$\text{por lo tanto } P_d = 554\,021 \text{ lg/pulg} = 39016 \text{ kg/cm}^2$$

DETERMINACION DEL BORDO OPTIMO

$$\text{UTILIZANDO LA EXPRESION: } K = 30 \left(\frac{160}{B \cdot d \cdot r} \right) \left(\frac{SG_e}{1.3} \right) \left(\frac{V_e}{12000} \right)$$

en donde:

$$d = 62.4 \text{ (SGr)} = 62.4 \text{ (2.2)} = 137 \text{ lg/pie}^3$$

siendo:

d = peso volumetrico de la roca

SG_e = Densidad practica del Tovex 700 = 1.1 g/cm³

V_e = Velocidad del explosivo Tovex 700 = 15 000 pies/seg

12 000 = Velocidad de un explosivo base

30 = Relaci[on de bordo promedio = 30

1.3 = Densidad del explosivo base

$$\text{por lo tanto: } K = 30 \left(\frac{160}{B \cdot 137.3} \right) \left(\frac{1.1}{1.3} \right) \left(\frac{15000}{12000} \right)$$

$$= 30 (1.05) (0.95) \left(\frac{V_e}{12000} \right) = 29.8 \left(\frac{V_e}{12000} \right)$$

PARA TENER EL BORDO EN PIES:

$$B = \frac{29.8 \cdot V_e}{12 \cdot 12000} \quad D_e$$

$$\text{por lo tanto: } B = 2.48 \quad D_e \left(\frac{V_e}{12000} \right)$$

CALCULO DEL BORDO:

En forma general tenemos $B = 2.48 \text{ De} \left(\frac{\text{Ve}}{12000} \right)$, pies

Para $\text{De} = 2''$ $B = 2.48(2) \left(\frac{9450}{12000} \right) = 4.96(.85) = \underline{4.23 \text{ pies}}$

por lo tanto $B = \underline{25.4}$

Para $\text{De} = 4''$ $B = 2.48$
14000

CALCULO DEL BORDO:

En forma general tenemos $B = 2.48 \text{ De} \left(\frac{V_e}{12000} \right)$, pies

$$\text{Para De} = 2'' \quad B = 2.48(2) \left(\frac{9450}{12000} \right) = 4.96(.85) = \underline{4.23 \text{ pies}}$$

por lo tanto $B = \underline{25.4}$

$$\text{Para De} = 4'' \quad B = 2.48(4) \left(\frac{14000}{12000} \right) = 0.92(1.11) = \underline{11 \text{ pies}}$$

por lo tanto $B = 33$

$$\text{Para De} = 5'' \quad B = 2.48(5) \left(\frac{15000}{12000} \right) = 12.4(1.16) = \underline{14.39 \text{ pies}}$$

por lo tanto $B = 34.5$

$$\text{Para De} = 6'' \quad B = 2.48(6) \left(\frac{15000}{12000} \right) = 14.88(1.16) = \underline{17.27 \text{ pies}}$$

por lo tanto $B = \underline{34.5}$

$$\text{Para De} = 3'' \quad B = 2.48(3) \left(\frac{15000}{12000} \right) = 7.44(1.03) = \underline{7.65 \text{ pies}}$$

por lo tanto $B = \underline{30.6}$

VELOCIDAD DE PROPAGACION DE FRACTURAS:

$$V_f = \frac{V_p}{3}; \quad V_f = \frac{3600}{3} = 1200 \text{ pies/seg}$$

TIEMPO DE ARRIBO DE FRACTURAS AL FRENTE LIBRE:

$$\text{Si } t = \frac{B}{V_f}; \quad \text{Para De} = 2''; \quad t_f = \frac{4.23}{1200} = 3.5 \text{ ms}$$

$$\text{Para De} = 4''; \quad t_f = \frac{11}{1200} = 9.2 \text{ ms}$$

$$\text{Para } D_e = 3"; \quad t_f = \frac{7.65}{1200} = 6.4 \text{ ms}$$

$$\text{Para } D_e = 5"; \quad t_f = \frac{14.39}{1200} = 12 \text{ ms}$$

TIEMPO DE ARRANQUE DE LA ROCA:

LA VELOCIDAD DE DESPRENDIMIENTO DE LA ROCA ES +- 1/6 DE LA VELOCIDAD DE PROPAGACION DE LAS FRACTURAS.

$$t = \frac{B}{V_d} \quad V_d = \frac{V_f}{6} = \frac{1200}{6} = 200 \text{ pies/seg}$$

$$\text{Para: } D_e = 2"; \quad t = \frac{4.23 \text{ pies}}{200 \frac{\text{pies}}{\text{seg}}} = 0.212 \text{ seg} \times 1000 = \underline{21.2 \text{ ms}}$$

$$D_e = 4"; \quad t = \frac{11 \text{ pies}}{200} = 0.055 \text{ seg} \times 1000 = \underline{55 \text{ ms}}$$

$$D_e = 3"; \quad t = \frac{7.65}{200} = 0.383 \text{ seg} \times 1000 = \underline{38.3 \text{ ms}}$$

$$D_e = 5"; \quad t = \frac{14.39}{200} = 0.072 \text{ seg} \times 1000 = \underline{72 \text{ ms}}$$

$$D_e = 6"; \quad t = \frac{17.27}{200} = 0.0864 \text{ seg} \times 1000 = \underline{86 \text{ ms}}$$

BORDO MINIMO:

UTILIZANDO LA RELACION DE BORDO EN FUNCION DE LAS VELOCIDADES DE LA ROCA Y DEL EXPLOSIVO SE TIENE:

$$K_v = \frac{V_e}{V_p}$$

donde: V_e = Velocidad explosivo
 V_p = Velocidad roca
 V_p = 3600 pies/seg

TABULANDO VALORES:

De"	B, pies	Ve, pies/seg	Kv
1	0	0	0
2	4.23	9 450	2.63
3	7.65	12 500	3.47
4	11	14 000	3.89
5	14.39	14 900	4.14
6	17.27	15 000	4.17

BORDO MINIMO PARA EL PRIMER O CEBO A NIVEL DEL PISO

$$B1 = \frac{3L}{9Kv + 2} ; \quad L = 32.8 \text{ pies (altura banco)}$$

$$\text{Para De} = 5"; \quad B' = \frac{3 \times 32.8}{9 \times 4.14 + 2} = \frac{98.4}{39.26} = \underline{2.51 \text{ pies}}$$

De la tabla B = 14.39 > 2.51 Se puede reducir el diametro

$$\text{Para De} = 6"; \quad B' = \frac{3 \times 32.8}{9 \times 4.17 + 2} = \frac{98.4}{39.53} = \underline{2.49 \text{ pies.}} \quad \text{Se puede reducir el diametro}$$

$$\text{Para De} = 4"; \quad B' = \frac{3 \times 32.8}{9 \times 3.89 + 2} = \frac{98.4}{37.01} = 2.66 \text{ pies}$$

De la tabla B = 11 pies > 2.96 Se puede reducir el diametro

$$\text{Para De} = 3"; \quad B' = \frac{3 \times 32.8}{9 \times 3.47 + 2} = \frac{98.4}{32.23} = 2.96 \text{ pies}$$

De la tabla B = 7.65 pies > 2.96 Se puede reducir el diametro

$$\text{Para De} = 2"; \quad B' = \frac{3 \times 32.8}{9 \times 2.63 + 2} = \frac{98.4}{25.67} = 3.83 \text{ pies}$$

De la tabla B = 4.23 > 3.83 pies

El valor de Bordo optimo B de la tabla y el bordo minimo son aproximadamente iguales para De = 2". Por tanto, deberiamos utilizar De = 2"

Bordo minimo para el primer o cebo al centro de la carga de columna.

$$B' = \frac{3 L}{18 K_v + 1}$$

Para De = 5"; $B' = \frac{3 \times 32.8}{18 \times 4.14 + 1} = \frac{98.4}{75.52} = 1.30$ pies

De la tabla B = 14.39 >> 1.30 El diametro puede ser mucho mas pequeño.

Para De = 3"; $B' = \frac{3 \times 32.8}{18 \times 3.47 + 1} = \frac{98.4}{63.46} = 1.55$ pies

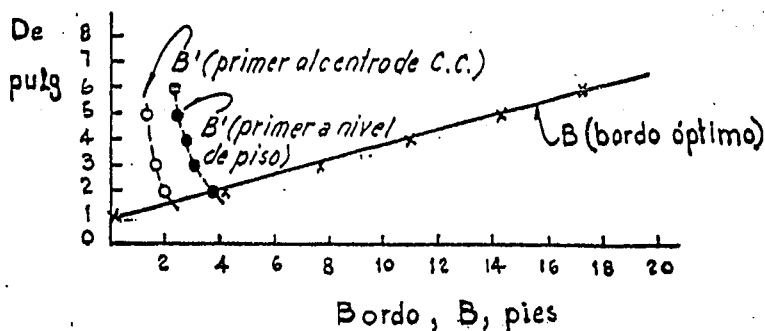
De la tabla B = 7.67 >> 1.55 El diametro puede ser mucho menor

Para De = 2"; $B' = \frac{3 \times 32.8}{18 \times 2.63 + 1} = \frac{9.84}{48.34} = 2.04$ pies

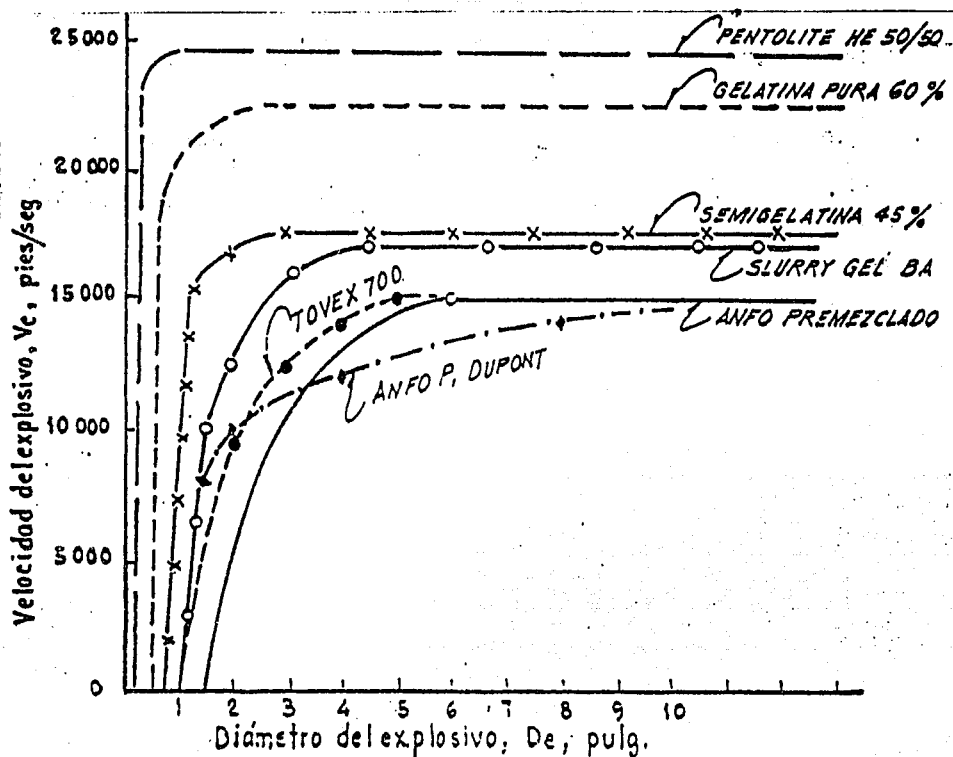
De la tabla B = 4.23 > 2.04 pies

Se observa que el diametro que mas se aproxima es De = 2; Deberiamos usar De = 2".

GRAFICANDO LA RELACION ENTRE LOS BORDOS Y LOS DIAMETROS SE TIENE:



GRAFICANDO EL DIAMETRO CONTRA LA VELOCIDAD DEL EXPLOSIVO.



RESULTADOS:

METODO SUECO

DIAMETRO DE BARRENO = 4" (10.16 cm)
 BORDO MAXIMO = 346 cm = 34
 BORDO PRACTICO = 350 cm
 ESPACIAMIENTO = $350 \times 1.25 = 437.5 = 450$

PATRON DE BARRENACION

B = 3.5 m

E = 4.5 m

75

METODO AMERICANO

DIAMETRO BARRENO 4" (10.16 cm)
BORDO OPTIMO = 335 cm = 33
BORDO PRACTICO = 350
ESPACIAMIENTO = 335 x 1.25 = 418.75
AREA = E x B = 3.35 x 4.1875 = 14.028 m2
ESPACIAMIENTO = 14.028/3.5 = 4.0 m

PATRON DE BARRENACION

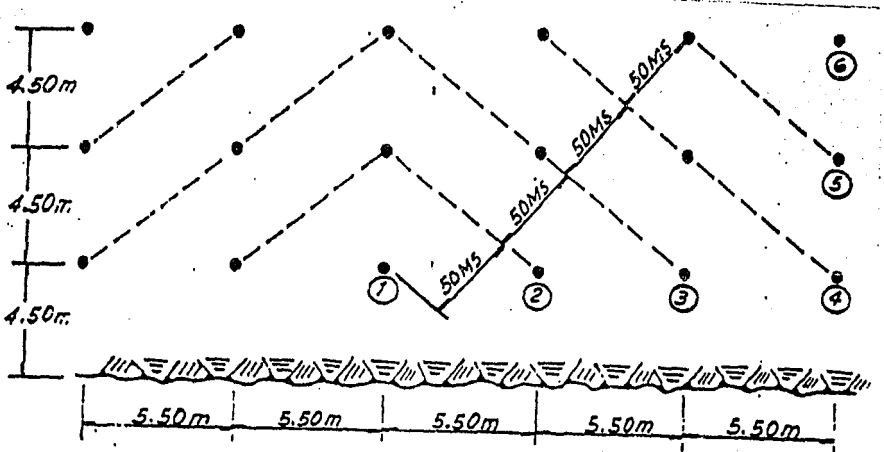
B = 3.5 m
E = 4.0 m

RECOMENDACION

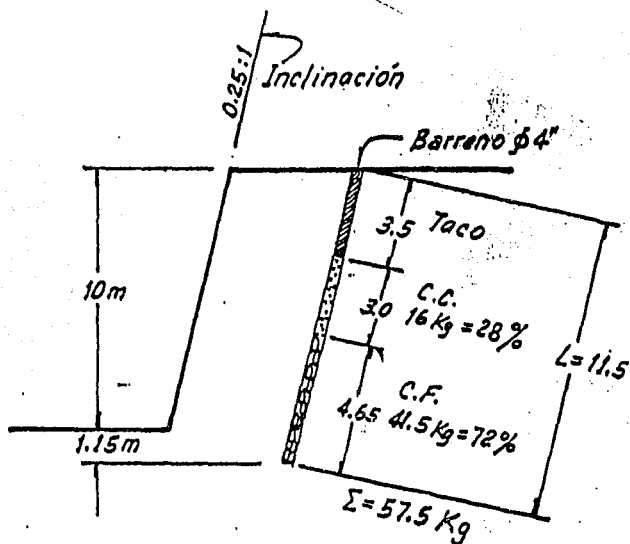
UTILIZAR EL PATRON RESULTANTE DEL METODO SUECO REALIZANDO LA VOLADURA CON SECUENCIA DE IGNICION EN V, DE MANERA QUE EL BORDO MAXIMO SE PRESENTE EN FORMA DIAGONAL RESULTANDO ENTONCES UN PATRON RECTANGULAR DE 4.5 x 5.5 QUE TIENE UN BORDO DIAGONAL DE 3.48 m.

RESULTANDO:

B = 4.5 m DIAMETRO BARRENO = 4"
E = 5.5 m



EXPLOSIVO: TOVEX 700, 3" + SUPERMEXAMON
 CARGA DE FONDO = 41.5 kg = 72%
 CARGA DE COLUMNA = 16 kg = 28%
 TOTAL = 57.5 kg



FACTOR DE CARGA

$$F.C. = \frac{57.5 \text{ kg}}{10 \times 4.5 \times 5.5 \text{ m}^3} = 0.232 \text{ kg/m}^3$$

FACTOR DE BARRENACION

$$F.B. = \frac{11.15}{10 \times 4.5 \times 5.5} = 0.045 \text{ m/m}^3 = 4.5 \text{ cm/m}^3$$

VELOCIDAD DE BARRENACION EN 4" --- 17 m/h

DURACION DE BROCAS: 350 m

NOTA: DE LA DEFINICION DEL TIEMPO DE ARRANQUE DE LA ROCA PARA
 = 4" ES DE 55 ms POR O QUE SE RECOMIENDA QUE LA SEPARACION
 ENTRE LINEAS SEA DE 50 ms.

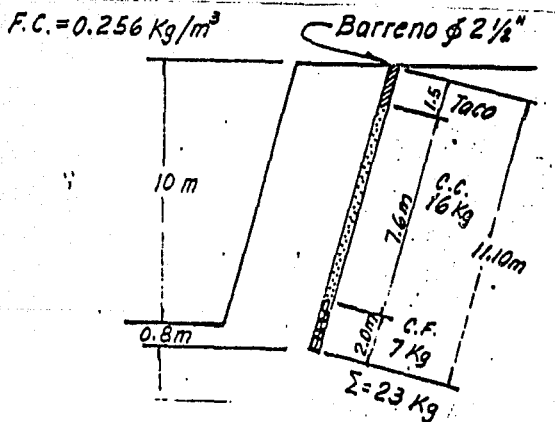
COMENTARIOS

LAS VOLADURAS DE PEÑITAS, CHIS. TUVIERON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

DIAMETRO DE BARRENO: 2 1/2
PATRON DE BARRENACION:
2.5 x 3.0 m
2.75 x 2.75 m
3.0 x 3.0 m
FACTOR DE CARGA: 0.180 A 0.36 kg/m³
FACTOR DE BARRENACION: 0.12 A 0.14 m/m³

$$\begin{aligned} \text{SUPONIENDO UN BANCO DE 10 m} &= \frac{10.8}{10 \times 2.5 \times 3} = 0.14 \text{ m/m}^3 \\ &= \frac{10.8}{10 \times 3 \times 3} = 0.12 \text{ m/m}^3 \end{aligned}$$

EJEMPLO: PATRON 3 x 3 m



RELACION DE CARGAS:

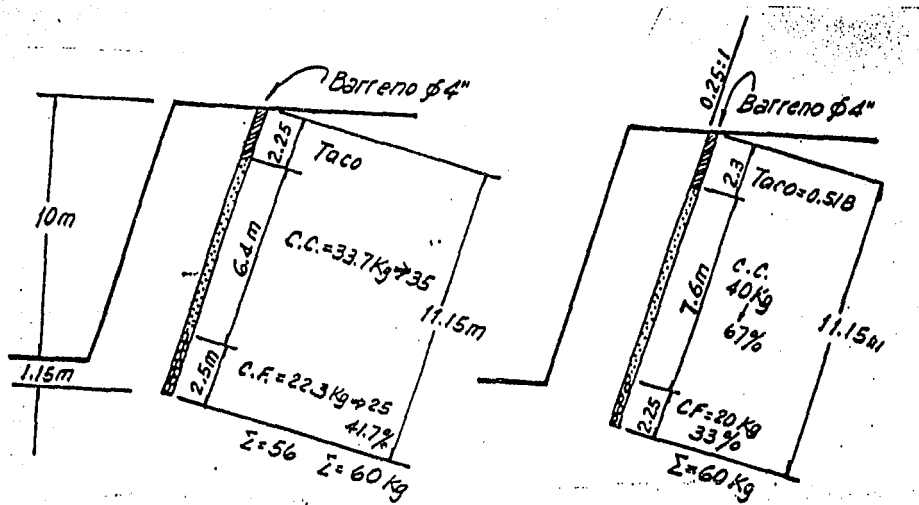
C.F. = 29%
C.C. = 71%

RELACION DIAMETRO A BORDO:

PARA B = 2.5 m; 6.35 cm; Kv = 39
B = 2.75 m; 6.35 cm; Kv = 43
B = 3.00 m; 6.35 cm; Kv = 47

NOTA: SE TIENE LA EXPERIENCIA QUE DIO BUEN RESULTADO EN ROCA BLANDA.

UTILIZANDO EL SISTEMA DE CARGA
EMPLEADO EN PEÑITAS



ALTERNATIVA 1

$$\text{FACTOR DE CARGA} = \frac{60}{10 \times 4.5 \times 5.5} = 0.242 \text{ kg/m}^3$$

$$= 242 \text{ g/m}^3$$

$$\text{FACTOR DE BARRENACION} = \frac{11.15}{10 \times 4.5 \times 5.5} = 0.045 \text{ m/m}^3$$

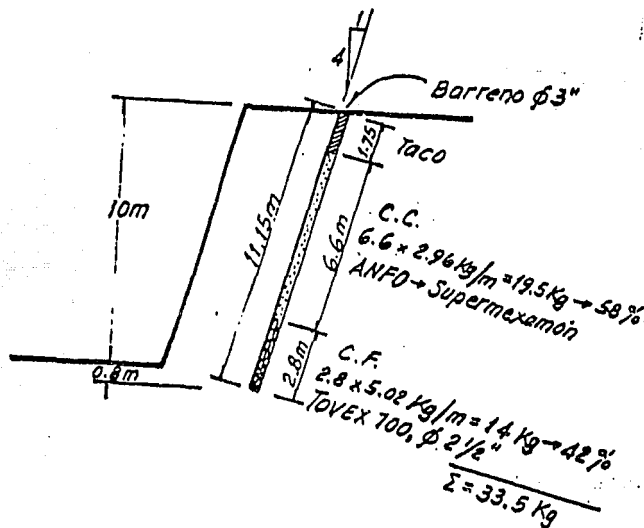
$$= 4.5 \text{ cm/m}^3$$

NOTA: ESTA CARGA ES MAS ECONOMICA QUE LA INDICADA EN LA PAG. 20 Y DEBE DAR BUEN RESULTADO YA QUE NO SE REQUIERE EXPLOSIVO MUY POTENTE, PUES LA ROCA ES BLANDA Y POR TANTO SE DEBE USAR LA MAYOR CANTIDAD POSIBLE DE ANFO, RECORDANDO QUE CONVIENE UTILIZAR VELOCIDAD DE EXPLOSIVO IGUAL A VELOCIDAD DE ROCA.
ES MEJOR LA ALTERNATIVA 2

PROPUESTA:

VERTEDOR TROJES

DIAMETRO DE BARRENO 2 1/2 (6.35 cm) A = 31.67 cm²
PLANTILLA DE BARRENACION 3m x 3m



$$\text{FACTOR DE CARGA} = \frac{23 \text{ kg}}{10 \times 3 \times 3} = 0.256 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{COEFICIENTE DE BARRENACION} = \frac{11.15}{10 \times 3 \times 3} = 0.0124 \text{ m/m}^3 = 12.4 \text{ cm/m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO DE BARRENACION} = 17 \text{ m/h}$$

UTILIZAR 6 TIEMPOS: 25 ms, 50, 75, 100, 125 Y 150.

CANTERA TROJES
(CORTINA)

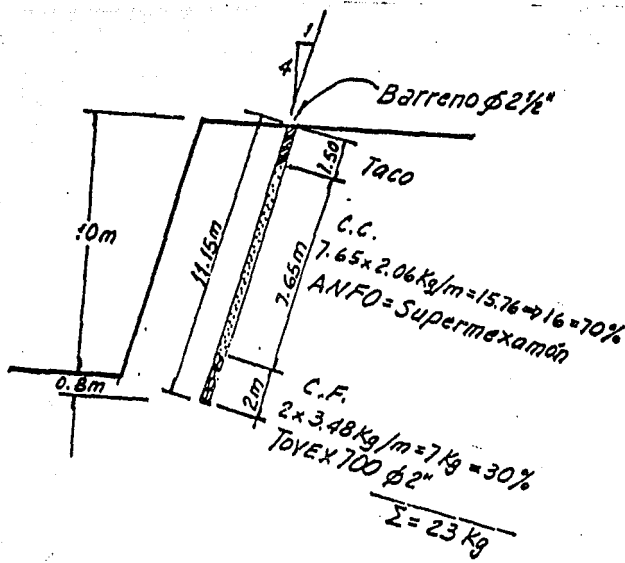
DIAMETRO BARRENO: = 3" (7.6 cm) A = 45.6 cm²

PLANTILLA DE BARRENACION 2.5 m x 2.5 m --- 2.75 m x 3.0 m

TOVEX 4.56 l/m x 1.1 kg/l = 5.02 kg/m

ANFO 4.56 l/m x 0.65 kg/l = 2.96 kg/m

80



$$\text{FACTOR DE CARGA} = \frac{33.5}{10 \times 2.5 \times 2.5} = 0.536 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{FACTOR DE BARRENACION} = \frac{11.15}{10 \times 2.5 \times 2.5} = 0.18 \text{ m/m}^3$$

$$= 18 \text{ cm/m}^3$$

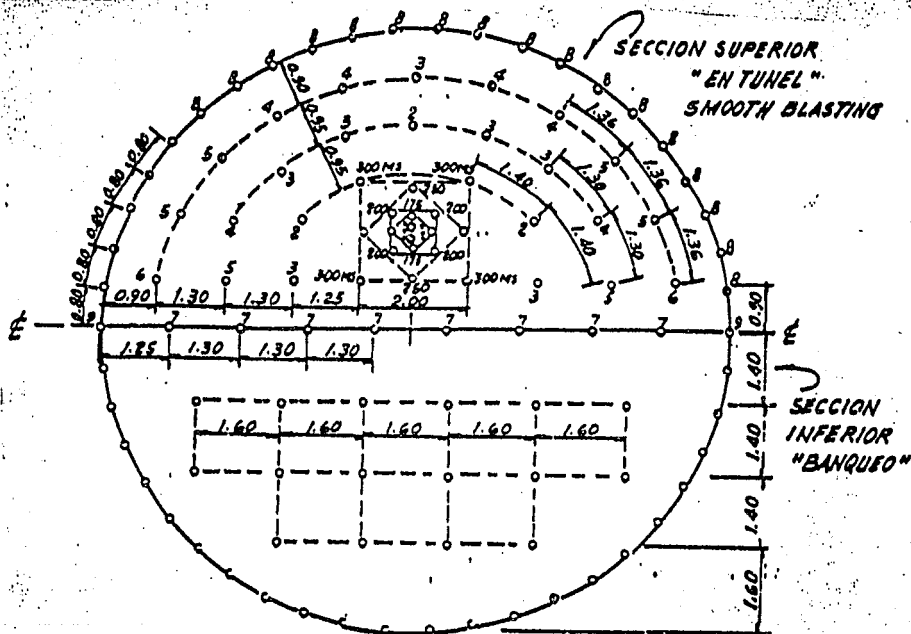
$$= 13.5 \text{ cm/m}^3$$

V.IV TUNEL DE DESVIO P. TROJES, COLIMA 11.60

RENDIMIENTO DE BARRENACION: 12 m/h

UTILIZAR 6 TIEMPOS: 25, 50, 75, 100, 125, 150 ms.

TUNEL DE DESVIO. P. TROJES, COLIMA
11.60 m



LONGITUD DE BARRENACION = 4 m

AVANCE REAL = 3.90

SECCION SUPERIOR: AREA = 52.84 m²

BARRENO 1 7/8"

PRECORTE: 24 x 1.2 kg = 28.80 kg

PISO: 8 x 7.35 kg = 58.80 kg

ABIERTA: 24 x 2.85 kg = 68.40 kg

24 x 2.4 kg = 58.5 kg

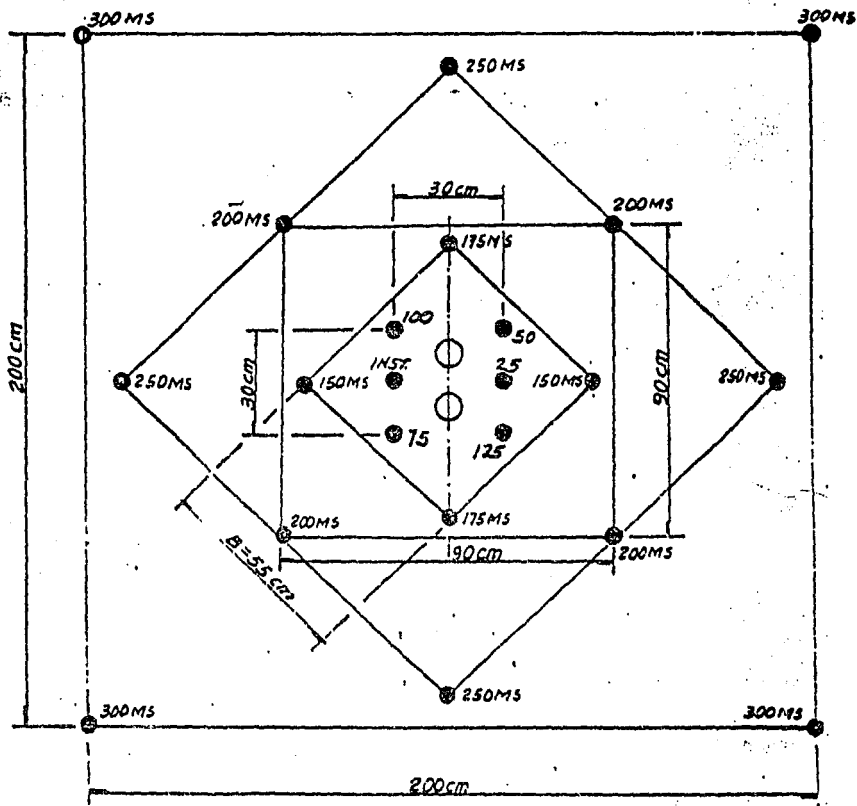
CONTRACUÑA: 12 x 3.40 kg = 40.70 kg

4 x 2.70 kg = 11.00 kg

CUÑA: 6 x 2 kg = 12.00 kg

CUÑA DE EXPANSION DE BARRENOS PARALELOS
CON 2 BARRENOS HUECOS DE 3"

CUÑA DE EXPANSION DE BARRENOS PARALELOS
CON 2 BARRENOS HUECOS DE 3"



BARRENO 1 7/8" (22)
BARRENO 3" (2)

CANTIDAD DE EXPLOSIVO EN LA SECCION SUPERIOR

TOVEX 100	=	28.8 kg	-	10.4%
TOVEX 700	=	190.9 kg	-	68.6%
SUPERMEXAMON	=	58.5 kg	-	21.0%
S U M A:		278.2 kg		

BANQUEO SECCION INFERIOR

PRECORTE:

$$0.30 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 1.2 \text{ kg/barreno}$$
$$22 \text{ BARRENOS} \times 1.2 = 26.4 \text{ kg TOVEX 100}$$

BANQUEO (IGUAL QUE LA ABIERTA)

$$\text{CONCENTRACION } 21.4 \text{ kg/m} \quad \text{CARGA DE FONDO}$$
$$\text{C.F.} = 214 \text{ kg/m} \times 1/3 \times 4 = 2.83 \text{ kg/barreno}$$
$$16 \text{ barrenos} \times 2.85 = 45.60 \text{ kg TOVEX 700}$$

CARGA DE COLUMNA. Concentracion = 1.18 kg/m

$$\text{C.C.} = 1.18 \text{ kg/m} \times (2/3 \times 4 - 0.6) = 2.4 \text{ kg/barreno}$$
$$16 \text{ barrenos} \times 2.4 = 38.4 \text{ ANFO}$$

SUMA

TOVEX 100	1" x 8"	=	26.4 kg	23.9%
TOVEX 700	1 3/4 x 16"	=	45.6 kg	41.3%
SUPERMEXAMON		=	38.4 kg	34.8%

			110.4 kg	

$$\text{FACTOR DE BARRENACION} = \frac{38 \text{ barr} \times 4 \text{ m}}{52.84 \times 3.90} = \underline{0.74 \text{ m/m}^3}$$

$$\text{FACTOR DE CARGA} = \frac{110.4 \text{ kg}}{52.84 \times 3.90} = \underline{0.54 \text{ kg/m}^3}$$

SECCION COMPLETA

VOLUMEN DE ROCA POR DE TUNEL

$$= \frac{--}{4} \times 11.6 \times 1 = 105.7 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{No. TOTAL DE BARRENOS} = 80 + 38 = 118 \text{ BARRENOS}$$

$$\text{TOTAL DE EXPLOSIVO} = 278.2 + 110.4 = 388.6 \text{ kg}$$

$$\text{FACTOR DE BARRENACION} = \frac{118 \times 4}{105.7 \times 3.9 \text{ m}^3} = 1.15 \text{ m/m}^3$$

$$\text{FACTOR DE CARGA} = \frac{388.6 \text{ kg}}{105.7 \times 3.9 \text{ m}^3} = 0.943 \text{ kg/m}^3$$

No. DE BARRENOS

BARRENOS CON EXPLOSIVO = 78 1 7/8"
 BARRENOS HUECOS = 2 3"
 T O T A L = 80 BARRENOS

COEFICIENTE DE BARRENACION

$$C.B. = \frac{80 \times 4 \text{ m}}{2 \times 5.8 \times 3.9} = \underline{1.55 \text{ m/m}^3}$$

COEFICIENTE DE CARGA

$$C.C. = \frac{278.2}{2 \times 5.8 \times 3.9} = \underline{1.35 \text{ kg/m}^3}$$

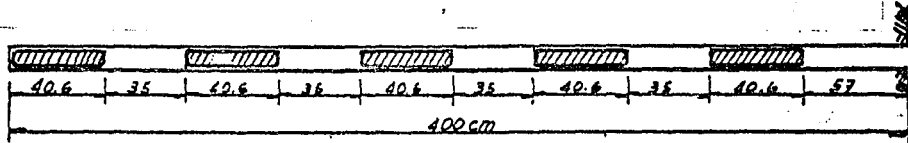
CALCULO DE CARGAS DE EXPLOSIVO

BARRENO 1 7/8" = 4.8 cm AREA = 18.1 cm² ; VOLUMEN = 1.81 l/m
 EXPLOSIVO, TOVEX 700; DENSIDAD = 1.18 g/cm³
 1 3/4"; Long = 16" = 40.6 cm; Area = 15.5 cm²
 Peso de 1 cartucho = 630.02 x 1.18 g/cm³ = 743.4 g
 TOVEX 100 DENSIDAD = 1.10 g/cm³
 Peso de 1 cartucho = 120 g 1" x 8"

PESO DE EXPLOSIVO POR METRO DE BARRENO

TOVEX 700 = 1.81 l/m x 1.18 kg/k = 2.14 kg/m
 SUPERMEXAMON = 1.81 l/m x 0.65 kg/l = 1.18 kg/m

PESO DE EXPLOSIVO POR METRO DE BARRENO EN CONTRA CUÑA (TOVEX 700)



PESO = 5 CARTUCHOS x 0.743 kg = 3.72 kg; 3.72/4 = 0.93 kg/m

PESO DE EXPLOSIVO POR METRO DE BARRENO EN PRECORTE (TOVEX 100)



PESO = 10 CARTUCHOS x 120 = 1200 g -- 1.2 kg/4 m = 0.30 kg/m

CARGA DE EXPLOSIVO A COLOCAR

- BARRENOS DE PISO Long = 4 m

TACO DE 57 cm, BARRENOS LLENOS DE TOVEX 700

CARGA DE FONDO (TOVEX 700)

$$\text{C.F.} = 2.14 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \frac{1}{3} \times 4 \text{ m} = 2.85 \text{ kg}$$

CARGA DE COLUMNA (TOVEX 700)

$$\text{C.C.} = 2.14 \text{ kg/m} (2/3 \cdot 4.00 - 0.57) = 4.5 \text{ kg}$$
$$\text{TOTAL} = 2.85 + 4.5 = 7.35 \text{ kg}$$

- BARRENACION ABIERTA Long = 4 m

CARGA DE FONDO (TOVEX 700)

$$\text{C.F.} = 2.14 \text{ kg/m} \times 1/3 \times 4 = 2.85 \text{ kg}$$

CARGA DE COLUMNA (ANFO)

$$\text{C.C.} = 1.18 \text{ kg/m} \times (4 - 0.6 - 1/4 \times 4) = 2.44 \text{ kg}$$

- CONTRACUÑA

$$\text{CONCENTRACION PARA B} = 0.70, \quad 1.15 \text{ kg/m}$$
$$\text{TABLA I-22 CFE) } \quad \text{B} = 0.25, \quad 0.75 \text{ kg/m}$$

12 BARRENOS CON 0.94 kg/m Y 4 BARRENOS CON 0.75 kg/m

$$12 \times 0.93 \times (4 - 0.7/2) = 40.7 \text{ kg}$$

$$4 \times 0.75 \times (4 - 0.35) = 11.0 \text{ kg}$$

- CUÑA:

$$\text{CONCENTRACION} = 0.65 \text{ kg/m (TABLA I-21 CFE)}$$

$$\text{No. DE BARRENOS} = 6 \text{ DE } 1 \frac{7}{8}''$$

$$6 \times 0.55 \text{ kg/m} (4 - 0.35) = 12 \text{ kg}$$

- BARRENOS DE PRECORTE

TOVEX 100 1" x 8" CON 120 g c/u, de L = 20 cm

DENSIDAD 1.10 g/cm³

10 CARTUCHOS x 120 g = 1.2 kg

12 kg/4 m = 0.30 kg/m (TABLA I-24 CFE)

No. DE BARRENOS = 24

$$24 \times 0.3 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 28.8 \text{ kg}$$

V.V. DISEÑO DE TUNEL DE CONDUCCION SECCION HERRADURA

BARRENO QUEMADO = 3 1/2" (2)
 BARRENO CARGADO = 1 3/4" (61)
 LONGITUD DE BARRENOS = 14' = 4.27 m

CARGA ESPECIFICA = 1.71 kg/m³
 COEFICIENTE DE BARRENACION = 2.84 m/m³

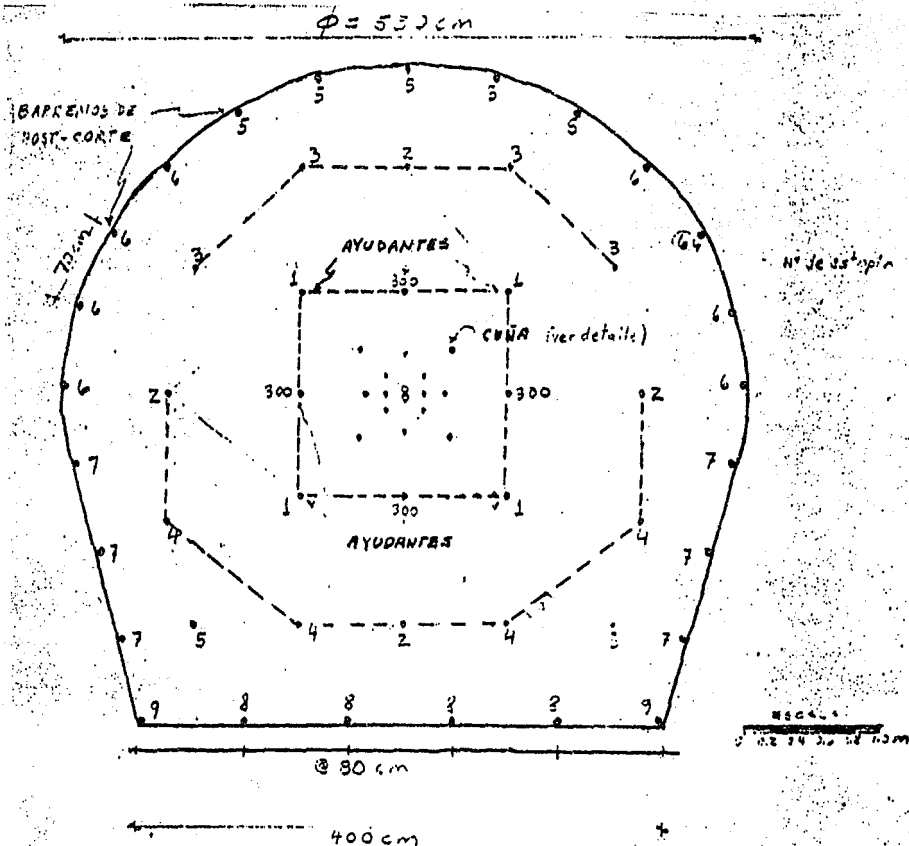


DIAGRAMA DE BARRENACION

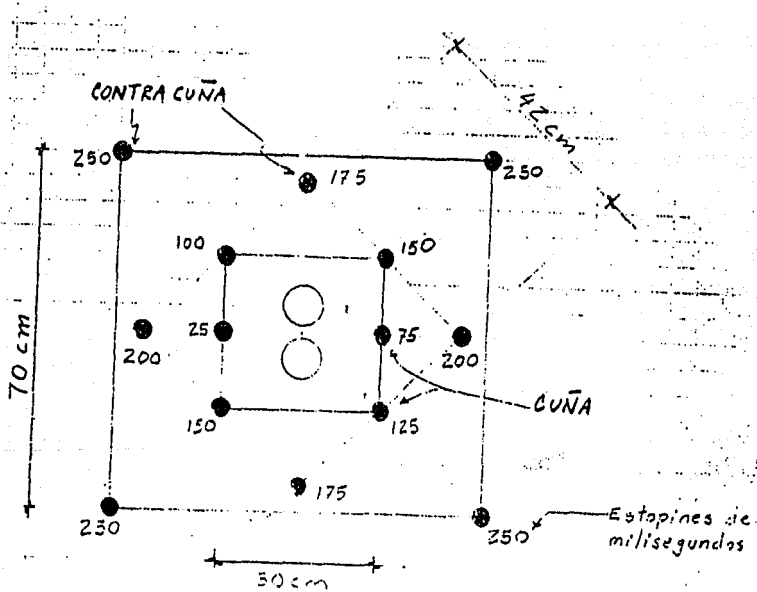
CONSUMO DE EXPLOSIVO

		(kg)	%	(kg/m Tun)*
TOVEX 100,	1" x 8"	28.8+26.4=	55.2	14.2
TOVEX 700,	1 3/4 x 16"	190.9+45.6=	236.5	60.64
SUPERMEXAMON		58.5+38.4=	96.9	24.9
		388.6		99.64

*kg/m de TUNEL = EXPLOSIVO/AVANCE (3.90 m)

BARRENACION POR m DE TUNEL
 1.15 m/m³ x 105.7 m³/m = 121.6

----- 121.6 m de barrenacion/m de tunel.



DETALLE DE LA CUÑA

TUNEL DE CONDUCCION - SECCION HERRADURA

No. BARRENOS		CARGA/BARRENOS	CARGA TOTAL
CUÑA	6	2.356 kg	14.136 kg
CONTRACUÑA	12	3.644 kg	43.728 kg
AYUDANTES	15	ALTO EXPL. 1.521	22.815 kg
		ANFO 2,387	35.805 kg
PISO	5	5.56	27.80
PARED	--	-----	-----
POSTCORTE	19	2.04	38.76
	-----		-----
S U M A:	58		S U M A: 183.044 kg

AREA SECCION = 23.35 m²

VOL. VOLADURA = 23.35 x 3.91
= 91.2985 m³

BARR. ESPECIFIC. = $\frac{58 \times 4.12}{91.2985} = 2.5722 \text{ m/m}^3$

FACTOR DE CARGA = $\frac{183.044}{91.2985} = 2.0049 \text{ kg/m}^3$

ALTO EXPL. = 80.44 %
ANFO = 19.56 %

ACCESORIOS:

ESTOPIN MS = 18 pz/91.2985 = 0.1972 pz/m³
ESTOPIN RET= 26 pz/91.2985 = 0.2848 pz/m³

**CLASIFICACION DE ROCAS
DENSIDAD Y VELOCIDAD SONICA APROXIMADAS**

C L A S E "A"

*2.8-4.5 TON/m³ (4500-5500 M/seg)
GRANITO DURO
CUARCITA DE GRANO DURO
SILICE DURA
TACTITA

C L A S E "B"

*2.5-3.1 TON/m³ (3000-4800
M/seg)
CUARZO
CUARCITA
CONGLOMERADO DE CUARZO
MARMOL
GRANITO DE MEDIANA DUREZA
ARENISCA-DURA

C L A S E "C"

*2.5-4 TON/m³ (3500-4500 M/seg)
GRANITO SUAVE
HEMATITA
ROCA SILICA ESTRATIFICADA
MICA, ESQUISTO
SILICA EN ROCA

C L A S E "D"

2.2-2.5 TON/m³ (2500-3250
M/seg)
CALIZA DURA
PIZARRA DURA
PIZARRA BITUMINOSA
ALIZA CRISTALINA
ALIZA SILICOSA

C L A S E "E"

*2.2-2.5 TON/m³ (2100-2500 M/seg)
CALIZA DE MEDIANA DUREZA
ARENISCA - SUAVE
PIZARRA DE MEDIANA DUREZA
PIZARRA ARENISCA
CALIZA SEMI-SILICOSA

C L A S E "F"

*1.9-2.3 TON/m³ (1600-2100
M/seg)
CALIZA SUAVE
PIZARRAS SUAVES
CALIZA CARBONIFERA
CALCITA
ROCA MEDIO DESINTEGRADA

C L A S E "G"

1.1-1.3 TON/m³ (1500-2000 M/seg)
YESO
PIZARRA-MUY SUAVE
ARCILLA
ROCA DESINTEGRADA

V.VI APLICACION DEL SISTEMA DE EMULSIONES A GRANEL

INTRODUCCION:

LOS PRODUCTOS HEAVY ANFO ELABORADOS MEZCLANDO ANFO (O NITRATO DE AMONIO GRANULADO) CON UNA CANTIDAD RELATIVAMENTE PEQUEÑA DE EMULSION (TÍPICAMENTE 15-30%) HAN RESULTADO MUY POPULARES EN AÑOS RECIENTES. ELLOS SON MENOS CAROS QUE PLENA EMULSION SENSITIVA Y MANTIENEN LAS BUENAS CARACTERISTICAS EXPLOSIVAS DEL ANFO PERO TIENEN MAS ALTA POTENCIA EN VOLUMEN. SU USO, SIN EMBARGO, ES LIMITADO GENERALMENTE A GRANDES DIAMETROS Y BARRENOS SECOS. DIAMETROS MENORES, CANTERAS CON BARRENOS CON AGUA NO HAN SIDO POSIBLES DE UTILIZAR AMPLIAMENTE ESTE PRODUCTO A GRANEL DE BAJO COSTO.

RECIENTEMENTE UN NUMERO DE COMPAÑIAS CON CANTERAS HAN ASISTIDO EN EL DESARROLLO INSOLITO DE MEZCLAS REBOMBEABLES DE EMULSION Y ANFO USUABLE EN BARRENOS CON AGUA Y EN DIAMETROS TAN PEQUEÑOS COMO TRES PULGADAS. ESTOS PRODUCTOS CONSISTEN DE EMULSIONES SENSITIVAS REBOMBEABLES (CON O SIN ALUMINIO) CON HASTA 30% DE NITRATO DE AMONIO PRILADO O CON ANFO ADICIONADO. LA PRESENCIA DE NITRATO DE AMONIO SOLIDO HA REDUCIDO EL COSTO DEL EXPLOSIVO HASTA EL PUNTO EN DONDE LA ECONOMIA ES FAVORABLE PARA TAMBIEN USUARIOS DE PEQUEÑOS VOLUMENES MIENTRAS LA ENERGIA Y EL VOLUMEN DE GAS DE LOS PRODUCTOS BOMBEABLES SON MEJORADOS.

CON ESTE CONCEPTO LAS EMULSIONES REBOMBEABLES PUEDEN ALMACENARSE EN EL SITIO DE TRABAJO O ENTREGADAS SOBRE DEMANDA, MEZCLADAS CON LA CANTIDAD DESEADA DE NITRATO PRILADO Y BOMBEADAS AL FONDO DEL BARENO A TRAVES DE MANGUERAS DE DIAMETRO PEQUEÑO. ENTREGA DE CAMIONES PARA MEZCLAR Y BOMBEAR ESTAS MEZCLAS SON DISEÑADOS DE ACUERDO A LAS NECESIDADES Y SON COMERCIALMENTE MANUFACTURADOS. ESTE DESARROLLO PROVEE A LA INDUSTRIA DE LAS CANTERAS ACCESO A UN MODERNO, MENOS CARO, DE AGENTES EXPLOSIVOS A GRANEL.

QUE OPCIONES ESTAN DISPONIBLES PARA EL OPERADOR DE CANTERAS, TRABAJOS EN CARRETERAS Y CAMINOS O TRABAJOS A GRANDE ESCALA EN LUGARES QUE UTILIZAN BARRENOS DE DIAMETROS PEQUEÑOS? (PARA ESTA APLICACION BARRENOS DE DIAMETROS PEQUEÑOS DEBERIAN CONSIDERARSE POR DEBAJO DE 5 PULGADAS EN DIAMETROS).

SI LOS BARRENOS ESTAN SECOS, ENTONCES UNA COMBINACION DE ALGUN TIPO DE PRODUCTO EMPACADO, COMO CARGA DE FONDO Y ENTONCES ANFO COMO CARGA DE COLUMNA ES USADA GENERALMENTE. SI LOS BARRENOS ESTAN CON AGUA, ENTONCES LA COLUMNA ES CARGADA EN SU TOTALIDAD CON MATERIAL EMPACADO

(SALCHICHAS) A MENOS QUE EL BARRENO PUEDA SER DESAGUADO EXITOSAMENTE. EN ESE CASO EL EXPLOSIVO EMPACADO Y LA COMBINACION CON ANFO PODRIA USARSE.

AHORA, YA POR ALGUNOS AÑOS ANFO/Y MEZCLAS DE EMULSION CONTIENIENDO UNA MINIMA PARTE DE EMULSION HAN SIDO MUY POPULARES Y USADAS CON EXITO EN APLICACIONES DE DIAMETROS GRANDES. SIN EMBARGO, ESTAS MEZCLAS SON GENERALMENTE UTILIZADAS EN SITUACIONES DE BARRENOS SECOS Y SON CARGADAS DESDE LA PARTE ALTA DEL BARRENO. MAS AUN SUS DIAMETROS CRITICOS DE APLICACION SON TALES QUE NO SON USADAS EN MENOS DE 5 PULGADAS DEL DIAMETRO DE BARRENACION.

DESARROLLO DE MEZCLAS EMULSION/ANFO

EN LOS ULTIMOS AÑOS PASADOS IRECO INCORPORATED HA DESARROLLADO UNA LINEA DE MEZCLAS DE EMULSION/ANFO EN DONDE LA EMULSION ES EL MAYOR COMPONENTE. ESTAS MEZCLAS SON GENERALMENTE 15-30% ANFO EN VEZ DE 15-30% EMULSION QUE UTILIZAN LAS MEZCLAS PARA DIAMETROS GRANDES.

PARA LA CANTERA, CAMINOS, CARRETERAS O TRABAJOS QUE UTILIZAN BARRENACION DE 3 Y 4 PULGADAS DE DIAMETRO ESTE ES UN DESARROLLO SIGNIFICANTE, ESPECIALMENTE EN LUGARES CON AGUA. LA OPERACION QUE TIENE BARRENOS CHICOS Y CON AGUA TIENE AHORA UNA ALTERNATIVA DE VOLADURA EN VEZ DE LA CARGA ESTANDARD CON CARTUCHOS Y ANFO.

LAS VENTAJAS DE ESTAS MEZCLAS DE EMULSIONES/ANFO SON NUMEROSAS. LA LISTA A CONTINUACION RESUME ESTAS VENTAJAS.

1. REDUCCION SIGNIFICANTE DE LA CUADRILLA DE TRABAJO.
 - A) NO ACARREO DE CAJAS PESADAS O NUMEROSAS DE EXPLOSIVO.
 - B) ELIMINACION DE LOS ATACADEROS PARA BAJAR LA CARGA AL FONDO.
 - C) CARGA DEL BARRENO "AUTOMATICA" Y RAPIDAMENTE.
2. SIN NECESIDAD DE DESAGUAR LOS BARRENOS.
 - A) EL AGUA DEL BARRENO ES DESPLAZADA CONFORME SE CARGA.
 - B) AL NO DESAGUAR NO SE PERJUDICAN O SE PIERDEN BARRENO
 - C) NO TIEMPO O ESFUERZO UTILIZADO EN DESAGUAR.
 - D) CAMION O BOMBA PARA DESAGUAR INNecesaria.
3. EL PRODUCTO TIENE EXCELENTE RESISTENCIA AL AGUA.
 - A) EL BARRENO CARGADO PUEDE PERMANECER MUCHO TIEMPO SIN IMPORTAR EL AGUA.
4. EL BOMBEO DESDE EL FONDO ASEGURA LA CARGA DE FONDO.
 - A) ATACADO DE CARTUCHOS PARA ASEGURAR EL CARGADO COMPLETO ES ELIMINADO.
 - B) EL FONDO DEL BARRENO ES ALCANZADO CON LA MANGUERA.

- C) ASEGURA LA PRESENCIA DEL BOOSTER (VELADORA) DENTRO DE LA CARGA DE EXPLOSIVO.
5. LA MANGUERA AL RETRACTARSE HACIA ARRIBA PROVEE DE UNA COLUMNA DE CARGA UNIFORME.
 - A) ESPACIOS ENTRE CARGAS NO ES DE CONSIDERARSE.
 - B) MANEJO MANUAL DE LA MANGUERA DE CARGA ES MINIMO.
 6. ACOPLAMIENTO COMPLETO EN EL BARRENO ES LOGRADO.
 - A) NO ESPACIOS ANULADOS ENTRE EL EXPLOSIVO Y LA ROCA COMO CUANDO SE USAN CARTUCHOS.
 - B) EL TOTAL DEL DIAMETRO DEL BARRENO ES UTILIZADO.
 7. DENSIDADES MAYORES DE CARGA EN EL BARRENO DISPONIBLES.
 - A) DETERMINADO EN EL LUGAR DE TRABAJO COMO FUESE NECESARIOS.
 - B) PUEDE SER VARIADA DEPENDIENDO DE LA GEOLOGIA, ETC.
 - C) PUEDE SER CAMBIADO EN EL BARRENO COMO FUESE DESEADO.
 8. DISPONIBLES EN EL LUGAR LAS MEZCLAS A GRANEL CON LA VARIACION DE POTENCIA.
 9. MAS ECONOMIAS EN EL COSTO DE EXPLOSIVOS.
 - A) ANFO MENOS CARO AÑADIDO A UNA EMULSION DE MAYOR COSTO MIENTRAS RETIENE LAS CARACTERISTICAS DE LA EMULSION Y APROVECHA RESULTADOS.
 10. MAS VOLUMEN DE GAS QUE CON MENOS EMULSIONES.
 - A) MAS ACCION DE CORTE.
 11. NO SOBRANTES DE MEZCLAS DE PRODUCTOS EXPLOSIVOS.
 - A) ES ELABORADO COMO ES NECESARIO EN EL LUGAR.
 - B) EL SOBRENTE LA EMULSION BASE ES RE-USADO O REBOMBEABLE
 12. EL MISMO EQUIPO DE PERFORACION PUEDE SER USADO.
 - A) SE ADAPTA BIEN A LA OPERACION EXISTENTE.
 13. POSITIVIDAD DE AMPLIACION DE PLANTILLA.
 - A) LA FLEXIBILIDAD EN ESTO HACE FACIL LA EXPERIMENTACION.
 14. OPCION DE EMULSION O VARIEDADES DE MEZCLAS DESDE EL MISMO SISTEMA.

COMO EN CUALQUIER SISTEMA DE EXPLOSIVOS, EN AUMENTO A LAS VENTAJAS, TAMBIEN EXISTEN DESVENTAJAS, O POR LO MENOS CONSIDERACIONES QUE ATENDER. DENTRO DE LAS CONSIDERACIONES CON EL SISTEMA DE EMULSION/ANFO REBOMBEABLE TENEMOS:

- A) VEHICULO ESPECIALIZADO PARA LA ENTREGA REQUERIDA.
- B) LA EMULSION BASE (MATRIX) EN SI ES AGENTE EXPLOSIVO.
- C) LA FLUIDEZ NATURAL PODRIA PERMITIR EL FLUJO POR ENDEDURAS O CAVIDADES.

- D) CONTROL DE CALIDAD EN LA EMULSION BASE O MATRIX ES IMPORTANTE.
- E) LAS DENSIDADES DE CARGA DEBEN DE SER MONITOREADAS DURANTE LA CARGA PARA CONFIRMAR LOS RANGOS DE MEZCLADO

PRINCIPIOS GENERALES DE APLICACION

LOS BARRENOS DE DIAMETROS CHICOS HAN SIDO UTILIZADOS EN MUCHAS AREAS Y MUCHOS AÑOS Y SON USUALMENTE BARRENADOS CON LOS AIR TRACK O TRACK-DRILL O METODOS DE BARRENACION HIDRAULICA. LAS MEZCLAS DE EMULSION/ANFOS REBOMBEABLES FUERON DESARROLLADAS PARA USO EN DIAMETROS PEQUEÑOS, ASI QUE EL MISMO EQUIPO DE BARRENACION QUE HA SIDO UTILIZADO POR AÑOS PARA BARRENAR BARRENOS DE DIAMETRO CHICO PUEDE CONTINUARSE USANDO, PERO MAS ECONOMICAMENTE, DEBIDO A QUE TODO EL DIAMETRO DEL BARRENO ES AHORA UTILIZADO.

CUANDO LA PLANTILLA DE BARRENACION ES CALCULADA PARA DIAMETROS PEQUEÑOS SE TIENEN QUE CONSIDERAR MUCHOS ASPECTOS PARA LOGRAR LOS MEJORES RESULTADOS POR ESTA PLANTILLA. EL POBLADOR DEBE DETERMINAR QUE CONDICIONES ESTAN PRESENTES: GEOLOGIA, EQUIPO DISPONIBLE, ETC. SI EL POBLADOR SE ENCUENTRA CON UNA SITUACION DE BARRENO CON AGUA PODRA ENTONCES PLANEAR EN UNA PLANTILLA DE BARRENACION MAS FLEXIBLE.

SI EL POBLADOR ESTA TRABAJANDO EN UNA CARRETERA SIEMPRE ES NECESARIO OBTENER LO MEJOR DEL BARRENO Y DE LA PLANTILLA DE BARRENACION. EL OPERADOR O CONTRATISTA DE LA CANTERA ESTA PREOCUPADO DE SUS COSTOS DE BARRENACION COMO TAMBIEN SU FRAGMENTACION.

CUANDO UN POBLADOR PUEDE UTILIZAR UN BARRENO Y SU PLANTILLA A SU MAXIMO LA PERSONA QUE MAS SE BENEFICIA ES EL OPERADOR DE LA CANTERA. ESOS BENEFICIOS SON MENOR COSTO DE BARRENACION DEBIDO A LA AMPLIACION DE LA PLANTILLA Y EL INCREMENTO EN FRAGMENTACION.

SI EL OPERADOR O CONTRATISTA ESTA TRABAJANDO EN UNA CARRETERA O DESARROLLO DE LUGAR ENTONCES LA AMPLIACION DE PLANTILLA Y FRAGMENTACION DEBERIA PRODUCIRLE MAYORES AHORROS EN TIEMPO, DEBIDO A QUE MAS ROCA ES TRABAJADA CON MENOR BARRENACION Y LA ROCA CON MEJOR FRAGMENTACION PODRA SER REMOVIDA CON MAS FACILIDAD.

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

LA GRAFICA 1 PRESENTA POTENCIAS TEORICAS EN PESO Y VOLUMEN DE VARIAS MEZCLAS DE EMULSION/ANFO HASTA 30% DE ANFO. LO MAS NOTABLE ES EL INCREMENTO RAPIDO EN POTENCIA A GRANEL (CAL/CC) AL AUMENTARSE EL CONTENIDO DE ANFO DEBIDO A LA DENSIFICACION DE LA MERA EMULSION POR EL ANFO. LA GRAFICA 2 TRAZA EL INCREMENTO RELATIVO EN LA DENSIDAD DEL PRODUCTO CUANDO EL ANFO SE INCREMENTA. LA GRAFICA 3 REPRESENTA LAS VELOCIDADES RELATIVAS DE DETONACION DE VARIAS MEZCLAS EMULSION/ANFO SIN CONFINAR. LA GRAFICA 4 DESCRIBE LAS DIFERENTES VENTAJAS ECONOMICAS DE LAS MEZCLAS EMULSION/ANFO COMPARANDO LA ENERGIA RELATIVA POR COSTO UNIDAD CONTRA PRODUCTO DE MERA EMULSION PREVIAMENTE USADA.

CONCLUSIONES:

EL HECHO DE MAYOR SIGNIFICACION QUE FUE REALIZADO ES QUE LA EXACTITUD ES DE LO MAS IMPORTANTE A TRAVES DE TODO EL PROCESO.

ESTE PROCESO INCLUYE LA MANUFACTURA DEL PRODUCTO, LA PLANEACION Y BARRENACION DE LA VOLADURA, LA ENTREGA O CARGA DEL PRODUCTO Y EL TIEMPO PRECISO DE LA VOLADURA EN SI. CUANDO TODOS ESTOS FACTORES SON REUNIDOS LAS VENTAJAS REALES DEL PRODUCTO Y SISTEMA ES REALIZADO. EL POTENCIAL DE PLANTILLAS AMPLIADAS, FRAGMENTACION MEJORADA Y MAYOR PRODUCCION ES REALIZADA.

LAS EMULSIONES SON CONOCIDAS DE PRODUCIR ALTOS RANGOS RELATIVOS DE DETONACION O VELOCIDADES. ESTAS ALTAS VELOCIDADES OFRECEN EXCELENTE FUERZA DE FRAGMENTACION EN ALGUNAS FORMACIONES DE ROCA. TAMBIEN ES CONOCIDO QUE A PESAR DE QUE EL ANFO TIENE MENOR RANGO DE DETONACION ESTE PRODUCE VOLUMENES ALTOS DE GAS, LOS QUE DAN MAYOR CORTE O HABILIDAD DE MOVIMIENTO DE PIEDRA EN ALGUNAS FORMACIONES DE ROCA. DEBIDO A QUE ANFO PUEDE SER MEZCLADO HASTA EN 30%, GRANDES VOLUMENES DE GAS PUEDEN SER GENERADOS PARA SITUACIONES DE ROCA SUAVE Y HUMEDA QUE PUEDEN NECESITAR LA ACCION DE CORTE Y EMPUJE, CARACTERISTICAS DEL ANFO, PERO QUE NO PUEDEN USAR SOLO ANFO DEBIDO A LA PRESENCIA DE AGUA.

TAMBIEN EMULSIONES SOLAS O MEZCLAS LIGERAS DE LA MISMA PUEDEN SER BOMBEADAS EN ZONAS DE ROCA DURA QUE PUEDEN NECESITAR MAYOR FUERZA DE FRAGMENTACION.

EJEMPLOS DE CAMPO.

TRABAJO CONSIDERABLE HA SIDO EFECTUADO EN LOS ULTIMOS AÑOS EN LA CARRETERA LONE STAR/SAN-VEL, EN LILLETON, MASSACHUSETTS, CON MEZCLAS DE EMULSION REBOMBEABLE Y ANFO. LOS RESULTADOS AHI HAN SIDO SIGNIFICANTES.

LONESTAR/SAN-VEL ES UN PRODUCTOR DE MEZCLA LISTA PARA CONCRETO PRE-TENSADO QUE HISTORICAMENTE PRODUCE AGREGADOS PARA SU USO INTERNO. EN 1983 CON LOS DEPOSITOS DE GRAVA TERMINANDOSE UNA CANTERA FUE INICIADA EN ESE SITIO. LA ROCA EN LA PROPIEDAD ES GRANITO GNEISS PREFRACTURADA CON 15 MILLONES DE TONELADAS DE RESERVAS. LA CARRETERA ESTA LOCALIZADA EN UN AREA SUBURBANA, AREA INDUSTRIAL Y DE VECINOS ESTAN TAN CERCA COMO 1500 PIES.

CUANDO LA PLANTA FUE CAMBIADA DE GRAVA A ROCA LA PLANTA DE PRODUCTO TERMINADO CONTINUO A 600 TPH DE LAVADO, LA PLANTA DE AGREGADO TIENE CAPACIDAD DE PRODUCIR MATERIALES DE CONSTRUCCION CON ESPECIFICACIONES DOT (DEPARTAMENTO DE TRANSPORTACIONES). ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA.

LA COMPAÑIA AUMENTO SU EQUIPO CON UNA QUEBRADORA PRIMARIA CON UNA QUIJADA DE 35 X 40 PULGADAS. LA DEMANDA DE PIEDRA

94

QUEBRADA FUE TAL QUE LA QUEBRADORA SECUNDARIA FUE MEJORADA CON UNA DE 1560 OMNIBONE Y LA COMPAÑIA AGRESIVAMENTE SUBIO A VENTAS FUERA DE SUS NECESIDADES PROPIAS.

LAS NECESIDADES DE PRODUCCION AUMENTARON Y SOLUCIONES INMEDIATAS FUERON PREVISTAS A MEDIADOS DE 1984.

LA CANTERA ESTABA EN SU SEGUNDO NIVEL DENTRO DE ROCA MODERADAMENTE FRAGMENTADA CON BANCO Y CARA DE 60 PIES.

LA PEQUEÑA QUEBRADORA PRIMARIA Y LA PRESENCIA DE ROCA PREFRACTURADA REQUIRIERON DE BARRENOS DE 3.5 PULGADAS EN PLANTILLA USADA DE 6 X 7 PIES O 7 X 7 PIES CON EMULSIONES EN CARTUCHOS Y ANFO COMO EXPLOSIVO.

LOS BARRENOS ERAN COMO 30% EN AGUA Y LOS COSTOS POR TONELADA ERAN ALTOS. ROCA GRANDE ARRIBA DEL TAMAÑO DESEADO ERA EN PROMEDIO 20% CUALQUIER VOLADURA.

LA PRODUCCION PROMEDIO ERA DE 350 TON/HR CON 50 TON/HR DE 4 PULGADAS PASANDO LA CRIBA DE 300 TPW EN LAS QUIJADAS DE LA QUEBRADORA. ERA OBVIO QUE PARA AUMENTAR LA PRODUCCION TENIAMOS QUE CAMBIAR ALGO EN LA QUEBRADORA PRIMARIA.

CAMBIAR EQUIPO A MEDIO CAMINO NO PODIA EFECTUARSE ASI QUE LA CANTERA FUE PROGRAMADA PARA PRODUCIR MAS MATERIAL 4 PULGADAS QUE LIBRARIA EL CUELLO DE BOTELLA EN LA QUEBRADORA DE QUIJADAS.

NOSOTROS PROGRAMAMOS INCREMENTAR EL FACTOR DE CARGA PARA AUMENTAR LA PRODUCCION E INICIALMENTE INTENTAMOS ESTO REDUCIENDO LA PLANTILLA A 6 X 6 PIES Y USANDO MAS EMULSION EN CARTUCHOS. EL COSTO SE VOLVIO PROHIBITIVO Y LA FRAGMENTACION SE MEJORO SOLO MARGINALMENTE.

EL LIMITE DE LA TECNOLOGIA ENTONCES PARECIA HABER LLEGADO AL LIMITE HASTA QUE LA EMULSION REBOMBEABLE EN PLANTILLA AMPLIADA FUE SUGERIDA POR UN CONSULTOR DE LONE STAR CONSULTANT, WARREN RINGGOLD, UNA COMPAÑIA DE ABASTECIMIENTO DE EXPLOSIVOS. LAS PRIMERAS VOLADURAS CON EMULSION REBOMBEABLE FUERON HECHAS CON BARRENOS DE 3.5 PULGADAS DE DIAMETRO EN PLANTILLA 7 X 8 PIES CON FACTOR DE CARGA DE 1.15 LB/TON.

LA FRAGMENTACION SE AUMENTO A 400 TPH PERO LOS COSTOS CONTINUARON ALTOS COMO TAMBIEN EL MATERIAL DE TAMAÑO GRANDE.

BARRENOS DE 4 PULGADAS FUERON INTRODUCIDOS EN PLANTILLA 8 X 8 PIES CON UN FACTOR DE DESCARGA DE 1.31 TL/TON. LOS COSTOS FUERON LEVEMENTE REDUCIDOS DE BARRENACION DE 3.5 PULGADAS Y LA PRODUCCION FUE INCREMENTADA DE 450-500 TPH CON 150-200 TPH DE MATERIAL 4". PARA EL FIN DE LA TEMPORADA DE QUEBRADO DE 1986, LA CANTERA FUE PRODUCIENDO CONSTANTEMENTE VOLADURAS QUE TRABAJO LA PRIMARIA A 450/500 TPH, LO QUE ERA MAS CERCA DE LA META PERO NO AUN CAPAZ DE PRODUCIR LAS 600 TPH REQUERIDAS POR LA PLANTA.

EN 1987 LA TEMPORADA DE QUEBRADO U OPERACION TRAJO DOS AJUSTES MAYORES, CADA UNO AUMENTANDO PRODUCCION Y BAJANDO COSTOS. PRIMERAMENTE CAMBIAMOS LA PLANTILLA DE 7 A 9 PIES DE BORDO Y SEPARACION Y LOS BARRENOS FUERON EN TRES-BOLILLO. EL FACTOR DE CARGA ERA AHORA 1.33 LB/TON.

VIMOS DE INMEDIATO FRAGMENTACION MEJORADA, UNIFORMIDAD Y TAMAÑOS Y COSTOS DE PRODUCCION. LA PRODUCCION SE AUMENTO A 525 TPH CON 225 TPH DE MATERIAL-4".

SEGUNDO, INICIAMOS LA MEZCLA DE ANFO CON EMULSION CUANDO ERA BOMBEADO AL BARRENO, INCREMENTANDO LA DENSIDAD Y DISMINUYENDO LOS COSTOS. LA FRAGMENTACION SE MEJORO. SOBRE TAMAÑO SE REDUJO APROXIMADAMENTE HASTA 10%, UNIFORMIDAD Y EL PORCENTAJE DE FINOS AUMENTO AL GRADO QUE LA PRIMARIA PUDO CONSISTENTEMENTE TRABAJAR EN EL RANGO 550-600 TPH. LOS COSTOS HAN SIDO HASTA 25% DEL COSTO DE CARTUCHO Y ANFO Y LA PRODUCCION HA SIDO AUMENTADA EN 50%.

LA EPOCA 1988 HA TRAIDO MAYOR REFINAMIENTO Y HA SIDO EL AÑO MAS EXITOSO DE TODOS. INICIALMENTE EMPEZAMOS MEZCLANDO UN PORCENTAJE MAYOR DE ANFO EN LA EMULSION Y

EMPEZAMOS A OBSERVAR RESULTADOS DE SOBRE CARGA, COMO ASI MUCHAS PIEDRAS PROYECTADAS. FUE APARENTE QUE ASI COMO NOSOTROS AUMENTAMOS LA DENSIDAD DEL EXPLOSIVO HACIA 1.3 ESTABAMOS OBTENIENDO UN AUMENTO DESPROPORCIONAL EN MOVIMIENTO DEL FRENTE Y FRAGMENTACION.

PARA CONTROLAR EL MOVIMIENTO AL FRENTE AUMENTAMOS BORDOS A 8 PIES Y PRONTO EL ESPACIAMIENTO A 10 PIES Y 11 PIES DEPENDIENDO DEL AREA DE LA CANTERA, CON FACTORES DE CARGA DE 1.05 A .05 LB/TN. LA FRAGMENTACION ESTA TAN BUENA COMO SIEMPRE, SOBRE MEDIDA SE MANTIENE BAJO 10%, LOS COSTOS ESTAN PAREJOS CON CARTUCHO Y ANFO CON 30% DE BARRENOS CON AGUA. LA PRODUCCION SE MANTIENE A 550+- TPH CON APROXIMADAMENTE 50% DE MATERIAL PASANDO-4".

LA APLICACION DE EMULSIONES REBOMBEABLES EN LA CANTERA NO HA ESTADO SIN SUS PROBLEMAS SIENDO EN NUESTRA AREA UNA DE LAS PRIMERAS CANTERAS QUE USA ESTE PRODUCTO EN DIAMETROS PEQUEÑOS HA SIGNIFICADO QUE TECNICAS Y RESPUESTAS DEFINITIVAS NO ESTABAN YA DISPONIBLES. ADAPTANDO PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS DE BARRENOS DE DIAMETROS GRANDES Y PLANTILLAS GRANDES NO ES SIEMPRE EFECTIVO Y PRECISO.

ALGUNOS DE LOS PROBLEMAS QUE HEMOS EXPERIMENTADO Y SUS SOLUCIONES SON COMO SIGUE:

PRECISION DE BARRENACION:

CON LA ENERGIA INCREMENTADA DE LA EMULSION REBOMBEABLE, LA PRECISION DE BARRENACION ES DE EXTREMA IMPORTANCIA.

PLANTILLAS DE BARRENACION CON DIAMETROS PEQUEÑOS DE BARRENO AUN CON PLANTILLAS AMPLIADAS TIENE PARAMETROS PEQUEÑOS DE VARIACION Y CUALQUIER ERROR O PEQUEÑA DUDA PUEDE DAR RESULTADOS CATASTROFICOS. LA NECESIDAD DE INCREMENTAR LA VIGILANCIA Y PRECISION EN EL PLAN DE VOLADURA Y BARRENACION NO PUEDEN ENFATIZARSE LO SUFICIENTE.

QUEJAS EN VOLADURAS

CUANDO EN UN PRINCIPIO INICIAMOS EL USO DE EMULSION REBOMBEABLE LAS QUEJAS AUMENTARON DRAMATICAMENTE.

EL GOLPE DE AIRE PRODUJO UN VERDADERO Y SERIO PROBLEMA CON LOS VECINOS. EL PROBLEMA FUE DOBLE.

EL PRIMERO Y MAS FACILMENTE RESUELTO FUE LA PRECISION DE BARRENACION Y FALTA DE BORDO. LA DENSIDAD TUVO UNA RELACION DIRECTA CON NUESTRO PROBLEMA Y CUANDO AUMENTAMOS DENSIDAD SIN AUMENTAR BORDOS TUVIMOS QUEJAS INMEDIATAS. SEGUNDO Y EL MAS DIFICIL DE CONTROL ES LA TENDENCIA DEL

PRODUCTO DE FLUIR A CUALQUIER ESPACIO DISPONIBLE. CUARTEADURAS Y FISURAS PUEDEN SER LLENADAS CON EL PRODUCTO Y AL EFECTUAR LA VOLADURA EL PRODUCTO ESTA EXPUESTO AL AIRE.

LA CARGA DEBE SER ATENDIDA RESPONSABLEMENTE, ES UN REQUERIMIENTO PARA MONITOREAR DE CERCA EL LLENADO DEL BARRENO.

TECNICAS APROPIADAS DE CARGADO PUEDEN MANTENER LOS PROBLEMAS AL MINIMO.

UNA SITUACION QUE EXPERIMENTAMOS CON UN POTENCIAL DE SERIAS RAMIFICACIONES SON ABERTURAS O CAVIDADES QUE INICIALMENTE DETONARIAN EMULSION EN LA COLUMNA, PERO CONFORME EL PESO DE LA COLUMNA DE EMULSION SE INCREMENTA, LA APERTURA A LA CAVIDAD PERMITIRIA QUE LA EMULSION LLENARA LA CAVIDAD DE EMULSION.

EN TODAS MENOS EN LA LINEA DE CARGA DELANTERA ESTE PROBLEMA PUEDE RESOLVERSE, PERO EN LA LINEA DELANTERA UNA SITUACION PELIGROSA HA SIDO CREADA.

NOSOTROS EXPERIMENTAMOS ESTE PROBLEMA Y LA COMPAÑIA DE ABASTECIMIENTO DE EXPLOSIVOS SUGIRIO EL USO DE LINEAS DE POLIETILENO EN EL BARRENO EN CUALQUIER AREA IDENTIFICADA POR LOS PERFORISTAS CON JUNTAS DE LODO, FISURAS, RANURAS Y CAVIDADES EN LA LINEA FRONTAL. NOSOTROS HEMOS USADO ESTA TECNICA CON EXITO DURANTE SEIS MESES ELIMINANDO LA CARGA ACCIDENTAL DE CAVIDADES O FISURAS.

CONTROL DE CALIDAD:

INICIALMENTE TUVIMOS UN NUMERO DE PROBLEMAS CON LA EMULSION COMO TAL. EL CONTROL DE CALIDAD EN LA MANUFACTURA Y A NIVEL DISTRIBUIDOR NO ERA ADECUADO PARA ASEGURAR RESULTADOS EN EL BARRENO. UNA VEZ MAS LA EXPERIENCIA HA CAMBIADO ESTO Y NUMEROSOS CONTROLES EN TODA LA RUTA DE ENTREGA GARANTIZA DEPENDIBILIDAD EN EL CENTRO DE VOLADURA. CONTROL DE CALIDAD SOBRE LA MEZCLA DE ANFO SOBRE LA EMULSION EMPEZO A "HAGAMOS MEZCLA" Y HA PROGRESADO AL PUNTO EN DONDE TODAS LAS VOLADURAS SON PROBADAS REPETITIVAMENTE PARA ASEGURAR QUE LA DENSIDAD DESEADA ES ENTREGADA A TODA OCASION.

LA PRODUCCION DE LA TEMPORADA 1989 NO SERA STATUS QUO EN EL AÑO. YA ESTAMOS INVESTIGANDO EL USO DE DENSIDAD PARA CONTROL DE VELOCIDAD EN DIFERENTES TIPOS DE ROCA. EL AUMENTO DE DENSIDAD PARA MAYOR ENERGIA Y REDUCCION DE COSTOS DE PERFORACION A TRAVES DE PLANTILLAS AMPLIADAS ES TAMBIEN EXPERIMENTADO. YO NO TENGO DUDAS QUE 1989 TENDRA TANTOS AVANCES EN EL USO DE EMULSIONES REBOMBEABLES COMO EN AÑOS PASADOS. YO ESTOY CONVENCIDO QUE EL USO MAS EFICIENTE DE ESTE

PRODUCTO AUN ESTA POR LLEGAR, PERMITIENDO A CANTERAS DE
PIEDRA DIFICIL COMO SAN-VEL SER ALTAMENTE COMPETITIVA EN ESTE
NEGOCIO COMPETITIVO DE AGREGADOS TRITURADOS.

EMULSION A GRANEL

INFORME DE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN LA OPERACION DE LA MINA CON EXPLOSIVOS DE EMULSIONES ASA-G.

LA UTILIZACION DE ESTE NUEVO EXPLOSIVO DURANTE LA ETAPA DE PRUEBAS, REPRESENTO ALGUNAS VENTAJAS QUE VALE LA PENA SEÑALAR, ENTRE LAS MAS IMPORTANTES PODEMOS DESTACAR LAS SIGUIENTES:

- * AHORRO DE \$100 MILLONES DE PESOS/MES AL CONTROLAR EL CONSUMO DE ALTO EXPLOSIVO EN LOS MESES DE LLUVIA, QUE ABARCAN EL PERIODO JULIO-SEPTIEMBRE.
- * FACILIDAD EN EL MANEJO DEL EXPLOSIVO AL NO UTILIZAR LINERS DURANTE LA ETAPA DE PRUEBAS PARA PROTEGER EL NITRATO DE AMONIO.
- * DEFINICION DE LOS PORCENTAJES DE MEZCLA A UTILIZAR, DE EMULSION Y NITRATO DE AMONIO (ANFO).
 - BARRENOS CON AGUA 70/30 EMULSION ANFO.
 - BARRENOS SIN AGUA 30/70 EMULSION ANFO.
- * MENOR BARRENACION DE LAS PERFORADORAS ROTARIAS AL AUMENTAR LAS DIMENSIONES DE LAS PLANTILLAS DE PERFORACION.
- * DISMINUCION EN UN 11.7% DEL COSTO POR TONELADA TUMBADA, CON LA UTILIZACION DE LA EMULSION ASA-G.

CONTENIDO

- * ANTECEDENTES
- * DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS REALIZADAS
- * ANALISIS DEL RESULTADO
- * BENEFICIOS ESPERADOS VS. BENEFICIOS REALES
- * CONCLUSIONES
- * RECOMENDACIONES

ANTECEDENTES

EN LA MEJORA CONTINUA DE NUESTROS PROCESOS Y BUSCANDO EFICIENTAR MAS EL DE BARRENACION Y VOLADURA PARA DAR UN PRODUCTO (FRAGMENTACION) DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE, SE ESTANDARIZARON ALGUNOS FACTORES VITALES, LOGRANDO UNA ESTABILIDAD, SIN EMBARGO NO SE CUMPLE CON LO QUE EL CLIENTE INTERNO REQUIERE, Y EN EPOCA DE LLUVIAS 5 MESES DEL AÑO SE DESCONTROLA TOTALMENTE Y SE INCREMENTA EL COSTO; SE BUSCARON ALGUNAS ALTERNATIVAS Y SE DECIDIO REALIZAR PRUEBAS CON EMULSION A GRANEL ASA G, MEZCLADA CON ANFO, CON EL FIN DE QUE EL EXPLOSIVO TRABAJE BAJO EL AGUA Y DE LA EFICIENCIA REQUERIDA EN EL BARRENO, Y POR OTRO LADO INCREMENTAR LA PRESION DE DETONACION PARA ATACAR LA ESTRUCTURA GEOLOGICA MUY DIFICIL, TODO ESTO DESDE LUEGO MANTENIENDO LOS COSTOS ACTUALES.

RELACION EMULSION ANFO VOLADURAS DE PRUEBA EN JULIO Y AGOSTO/91

VOLADURA	TIPO MATERIAL	FECHA DISPARO	TONS. TUMBADAS	EMULSION	ANFO	RELACION EN %
				UTILIZADA	UTILIZADO	EMULSION ANFO
R-277	ESTERIL	16-Jul-91	64.915	6.344	14.852	29.9 / 70.1
R-275	ESTERIL	19-Jul-91	113.945	11.134	24.878	30.9 / 69.1
R-276	ESTERIL	19-Jul-91	118.524	12.306	27.122	31.2 / 68.8
R-279	ESTERIL	20-Jul-91	98.784	9.756	22.799	30.0 / 70.0
R-278	ESTERIL	24-Jul-91	93.846	9.351	21.753	31.4 / 68.6
R-052	ESTERIL	25-Jul-91	175.536	15.615	28420	35.5 / 74.5
R-254	ESTERIL	25-Jul-91	93.619	7.08	15360	31.6 / 68.4
R-278	ESTERIL	26-Jul-91	56.448	5.787	12600	30.0 / 70.0
R-283	ESTERIL	2-Aug-91	127.008	12.366	28.821	29.9 / 70.1
R-286	ESTERIL	2-Aug-91	61.861	5.829	13.651	30.2 / 69.8
R-284	ESTERIL	6-Aug-91	166.522	16.551	38350	31.2 / 69.0
R-285	ESTERIL	5-Aug-91	174.988	18.165	40300	31.0 / 69.0
R-282	ESTERIL	10-Aug-91	210.643	15.864	36.453	30.0 / 70.0
R-055	ESTERIL	7-Aug-91	74.884	7.18	16.764	30.0 / 70.0
R-264	ESTERIL	15-Aug-91	327.666	25.032	52920	32.1 / 67.9
R-289	ESTERIL	19-Aug-91	180.634	19.089	44.224	30.2 / 69.8
			2139.823	197.449	398.967	31 / 69

DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

- * INICIALMENTE SE PLANTEO EN LA 1RA, 3RA Y 4TA PRUEBA EN MINERAL Y ESTERIL CON DIFERENTE PLANTILLA Y CONSIDERANDO 3.0 MTS DE AGUA PONER UNA RELACION 70%/30% EMULSION-ANFO Y EL RESTO DEL BARRENO 30%/70% EMULSION-ANFO.
- * EN LA 2DA. PRUEBA SE CONSIDERO DE 6 A 8 MTS DE AGUA Y PONIENDO UNA RELACION 70% / 30% EMULSION-ANFO TODO EL BARRENO.
- * SE ANEXA TABLA 1, LA RELACION DE VOLADURAS DE PRUEBA QUE SE HICIERON EN MINERAL Y ESTERIL TENIENDO UNA RELACION TOTAL DE 31%/69% EMULSION-ANFO, CON UNA VARIACION MINIMA
- * LAS PRUEBAS CON LA RELACION 70%/30% EMULSION-ANFO NO SE HICIERON POR LAS SIGUIENTES RAZONES:
 - A) EN ESTE PERIODO NO SE CONCENTRO AGUA SUFICIENTE EN LOS BARRENOS, POR LO QUE SE OPTO POR DESAGUAR LA POCA QUE TENIAN Y CARGAR CON LA RELACION 30%/70% EMULSION-QUE SIN UTILIZAR LINNERS.
 - B) EL CAMION PARA HACER LA MEZCLA 70%/30% SE LE TUVIERON QUE HACER ALGUNOS AJUSTES PARA PONERLO A TRABAJAR Y FINALMENTE NO SE USO.
 - C) LOS RESULTADOS EN CUANTO A FRAGMENTACION NO NOS PERMITIA AMPLIAR PLANTILLA PARA IGUALAR COSTO.
- * EN TODAS LAS VOLADURAS QUE SE HICIERON NO SE UTILIZO LINNERS QUE REPRESENTA UN COSTO DE 20 MILLONES DE PESOS.
- * SE UTILIZO TIEMPO EN DESAGUAR BARRENOS, SE ESTIMA 200 HRS. QUE SE TOMA COMO DEMORA O RETRASO EN LA VOLADURA Y UN COSTO ADICIONAL DE: $(10,000/HR \times 200 = \$2'000,000)$
- * EL CARGADO DE LA EMULSION ES TOTALMENTE MECANICO.
- * LA REGULACION PARA DAR LA DENSIDAD ESTUVO IRREGULAR, SE TOMO UNA MUESTRA POR BARRENO (SE ANEXA DENSIDAD/VOLADURA).

ANALISIS DEL RESULTADO

- * EL RESULTADO EN PROMEDIO DE TODAS LAS VOLADURAS FUE DE 6.44 PIEDRAS MAYORES DE 70 CM/1000 TONS, UNA MEJORA LEVE DE 3.8%

EL 18% DE LAS VOLADURAS CUMPLIO CON EL OBJETIVO PROPUESTO.

EL 37.5% DE LAS VOLADURAS ESTUVO DENTRO DEL PROMEDIO ANUAL '90

EL 43.8% DE LAS VOLADURAS ESTUVO MAYOR QUE EL PROMEDIO ANUAL '90

- * LAS CAUSAS MAS IMPORTANTES QUE AFECTARON A LAS VOLADURAS QUE NO CUMPLIERON EL OBJETIVO EN FRAG. FUERON (1a. 277, 275, 276, 279, 278, 286, 284, 285, 055, 289)

277 - PRIMERA VOLADURA REGULANDO CAMION TUVO DENSIDAD BAJA 1.13 PROMEDIO.

275 - TRES DIAS CARGADA CON LLUVIA DURANTE DOS DIAS EXPLOSIVO HUMEDO, (DIACLAZADO SEPARADO 2 MTS).

276 - TALUD MUY FRACTURADO POR VOLADURA ANTERIOR Y 11 MTS. DE BORDO EN 7 BNOS. (PERDIDA DE ENERGIA POR FRACTURAS)

279 - LLUVIA QUE AFECTO 3er LINEA, REZAGA AL FRENTE EN UNA SECCION FUE DONDE MAS PIEDRAS SE DETECTARON.

278 - (I) SALIDA DE LOS BARRENOS DE BORDO INADECUADO

052 - VOLADURA CON AGUA DE 3 DIAS EXPLOSIVO HUMEDO.

054 - VOLADURA CARGADA CON DOS TIPOS DE EXPLOSIVO Y EVALUAR COMPLETA.

278 - (II) AGUA EN TODOS LOS BARRENOS SE DESAGUO Y CARGO (EXPLOSIVO HUMEDO)

286 - VOLADURA CARGADA CON DOS TIPOS DE EXPLOSIVO EMULSION ASA Y 1320, BARRENOS CON AGUA A LOS DE EXPLOSIVO SE LES PUSO LINNERS.

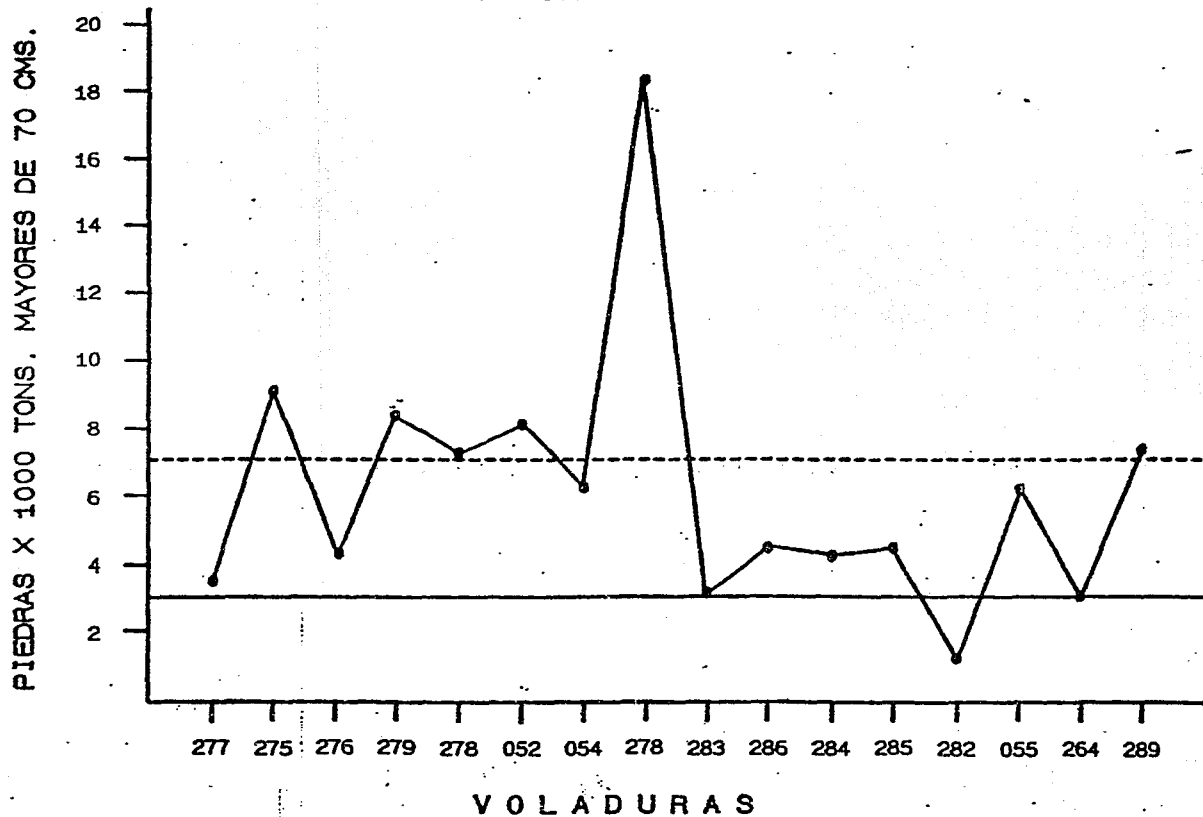
284 - SE PERFORO PLANTILLAS DE ESTERIL Y RESULTO UNA PARTE DE MINERAL (60%) Y BORDO GRANDE POR APERTURA DE BANCO.

285 - FRACTURAMIENTO AMPLIO 2 MTS Y BORDO GRANDE EN 6 BNOS.

055 - POR ESTAR ENCAJONADA Y POCA AREA (4 LINEAS) NO HUBO DESPLAZAMIENTO.

289 - BORDO GRANDE 11 A 12 MTS POR SER APERTURA DE BANCO.

GRAFICA DE COMPORTAMIENTO DE PIEDRAS MAYORES DE
70 CMS./C 1000 TONS. DE CADA VOLADURA



RESUMEN DE VOLADURAS A PRUEBA CON EMULSION A.S.A.

NO.VOL	MAT.	PLANTILLA	NO.BARR.	FECHA DISP.	EMULSION/KG	NITRATO/KG	TONS. TUMBADAS	NO.PFE	PRODUCTIVIDAD		
									CARGAD.	DEMAG	B-E
R-277	EST.	8X9	23	16JUL	6344	14852	64915	3.82		1316	1650
R-276	MIN.	7.2X8.5	38	19JUL	11134	24878	113945	9.19		1062	
R-276	EST.	8X9	42	19JUL	12306	27122	118524	4.90		1034	1608
R-279	MIN/EST.	8X9	36	20JUL	9766	22799	98784	8.80		1061	
R-278	MIN/EST.	8X9	31	24JUL	9351	21753	93846	7.84		1015	1650
R-062	EST.	9.3X10.7	46	25JUL	16615	28420	176536	8.32		914	
R-064	EST.	9.3X10.7	24	25JUL	7080	15360	93619	6.02		1063	
R-278	EST.	8X9	20	26JUL	5787	12600	56448	18.63			1650
			258		77373	167784	815617	8.43		1067	1639
R-283	EST.	8X9	45	2AGO	12366	28821	127008	3.33		1200	2066
R-286	MIN	7.2X8.5	19	2AGO	5829	13651	61861	4.80		1150	
R-284	MIN/EST.	8X9	59	6AGO	16551	38350	166522	4.28		898	
R-285	EST.	8X9	62	5AGO	18165	40300	174988	4.80		1150	
R-282	EST.	9.3X10.7	64	10AGO	15864	36453	210643	1.48			2139
R-055	MIN	7.2X8.5	23	7AGO	7180	16764	74884	6.21	850		
R-284	EST.	9.3X10.7	84	15AGO	25032	52920	327666	3.0			1571
R-289	EST.	8X9	64	19AGO	19089	44224	180634	7.70		1236	
			410		120076	271483	1324206	4.45		1126	1925
16			688		197449	398967	2139823	6.44	850	1097	1782

PARETO DE CAUSAS QUE AFECTARON LAS VOLADURAS
DE PRUEBA CON EXPLOSIVO ASA G.

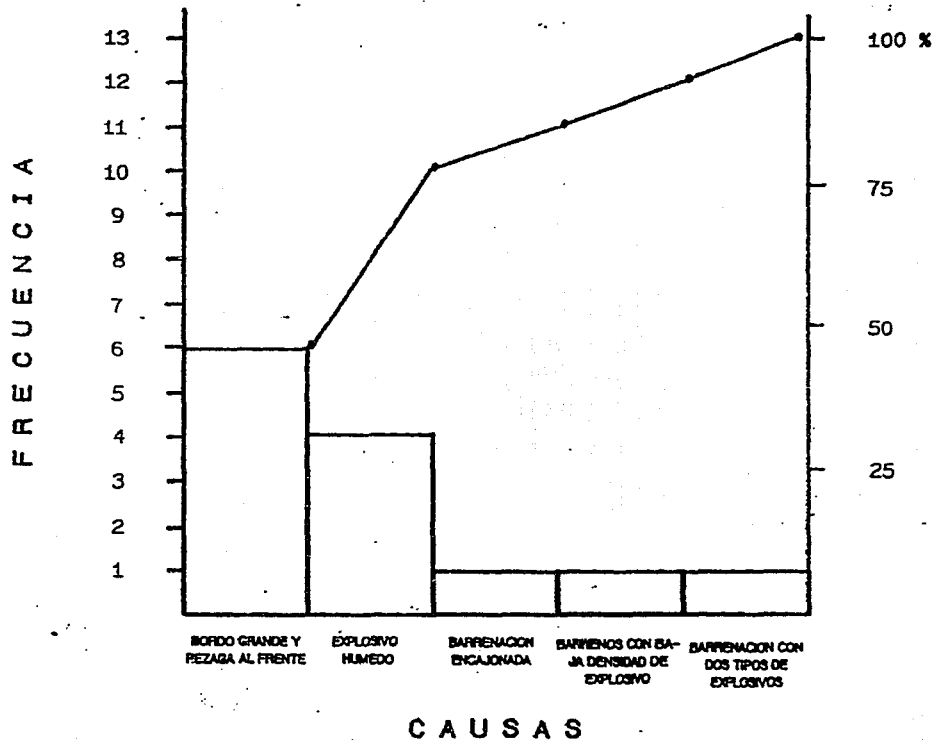


TABLA COMPARATIVA DE LOS BENEFICIOS

	SIT. ACTUAL	BENEF. ESPERADOS	REAL	DIF. EN %
Mejorar frag. (rocas 70 cms/1000 tons.)	6.7	3.0	6.44	3.8
Reducir metros de perf. (%)	100	21	28	28
Mejorar product. del eq. de carga	<u>B-E</u> <u>DEMAG</u> <u>CARGAD</u> 1738 1168 731	<u>B-E</u> <u>DEMAG</u> <u>CARGAD</u> 1920 1285 804	<u>B-E</u> <u>DEMAG</u> <u>CARGAD</u> 1782 1097 850	2.5
Mejorar capac. de carga en camiones.	<u>170</u> <u>120</u> <u>50</u> 590 385 137	<u>170</u> <u>120</u> <u>50</u> 614 400 142	<u>170</u> <u>120</u> <u>50</u> 540 326 126	-10.8
Disminuir demoras en trit. (hrs/500 tons.)-	20/500'	10/500'	23/500'	-18.5
Mejorar veloc. de prod. (TPH)	1 2 3 9	1 3 6 3	1 1 6 6	- 6.0
Reducir el costo de barr. y volad. 6%	1'660'535,960	1'560'903,802	1'465'437,868	-11.7

COMPARATIVO EN COSTO PRUEBAS REALIZADAS

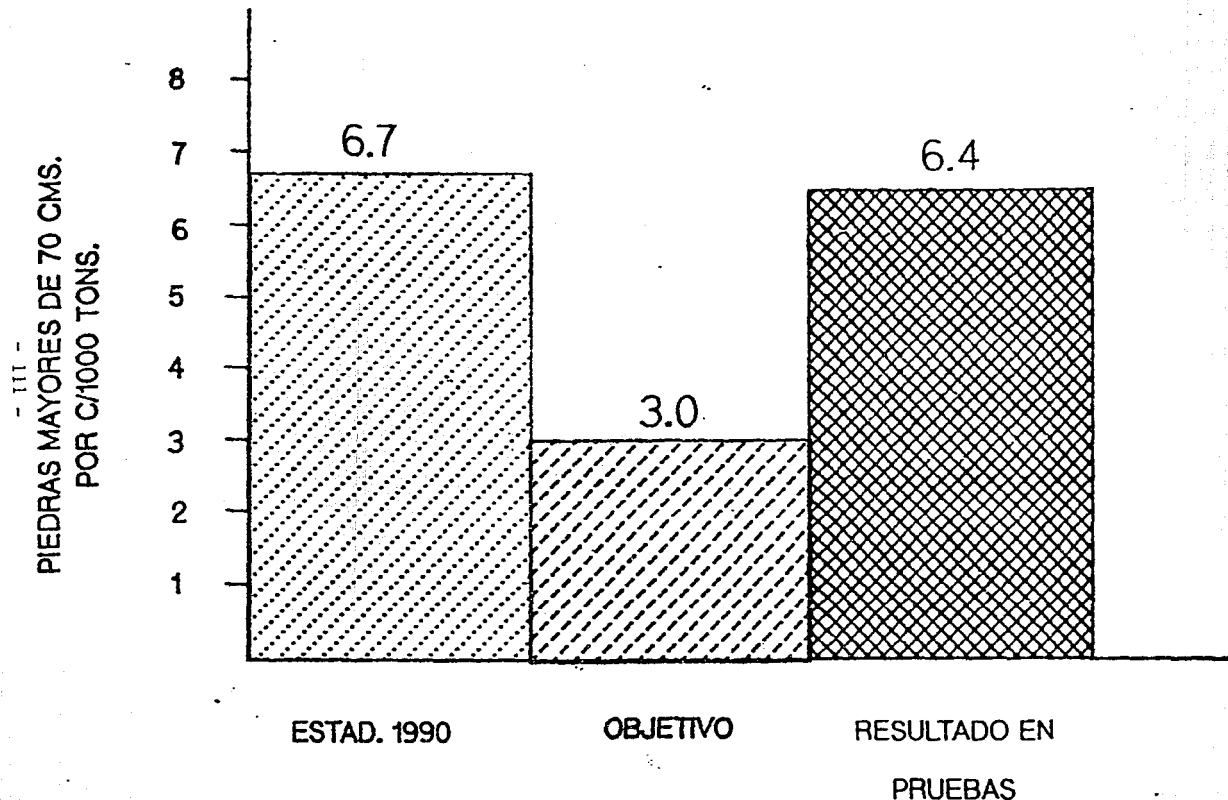
	TONELADA A TUMBAR	METROS PERFOR.	COSTO PERFOR.	CANT. (KG) EXPLOS.	COSTO EXPLOS.	CANT. NITRATO	COSTO NITRATO	COSTO TOTAL	X TON.
EMULSION ASA G.	2'139,877	11,356	776'186,748	197,449	335'408,200	439,267	333'842,920	1'465'437,868	685
EMULSION 1320	2'139,877	15,980	1092'233,000	11,750	68'150,000	658,096	550'152,960	1'660'535,960	777
DIFERENCIA		-	316'046,252		+ 287'258,200	-	166'310,040		- 92

* SE TOMO EL COSTO DE PERFORACION REAL DE ACUERDO A GASTO POR SUB-PROCESO Y FUE DE \$68,350 POR METRO.

* EL COSTO DE LA EMULSION ASA G SE TOMO A \$ 1800/KG

* EL COSTO DE LA EMULSION 1320 EXPLO SE TOMO A \$5800/KG

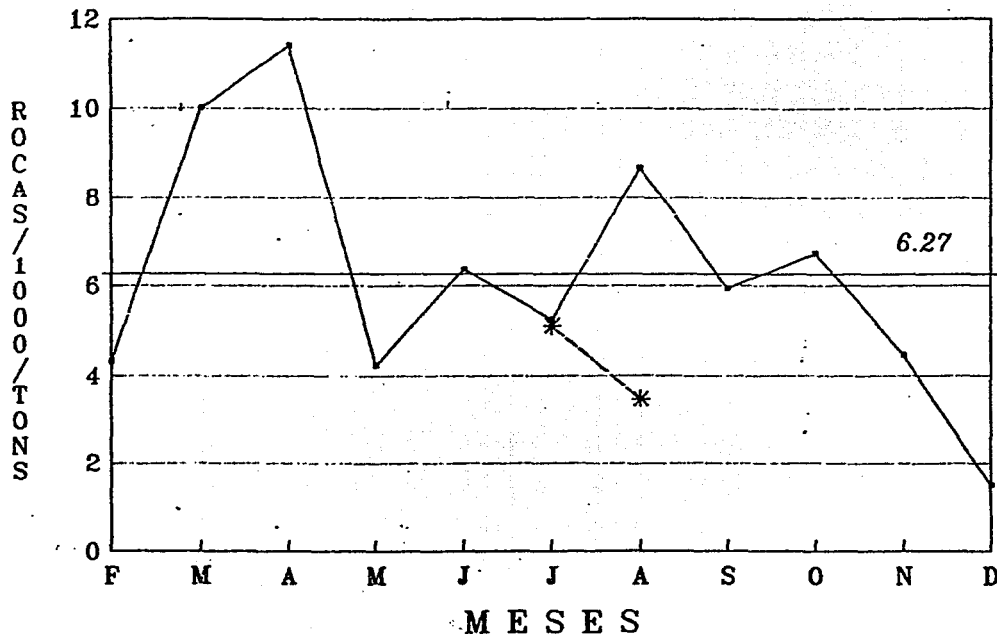
GRAFICA DE DEFECTIVOS DE FRAGMENTACION EN PRUEBAS
CON EMULSION ASA G. (JUL-AGO '91)



PIEDRAS FUERA DE ESPECIFICACION

1990 / 1991

MINERAL

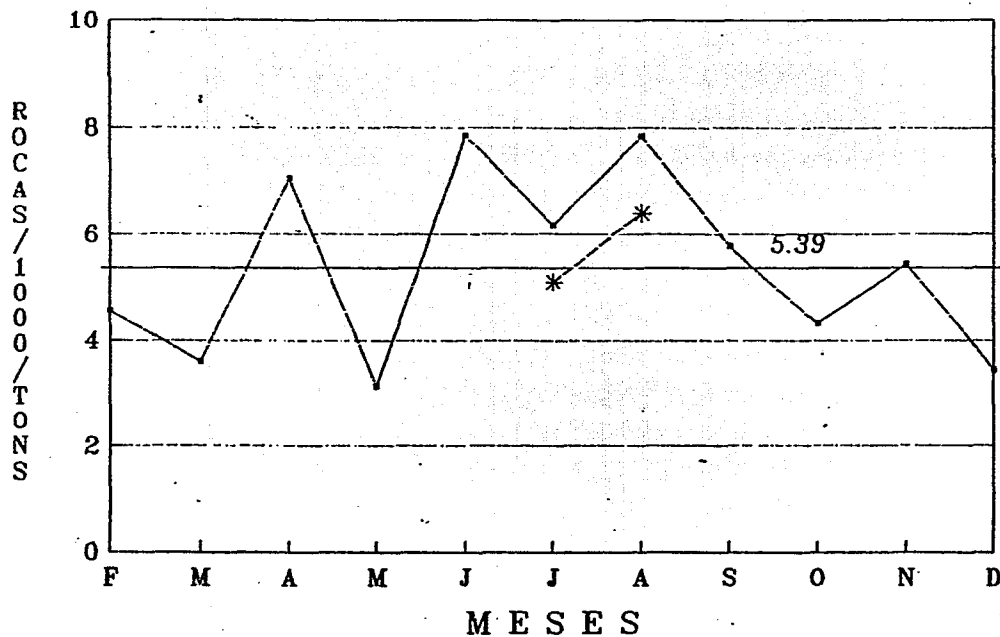


CONTROL DE CALIDAD

PIEDRAS FUERA DE ESPECIFICACION

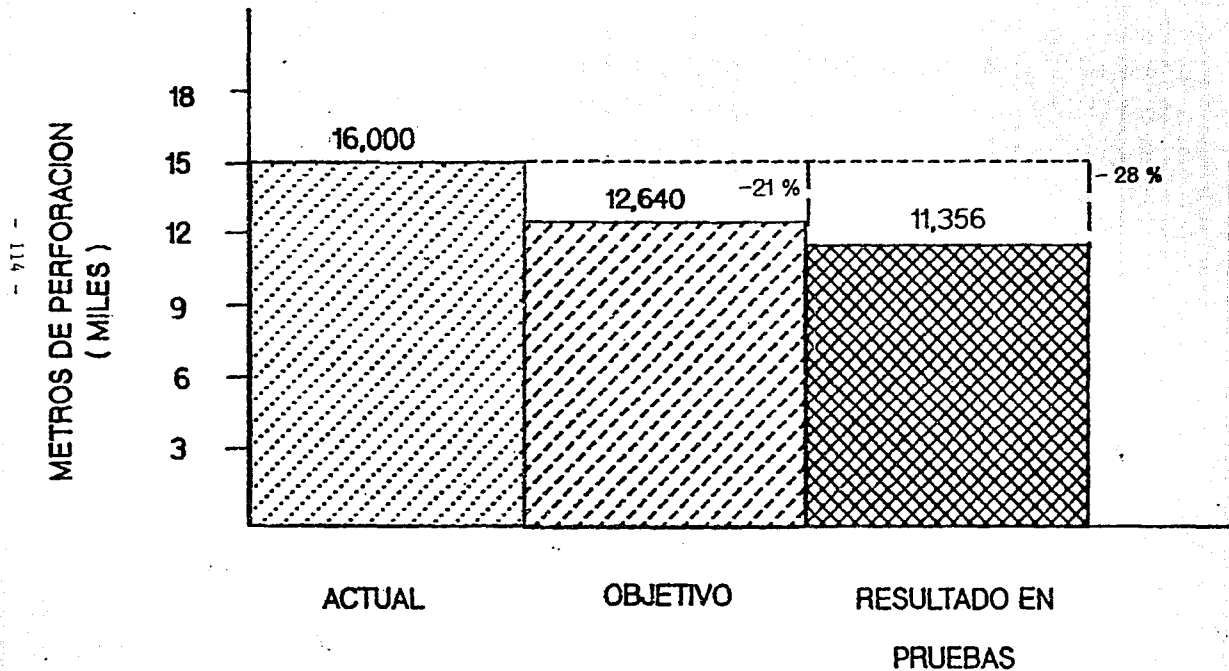
1990 / 1991

ESTERIL



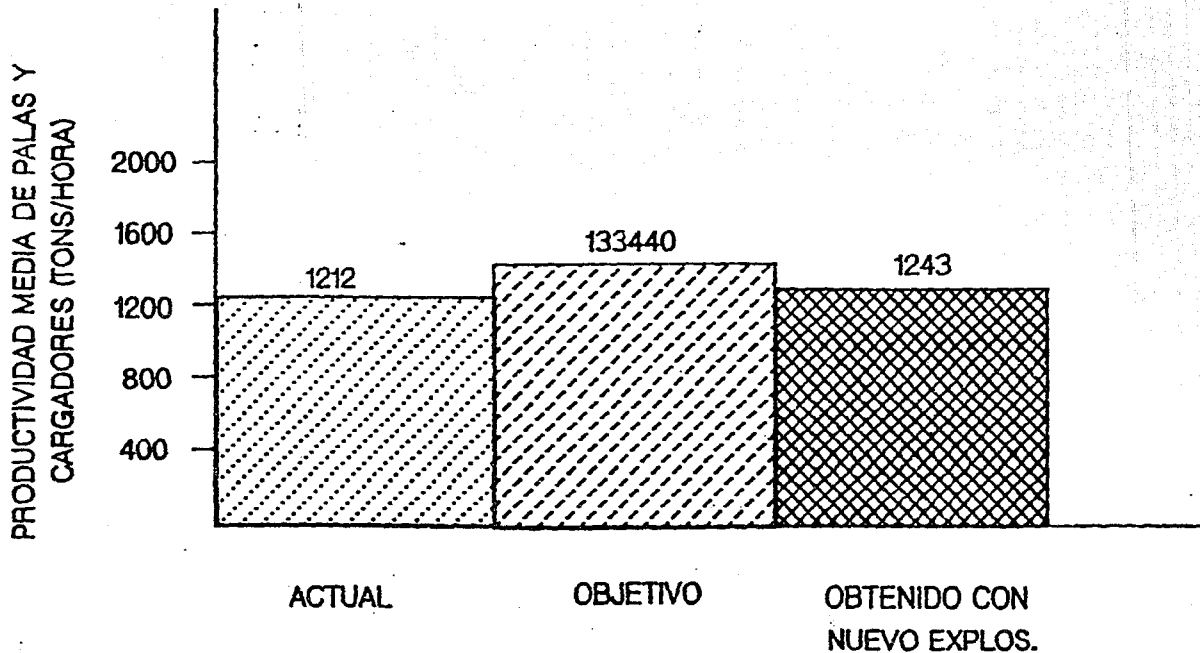
CONTROL DE CALIDAD

GRAFICA DE METROS DE PERFORACION USANDO
EMULSION ASA G. (JUL-AGO '91)



GRAFICA DE PRODUCTIVIDAD DE PALAS Y CARGADORES USANDO
EMULSION ASA G. (JUL-AGO '91)

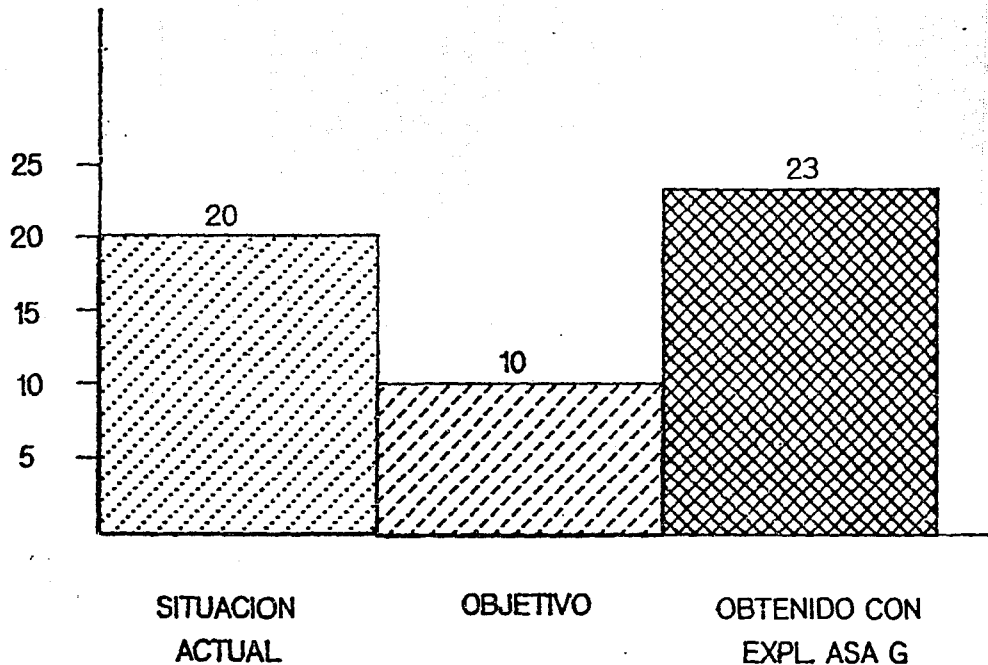
- 511 -



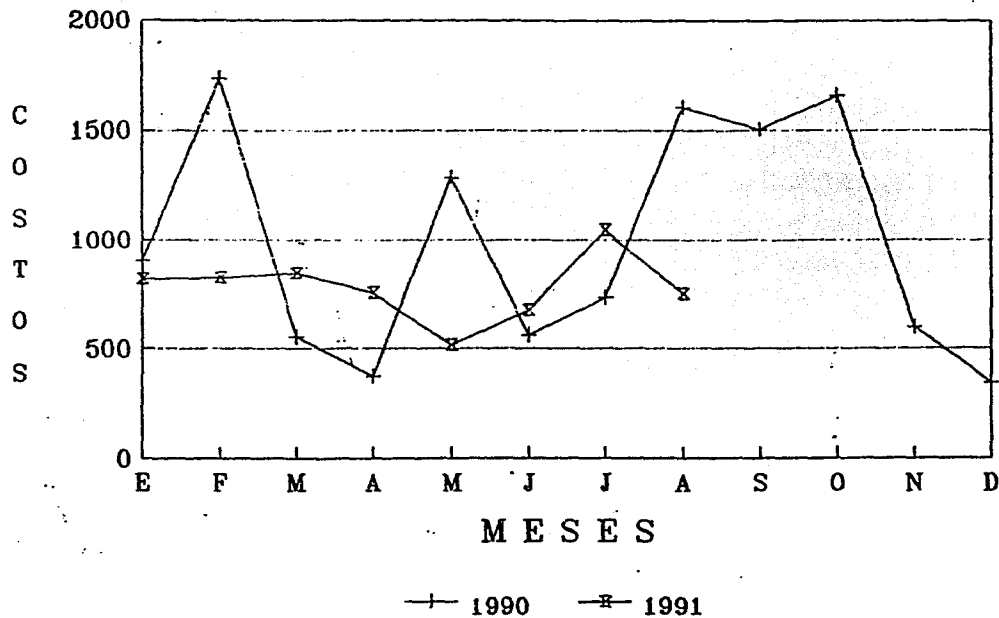
GRAFICA DE DEMORAS EN TRITURADORA EN PERIODO DE PRUEBAS CON
EXPLOSIVO ASA G. (JUL-AGO '91)

- 911 -

DEMORAS EN HORAS X C/500,000
TONS. ALIMENTADAS



COMPARATIVO DEL COSTO DE BARRENACION Y VOLADURAS 1990 / 1991



CONCLUSIONES

- * EN FRAGMENTACION LA MEJORA FUE DE 3.8% POR HUMEDECERSE EL EXPLOSIVO Y DILUIRSE EL NITRATO DE AMONIO PERDIENDO ENERGIA. (NO SE USO LINNERS).
- * EL EXPLOSIVO SE HUMEDECIA YA CUANDO ESTABA CARGADA LA VOLADURA (POR AGUA DE LLUVIA)
- * LA FRAGMENTACION EN MINERAL Y ESTERIL MEJORO COMPARADA A LOS MISMOS MESES DE 1990.
- * LA PRODUCTIVIDAD DE LA PALA B-E Y CARGADORES MEJORO, NO ASI LA DEMAS POR REZAGAR LAS VOLADURAS DE INICIO DE BANCO Y LAS VOLADURAS CON MAS PIEDRAS FUERA DE ESPECIFICACION.
- * SE REDUJO EL COSTO DE BARRENACION Y VOLADURA EN UN 11.7% A SITUACION ANTERIOR.

RECOMENDACIONES

- * REALIZAR OTRA ETAPA DE VOLADURAS ELIMINANDO PROBLEMAS DETECTADOS Y CONSERVANDO LAS MISMAS PLANTILLAS DE PRUEBA.
- * CARGAR LOS BARRENOS CON UNA RELACION 50/50 EMULSION/ANFO PARA QUE RESISTA LA HUMEDAD Y AUMENTAR PRESION DE DETONACION EN FRACTURAMIENTO Y EN BORDO DE APERTURA DE BANCOS.
- * LIMITAR EL COSTO POR BARRENACION Y VOLADURA, AL COSTO CON EMULSION 1320 ACTUAL Y HACER COMBINACIONES DE MEZCLA EMULSION ASA G - ANFO PARA UNA MEJOR FRAGMENTACION.
- * NO USAR LINNERS NI BOMBEO DE AGUA EN BARRENOS.

M E S		MTS. PERF.	MTS. BARR. Y TUMBADOS		TONS. TUMBADAS		COSTO DE PERFORACION		COSTO DE VOLADURA		COSTO TOTAL	
			EXPLO.	ASA	EXPLO	ASA	EXPLO	ASA	EXPLO	ASA	EXPLO	ASA
J U L I O	M I N		3332	646	333918	113945	278948376	54081828	29658200 108634220	20041200	308606576	74123028
	E S T		5820	3840	896919	701672	479620422	313105320	47769150 169840360	119230200 105750440	527389572 169840360	432335520 105750440
	T O T A L	15189	9061	4386	1230837	815617	758568798	367187148	355901930	263431560	1114470728	630618708
A G O S T O	M I N		1683	714	296881	136745	98758440	41897520	9403108 54725220	23416200 65515900	108161548 54725220	65313720 65515900
	E S T		5542	6256	773820	1187515	325204560	367102080	32342024 177222600	192720600 135381520	357546584 177222600	559822680 135381520
	T O T A L	15767	7225	6970	1070701	1324260	423963000	408999600	273692952	417034220	697655952	826033820
	TOTAL	16286	11356	2301583	2139877	1182531798	776186748	629594882	680465780	1812126680	1456652528	

VOLADURAS - CONSIDERANDO COMO SE CARGA ACTUALMENTE

No. VOL.	PLANTILLA	NO. DE BARR.	EMULS.	ANFO	TONS.
R-277	7 X 7	38	422	27360	64915
R-275	6 X 7	53	692	39591	113945
R-276	7 X 7	62	771	46640	118524
R-279	7 X 7	51	642	36720	98784
R-278	7 X 7	49	611	35178	93846
R-52	9 X 9	55	691	39806	175536
R-54	9 X 9	29	369	21230	93619
R-278	7 X 7	29	367	21159	56448
SUBTOTAL		366	4566	243060	815617
R-283	7 X 7	66	827	47608	127008
R-286	6 X 7	30	376	22454	61861
R-284	7 X 7	87	1084	62420	166522
R-285	7 X 7	91	1139	65593	174988
R-282	9 X 9	66	829	47769	210643
R-55	6 X 7	37	455	27180	74884
R-264	9 X 9	103	1290	74305	327666
R-289	7 X 7	94	1176	67709	180634
SUBTOTAL		574	7176	415036	1324260
T O T A L		<u>940</u>	<u>11742</u>	<u>658096</u>	<u>2139823</u>

- 121

15980 MTS.

DEMORAS EN TRITURADORA

		<u>TONS.</u>	<u>DEMORAS</u>	
J U L I O	R-275	95,600	3.75	
	R-279	38,800	4.65	
	R-278	57,000		
		<u>191,400</u>	<u>8.40</u>	
A G O S T O	R-284	109,368	6.23	
	R-286	61,861	3.62	
	R-055	74,900	2.58	
		<u>246,129</u>	<u>12.43</u>	
	T O T A L	437,529	20.83	
	\bar{x} MENSUAL	218,764	10.41	Hrs.

RESULTADOS DE VOLADURAS O PRUEBA CON EMULSION A.S.A.

R-277 ESTA VOLADURA SE CARGO Y DISPARO EL MISMO DIA, TUVO MUY Poca PROYECCION. NO PRESENTO APELMAZAMIENTO PERO LA PALA 5-15 TUVO MUY BAJA PRODUCTIVIDAD POR TENER OPERADORES NUEVOS.
EL DIA CLAZADO EN ESTA ZONA CORRESPONDE A 80 CMS. MAXIMO.

R-275 ESTA VOLADURA SE PERFORO CON PLANTILLA DE 7.2 X 8.5 Y UNICAMENTE 12 BARRENOS RESULTARON SER DE MINERAL. LOS OTROS 26 RESULTARON SER ESTERIL. SE COMENZO A CARGAR EL DIA 16 DE JULIO Y SE DISPARO EL DIA 19 DE JULIO Y ESTUVO LLOVIENDO DURANTE DOS DIAS. ESTO PROVOCO QUE SE BAJARAN LAS CARGAS 60 CMS., YA QUE NO SE PUSO BOLSA PARA PROTECCION POR SER LA MEZCLA DE 30 70 EN TODA LA COLUMNA, PERO AUN CON ESTA RELACION SE NOTO QUE LA CARGA SE HUMEDECID RESULTANDO 1048 PIEDRAS FUERA DE ESPECIFICACION.

CONCLUSION.- PERDIDA DE ENERGIA POR EXPLOSIVO HUMEDO

R-276 ESTA VOLADURA SE PERFORO CON UNA PLANTILLA DE 8 X 9, LA CUAL CORRESPONDE A PLANTILLA DE 7 X 7 SEGUN EL DIA CLAZADO QUE TIENE ESA ZONA. SE COMENZO A CARGAR EL DIA 17 Y SE DISPARO EL DIA 19 DE JULIO. ESTA PRESENTO LA MAYOR PARTE DE LAS PIEDRAS FUERA DE ESPECIFICACION EN LOS BARRENOS 37,34, 31, 38, E, D, 32 - EN ESTA PARTE ESTABA EL TALUD MUY FRACTURADO POR LA VOLADURA ANTERIOR Y CON 11 MTS. DE BORDO.

CONCLUSION.- TERRENO PREFRACTURADO. PERDIDA DE ENERGIA POR FRACTURAS.

R-279 ESTA VOLADURA SE COMENZO A CARGAR EL DIA 20 DE JULIO PRIMER TURNO Y COMO ESTUVO LLOVIENDO EN EL SEGUNDO TURNO PROVOCARON QUE LOS BARRENOS DE LA TERCER LINEA SE COMENZARA A DISOLVER LA CARGA DE COLUMNA. TAMBIEN SE TUVO QUE DISPARAR CON LA SALIDA AL CENTRO POR TENER REZAGA EN LA ORILLA QUE FUE DONDE SE REGISTRO EL MAYOR NUMERO DE PIEDRAS FUERA DE ESPECIFICACION. LA PLANTILLA SE DIO DE 8 X 9 CONSIDERANDO EL DIA CLAZADO QUE CORRESPONDE PLANTILLA DE 7 X 7.

CONCLUSION.- SALIDA DE VOLADURA NO FUE LA ADECUADA PERO SE TUVO QUE DISPARAR POR CONDICIONES CLIMATOLOGICOS; TAMBIEN LA MALA FRAGMENTACION SE DEBIO EN GRAN PARTE A QUE SE ESTUVO DISOLVIENDO EL ANFO CON EL AGUA, QUE LE ENTRO A LOS BARRENOS YA CARGADOS.

- R-278 ESTA VOLADURA PRESENTO PIEDRAS GRANDES EN LOS BARRENOS 54,55, 56, 57, 58, 64, 65, 69 SE CONSIDERA QUE LA FORMA DE RETARDADO NO FUE LA ADECUADA, YA QUE EN LOS BARRENOS 65,66, 67 DETONARON LOS DOS DE LOS LADOS ANTES Y AL MISMO TIEMPO, PROVOCANDO DESACOPAMIENTO DE LA CARGA DE COLUMNA.
- R-052 CONCLUSION.- MALA SALIDA DE LOS BARRENOS DEL BORDO. ESTA VOLADURA SE COMENZO A CARGAR EL DIA 21 DE JULIO Y SE DISPARO EL DIA 25 DE JULIO EL 70% DE LOS BARRENOS SE BAJARON UN METRO EN PROMEDIO DEBIDO A LA LLUVIA.
- CONCLUSION.- DEMASIADO TIEMPO CARGADOS PORQUE EL NITRATO NO RESISTIO LA HUMEDAD.
- R-054 ESTA VOLADURA SE CARGO UNA PARTE CON EMULSION 30 70 ASA Y LA OTRA PARTE CON EMULSION 1320- POR TERMINARSE LA EMULSION ASA.
- R-278 ESTA VOLADURA TENIA UN PROMEDIO DE 9 A 12 MTS. DE AGUA, AUNQUE TODOS SE PUDIERON DESAGUAR, SE CARGARON CON RELACION 30 70.
- CONCLUSION.- LA REACCION DEL EXPLOSIVO FUE DEFICIENTE POR EXCESO DE AGUA YA QUE NO RESISTE LA HUMEDAD EL EXPLOSIVO.
- R-283 ESTA VOLADURA SE CONSIDERA MUY BUENA LAS CONDICIONES FUERON OPTIMAS YA QUE SE TUVO BUENA SALIDA APROVECHANDO EL RUMBO Y DIMENSIONES DEL DIACLAZADO.
- CONCLUSION.- DIACLAZADO MUY PEQUEÑO OPTIMO PARA LOGRAR BUENA FRAGMENTACION.
- R-286 ESTA VOLADURA SE CARGO CON EMULSION ASA Y CON EMULSION 1320 LA MAYORIA DE LOS BARRENOS TENIAN HASTA 8 MTS. DE AGUA, AUNQUE TODOS SE PUDIERON DESAGUAR, TAMBIEN SE DESCOMPUSO ELCAMION MEZCLADOR Y POR ESTA RAZON SE TUVO QUE CARGAR CON EMULSION 1320.
- CONCLUSION.- LA REZAGA SE CONSIDERA BUENA Y CON POCAS PIEDRAS FUERA DE ESPECIFICACION.
- R-284 ESTA VOLADURA SE BARRENO CON PLANTILLA DE 8 X 9 PARA ESTERIL Y RESULTO SER MINERAL, CORRESPONDIA UNA PLANTILLA DE 7.2 X 8.5, SE CONSIDERA RAZON POR LA CUAL EXISTEN ROCAS GRANDES, ADEMAS FUE APERTURA DE BANCO.

CONCLUSION.- PLANTILLA INADECUADA AL TIPO DE MATERIAL Y DEMASIADO BORDO LA PRODUCTIVIDAD DE LA PALA POR LO REDUCIDO DEL BANCO Y OPERADORES EN CAPACITACION.

R.285 ESTA VOLADURA SE BARRENO CON PLANTILLA DE 8 X 9 Y FRACTURAMIENTO AMPLIO UNICAMENTE SE REGISTRARON PIEDRAS ENTRE LOS BARRENOS 1, 2, 4, 5, 8, QUE ES DONDE EL TERRENO TENIA EL BORDO MUY GRANDE.

CONCLUSION.- PERDIDA DE ENERGIA POR FRACTURAS.

R-282 ESTA VOLADURA SE PERFORO A 9.3 X 10.70 POR TENER EL DIACLAZADO MENOR DE 80 CMS. LA FRAGMENTACION FUE MUY BUENA.

CONCLUSION.- SALIDA OPTIMA Y DIACLAZADO MUY PEQUEÑO.

R-055 ESTA VOLADURA ESTABA MUY ENCAJONADA, TAMBIEN FUERON 4 LINEAS.

CONCLUSION.- POCO DESPLAZAMIENTO POR ESTAR MUY ENCAJONADA

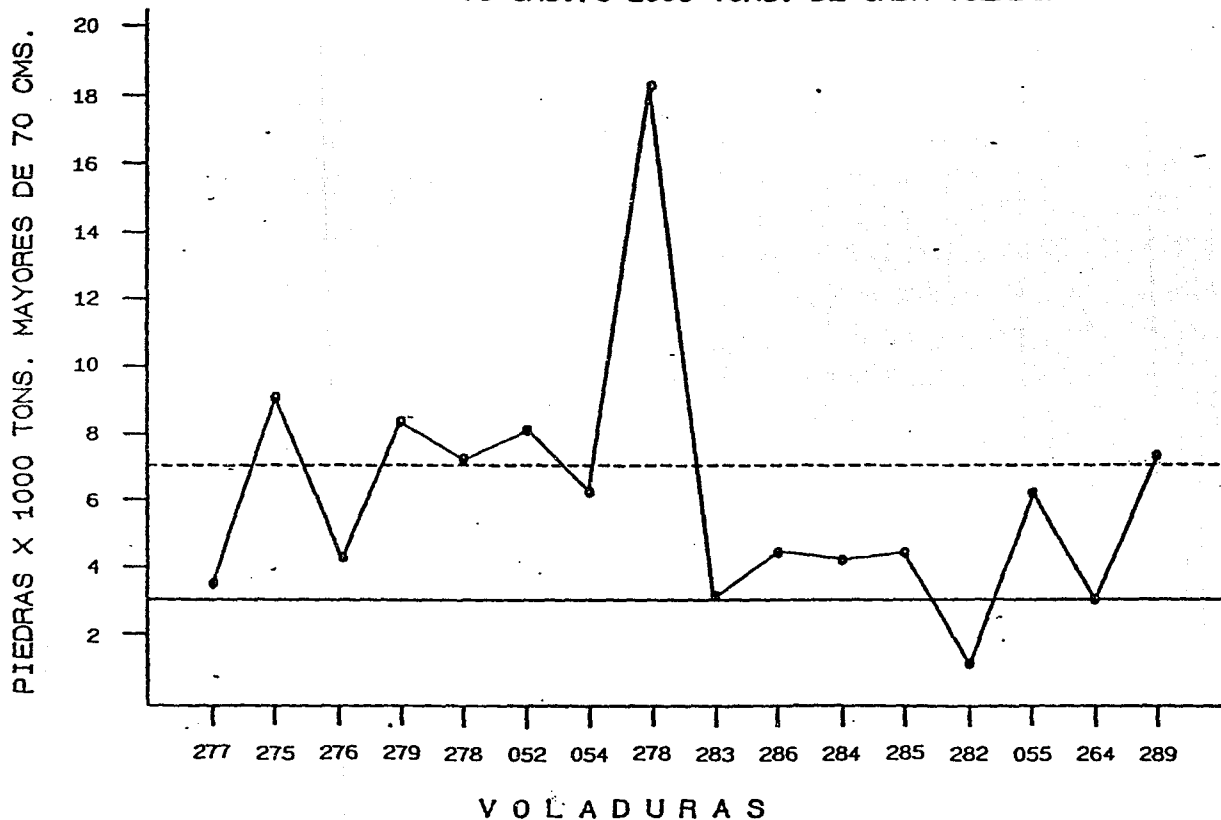
R-264 VOLADURA CON PLANTILLA DE 9.3 X 10.70 SE ENCONTRO UNA ZONA ENTRE LOS BARRENOS DEL 93 AL 125 CON MATERIAL ARCILLOSO Y CON MUCHO BOLEO EL CUAL ES DIFICIL FRAGMENTAR ESTAS BOLAS Y LO UNICO QUE SE LOGRA CON EL EXPLOSIVO ES MOVER ESTAS ROCAS

R-289 VOLADURA CON PLANTILLA DE 8 X 9, SALIERON ROCAS GRANDES EN EL BORDO YA QUE ESTE ERA MUY GRANDE Y NO PERMITE DESPLAZAMIENTO DEL MATERIAL, ADEMAS CUANDO EL BORDO ES MUY GRANDE EN LA PATA NO SE TIENE BUENA FRAGMENTACION.

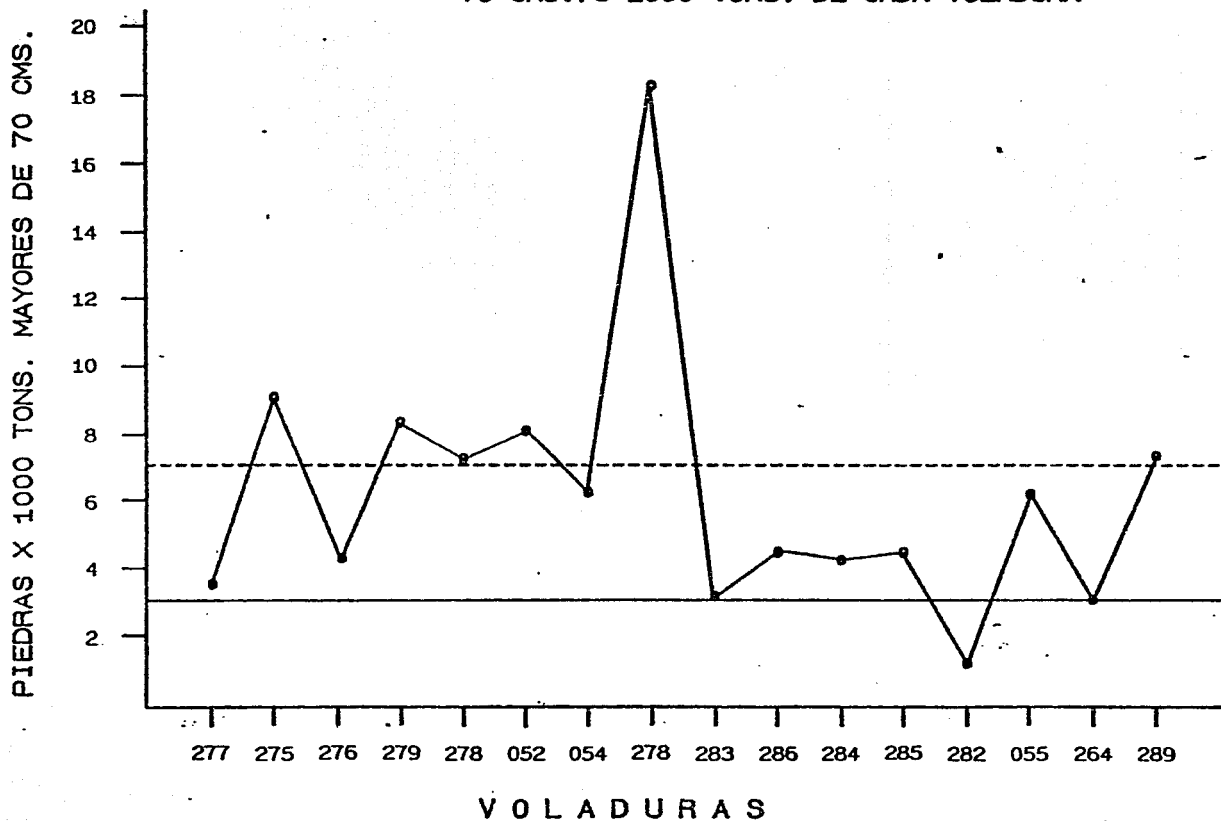
RESULTADOS DE LAS VOLADURAS CARGADAS CON EMULSION 1320 MES DE AGOSTO/91

No. VOL.	TIPO MTL.	PLAN-TILLA	No. DE BNO.	FECHA DISPARO	EMULSION 1320 KG.	NITRATO KG.	TONELADAS TUMBADAS	P.F.E. C/1000 TNS.	P R O D U C T I V I D A D		
									CARGADOR	DEMAG	B-E
R-287	MIN.	7.2X8.5	45	5/AGO	800	33615	134946	2.03		1365	
R-287B	MIN.	" "	54	20/AGO	1134	40338	161935	2.70	963		
R-288	EST.	8X9	35	20/AGO	700	25200	98321	3.58		1281	
R-290	EST.	0X0	23	23/AGO	483	16560	73328	2.91		1236	
R-291	EST.	8X9	35	23/AGO	700	25450	97717	6.56		1358	2328
R-292	EST.	9X9	50	25/AGO	1050	38300	158081	1.39		1264	
R-293	EST.	7X7 8X9	110	25/AGO	2200	81200	206290	3.92			1946
R-294	EST.	7X7	59	28/AGO	1239	42480	112711	4.79		1306	
R-54B	EST.	9X9	14	21/AGO	280	10200	33372				
			425		8586	313443	1070701	3.48	963	1301	2137

GRAFICA DE COMPORTAMIENTO DE PIEDRAS MAYORES DE
70 CMS./C 1000 TONS. DE CADA VOLADURA



GRAFICA DE COMPORTAMIENTO DE PIEDRAS MAYORES DE
70 CMS./C 1000 TONS. DE CADA VOLADURA



V.VII ESTIMULACION DE POZOS DE AZUFRE POR MEDIO
DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS
FISURACION DE ESTRATOS CALIZA-AZUFRE

**PARTICIPACION DEL C. JOSE ANTONIO SANCHEZ ALDANA GARCIA
EN ESTA APLICACION DE EXPLOSIVOS, PRIMERA EN EL MUNDO**

EL CONOCIMIENTO TECNICO Y PROFUNDO DE LA TEORIA DE LA EXPLOSION, SU APLICACION EN LA VOLADURA DE ROCAS Y DE LA ENERGIA LIBERADA POR LOS EXPLOSIVOS HACE POSIBLE EL DISEÑAR UN EXPLOSIVO Y UN SISTEMA DE APLICACION PARA LOGRAR TECNICAMENTE EL OBJETIVO DE ESTIMULACION DE POZOS DE AZUFRE POR MEDIO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS ESPECIFICOS Y ESPECIALES.

DEBEMOS POR LO TANTO TOMAR EN CONSIDERACION EL EFECTO QUE PRODUCE CADA UNO DE LOS COMPONENTES DEL EXPLOSIVO SUJETO A LA DESCOMPOSICION INSTANTANEA, LAS TEMPERATURAS Y GASES GENERADOS Y SU ACCION AL MOMENTO DE DESARROLLAR TRABAJO, LAS TOMAREMOS TAMBIEN EN CUENTA LA TEMPERATURA MAXIMA DE SEGURIDAD DE APLICACION, LAS VELOCIDADES DEL EXPLOSIVO NECESARIO, DE LA ROCA O ESTRATO COMPUESTO EN EL CUAL DEBEREMOS DE PRODUCIR UNA FISURACION, LA DENSIDAD DEL EXPLOSIVO, COMO SU POTENCIA, SU FUERZA DE CHOQUE Y DEMAS CARACTERISTICAS NECESARIAS PARA LOGRAR EL OBJETIVO DE ESTA MISION, MISMA QUE HABRA DE DESARROLLARSE EN LA ZONA DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC Y A UNA PROFUNDIDAD DE 400 A 500 METROS.

LA TEORIA SOBRE LA VOLADURA DE ROCAS ES QUIZAS UNA DE LAS MAS INTERESANTES Y QUIZAS PROVOCATIVA QUE DESDE ANTAÑO TIENE SUS RETOS ESPECIALES, DISTINTOS E INTERESANTES, CUBRE MUCHAS AREAS DE LA QUIMICA, FISICA, TERMODINAMICA, ONDAS DE CHOQUE INTERRELACIONADAS, EN OTROS TERMINOS TODOS ESTOS PUNTOS PERMITEN INTERPRETAR COMO SE INICIA Y SE LOGRA UNA FRAGMENTACION DE LA ROCA POR EXPLOSIVOS Y QUE INVOLUCRA ESTA ACCION DEL EXPLOSIVO, COMO TAMBIEN LA REACCION DE LA ROCA Y MEDIO EN QUE SUCEDE ESTA EXPLOSION, TODO ELLO VA DIRECTAMENTE RELACIONADO A LAS ACCIONES DE ENERGIA, TIEMPO, MASA Y EL MEDIO EN EL QUE SE DESARROLLAN ESTAS ACCIONES.

PARA EL DISEÑO DE ESTAS VOLADURAS A EFECTUARSE A PROFUNDIDADES DE 450 A 500 METROS Y PARA REALIZARLAS A TRAVES DE UN TUBO DE 20 CENTIMETROS DE DIAMETRO SE TUVO LA NECESIDAD DE CONSIDERAR MUY ESPECIALMENTE LA SEGURIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO, LOS EFECTOS DE LAS VIBRACIONES EN EL AREA VECINA E INSTALACIONES DE EQUIPO Y TORRES DE POZOS VECINOS, COMO LAS POSIBILIDADES FISICAS QUE EL AREA DE TRABAJO OFRECIA, EL OBJETIVO ESTABA DICTADO, NOS QUEDABA AUN IMAGINARNOS Y RECORDAR LAS AVENTURAS DE AQUELLA HISTORICA PELICULA: "EL SALARIO DEL MIEDO", EN LA QUE SE TEMPLABA EL VALOR DE LO DESCONOCIDO MANEJANDO CARGAS DE EXPLOSIVO ALTAMENTE SENSITIVO.

PARA INTERPRETAR EL TIPO DE EXPLOSIVO DEBEREMOS DE INFORMAR A USTEDES QUE AQUEL EXPLOSIVO INESTABLE DE AQUELLA PELICULA ERA NITROGLICERINA, CUYA POTENCIA PARA BASE DE LOS EXPLOSIVOS ES CONSIDERADA EN EL 100 UN PORCENTAJE MENOR DE UN EXPLOSIVO SIEMPRE VA RELACIONADO A ESTE 100% ASI QUE LA DINAMITA AL 60% ES EN BASE COMPARATIVA AL FACTOR ANTERIOR.

A FIN DE LOGRAR NUESTRO OBJETIVO EN UN ESTRATO DE CALIZA-AZUFRE QUE NO HABIA PERMITIDO LA EXTRACCION DEL AZUFRE POR LA DUREZA DEL MISMO ESTRATO Y SU RESISTENCIA A LA EXTRACCION POR EL METODO CONVENCIONAL DISEÑAMOS UN EXPLOSIVO CON POTENCIA DE 1.31 COMPARABLE Y EN BASE A LAS CIFRAS ANTERIORES Y QUE EXPONEMOS Y COMPARAMOS EN LA SIGUIENTE INFORMACION.

BASE	TNT	PERTALITE	ATV 5000-5005
	100	121	131 PERFORACION PLATO
	100	105	110 PRUEBA PRESION

NUESTRO EXPLOSIVO FUE DENOMINADO ATV 5000 DANDOLE EL NOMBRE RELACIONANDOLO A ALTA TECNOLOGIA EN VOLADURAS, S.A. DE CV. (ATV), PREPARANDO ACTUALMENTE UN SEGUNDO EXPLOSIVO MAS POTENTE Y QUE DENOMINAREMOS ATV 5005, QUE TENDRA OBJETIVOS DIFERENTES Y QUE A CONTINUACION EXPONDREMOS A USTEDES.

PARA COMPRENDER TECNICAMENTE LA PROBLEMÁTICA DE LA FISURACION DE LOS POZOS DE AZUFRE SERIA CONVENIENTE REPASAR ALGUNAS DEFINICIONES SOBRE LOS TERMINOS COMUNMENTE USADOS EN EL MUNDO DE LOS EXPLOSIVOS, ES POSIBLE QUE USTEDES ESTEN PERFECTAMENTE ENTERADOS DE ELLOS SIN EMBARGO OTRAS INTERPRETACIONES COLABORARAN PARA RECIBIR LOS MAYORES DATOS QUE NOS PERMITAN SENTIR E INTERPRETAR LO QUE EN ESTA ESPECIALIDAD SE VIVE Y SE APLICA.

QUE ES UN EXPLOSIVO? CUALQUIER COMPOSICION QUIMICA, MEZCLA O ARTIFICIO CUYO PROPOSITO PRINCIPAL ES FUNCIONAR POR EXPLOSION CON UNA INSTANTANEA LIBERACION DE GAS Y CALOR. SE TIENEN OTRAS FORMAS DE IDENTIFICAR LA EXPLOSION Y LO QUE ES UN EXPLOSIVO, FUNDAMENTALMENTE ESTA IDENTIFICA LO QUE ES UN EXPLOSIVO.

NOTA.- TODOS LOS EXPLOSIVOS SON PELIGROSOS Y SIEMPRE DEBERAN SER MANEJADOS POR PERSONAS COMPETENTES Y EXPERIMENTADAS O BAJO SU DIRECCION. TODOS LOS EXPLOSIVOS COMERCIALES SE FABRICAN DE TAL MANERA QUE SOLO DEBEN DE ESTALLAR CUANDO SE LES APLICA UNA ENERGIA INICIADORA DE SUFICIENTE INTENSIDAD, DESGRACIADAMENTE PARA LOS EXPLOSIVOS NO EXISTE DIFERENCIA ENTRE AQUELLA ENERGIA INICIADORA APLICADA INTENCIONALMENTE Y LA RECIBIDA POR ACCIDENTE....ES AHORA Y SERA SIEMPRE LA RESPONSABILIDAD DE TODAS LAS PERSONAS

QUE MANEJAN EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS CONOCER Y OBSERVAR TODAS LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y CONTROL APROBADAS, NO HAY DOS.....UN ERROR ES EL ULTIMO.

CLASES DE EXPLOSIVOS.- SE TIENEN EXPLOSIVOS LIQUIDOS, PLASTICOS, PERMISIBLES Y NO PERMISIBLES, DE DOS COMPONENTES, MILITARES, SENSITIVOS Y NO SENSITIVOS, COMERCIALES, AGENTES EXPLOSIVOS EN TODOS SUS GRADOS Y COMPOSICIONES, MEZCLAS DE TODOS TIPOS, COMPOSICIONES DENOMINADAS A, B Y C, POLVORAS, TNT, PETN, NITROGLICERINA, CICLONITE, HMX, HNS, ETC.

PARA LA FINALIDAD DE LOS POZOS DE AZUFRE UTILIZAMOS UNA COMPOSICION B ESPECIAL, DISEÑADA PARA LOS MISMOS, PARA GENERAR UN GRAN VOLUMEN DE GAS ROMPEDOR A MUY ALTA TEMPERATURA Y DETONAR A LA PROFUNDIDAD ESTABLECIDA, SIEMPRE CON EL OBJETIVO DEFINIDO DE FISURACION DE LA ROCA QUE FORMA ESTE ESTRATO.

LA LISTA DE EXPLOSIVOS ESPECIALES Y PARA FINALIDADES DIFERENTES TIENE UNA GAMA MUY ESPECIAL EN LA CUAL SE DETALLAN SUS DIFERENTES CARACTERISTICAS Y PARA LOS FINES ESPECIALES DE DISEÑO.

QUE ES UNA DETONACION.- UNA EXPLOSION QUIMICA INCLUYENDO CAMBIOS QUIMICOS Y FISICOS OCURRIENDO A UNA VELOCIDAD SUPERIOR A LA DEL SONIDO. ES UNA DETONACION DE ALTA ORDEN O ENERGIA.

QUE ES UNA DEFLAGRACION.- DEFLAGRACION A BAJA ORDEN O ENERGIA ES UNA DETONACION A BAJA VELOCIDAD, MAS BAJA QUE LA VELOCIDAD ESTABLE DE DETONACION DEL PROPIO EXPLOSIVO Y ESTA SE VUELVE DEFLAGRACION. A VECES SE TERMINA TOTALMENTE Y OTRAS SE RESTITUYE A ALTA VELOCIDAD O ENERGIA. SE DENOMINA DEFLAGRACION TAMBIEN A UNA EXPLOSION MAS BAJA QUE LA VELOCIDAD DEL SONIDO, DEFLAGRACION IMPLICA EL ENCENDIDO DE UNA SUBSTANCIA QUE TIENE SU PROPIO OXIGENO, ENCENDIDO A CAMBIO DE DETONACION.

RECORDEMOS QUE LA VELOCIDAD DEL SONIDO ES DE 1435 METROS SEGUNDO EN EL AGUA, 340 METROS SEGUNDO EN EL AIRE, AUNQUE A VECES LA VELOCIDAD DE UNA ORDEN DADA POR LA SUEGRA, RECORRE LA MAS ALTA VELOCIDAD CONOCIDA Y TAMBIEN LOS EFECTOS SON DEBASTADORES.

QUE ES UNA EXPLOSION.- UNA REACCION QUIMICA DESARROLLANDO UN CAMBIO FISICO RAPIDO TRANSFORMANDOSE DE LA FORMA SOLIDA A LA FORMA GAS SIN PASAR POR LA FORMA LIQUIDA, UNA RAPIDA Y EXTREMOSA EXPANSION DE GASES GENERALMENTE ASOCIADOS CON LA LIBERACION DE CALOR.

ASI PUES DISEÑAMOS UN EXPLOSIVO CAPAZ DE TRABAJAR BAJO LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LOS PARRAFOS ANTERIORES, SIENDO AUN NECESARIO DISEÑAR UN MEDIO PARA LA DETONACION DEL EXPLOSIVO, AHOGADO A LA PROFUNDIDAD CITADA.

LA TEMPERATURA ESTABLE DE TRABAJO EN UN EXPLOSIVO Y ACCESORIO A UTILIZARSE REQUIERE QUE EL MISMO SOPORTE CON SEGURIDAD SU MANEJO Y EL TIEMPO QUE SE VA A REQUERIR QUE PERMANEZCA ANTES DE SER DETONADO, LAS TEMPERATURAS DE OPERACION, LA PRESION DE TRABAJO EN LOS ESTRATOS DE CALIZA-AZUFRE SUPERAN LOS 150 GRADOS CENTRIGRADOS Y PRESION DE 40 KILOS POR CENTIMETRO CUADRADO. EL EXPLOSIVO Y EL ACCESORIO TENDRIA QUE SOPORTAR LAS CONDICIONES ESPECIALES DEL OBJETIVO, ASI QUE COMO ACCESORIO ESTABLECIMOS QUE EL CORDON DETONANTE DEL 60, CON UNA RESISTENCIA A LA TENSION DE 125 KILOS SERIA EL INDICADO. LA CARGA SE BAJARIA CON UN CABLE ESPECIAL CON RESISTENCIA DE 1000 KILOS. A LA TENSION Y DE AHI QUE PRACTICAMOS EL PRINCIPIO DE ARQUIMIDES, ESTE PRINCIPIO NOS PERMITIRIA BAJAR CARGAS PESADAS, AHOGADAS DENTRO DEL TUBO Y RESISTIR EL PESO Y CONDICIONES DE TRABAJO QUE SE PRESENTARIAN.

PRINCIPIO DE ARQUIMIDES.- TODO CUERPO SUMERGIDO TOTAL O PARCIALMENTE EN UN LIQUIDO SUFRE UN EMPUJE VERTICAL (PV) HACIA ARRIBA IGUAL AL PESO DEL LIQUIDO DESPLAZADO.

HABLANDO DEL AGUA CON LA QUE LLENAMOS LOS POZOS Y SIN TOMAR EN CUENTA LOS LODOS ENCONTRADOS EN EL POZO, SE TRABAJO CON EL RESULTADO DE QUE UNA DENSIDAD RELATIVA ES IGUAL AL PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL (EXPLOSIVO) ENTRE EL PESO ESPECIFICO DEL AGUA.

PARA 1000 KILOS DE PESO LOS CALCULOS MOSTRARON EN EL AGUA QUE LOS 1000 KILOS SOPORTADOS POR EL AGUA SE VOLVERIAN 375 KILOS. LA DENSIDAD DE LOS LODOS DE TRABAJO EN EL POZO SERIA DE 1500 KILOGRAMOS POR METRO CUBICO. EL EXPLOSIVO FUE DISEÑADO CON UNA DENSIDAD DE 1.6.

COMO RESULTADO INMEDIATO Y PARA EFECTOS OPERACIONALES Y QUE EN CASOS BAJARIAMOS MAS DE 1500 KILOGRAMOS DE EXPLOSIVO POR POZO, 1000 KILOS SE CONVERTIRIAN EN 375 KILOS EN EL AGUA, EL EMPUJE HIDROSTATICO NOS FACILITARIA NUESTRA BAJADA DEL TREN DE EXPLOSIVOS Y POR DEMAS SE HACIA SEGURA ESTA OPERACION, LA CAIDA LIBRE DE ESTE TONELAJE HUBIERA CAUSADO ENORMES PROBLEMAS (TUVIMOS UNA LECCION AL RESPECTO QUE EXPONDEREMOS A USTEDS EN SEGUIDA)

CON EL PRINCIPIO DE ARQUIMIDES Y NUESTROS CALCULOS SE DETERMINO QUE TODO EL CARGADO DE LOS POZOS SE HARIA CON ESTOS LLENOS DE AGUA HASTA LA BOCA, ESTO ERA IMPERATIVO PARA LA SEGURIDAD DEL TRABAJO, EL EXPLOSIVO TENIA QUE ESTAR AHOGADO EN EL TUBO DE TRABAJO Y HASTA LA PROFUNDIDAD MAXIMA DE OPERACION.

DEL PRINCIPIO ANTERIOR EN MENTE CALCULAMOS LAS DIFERENTES CARGAS Y ASI SE DETERMINO UTILIZAR COMO CABLE DE CARGA EL DE POLIESTIRENO MONOFILAMENTO CON PESO POR METRO LINEAL DE 0.72 GRAMOS/RESISTENCIA A LA RUPTURA DE 1000 KGS. LAS ESPECIFICACIONES PARA EL MISMO QUE NOS AYUDARIAN A DESCENDER ERAN IMPORTANTES. NUESTRO CABLE DE SOPORTE DEBERIA TENER MINIMO 1000 METROS DE LONGITUD SIN UNIONES O NUDOS, UTILIZARIAMOS UNA POLEA O GRILLETE POR EL CUAL SE DESLIZARIA EL CABLE EN LA BAJADA DE LA CARGA A LA PROFUNDIDAD.

HEMOS DETALLADO ALGUNOS ASPECTOS DE LA OPERACION DE CARGADO DE POZOS, PERO REGRESAREMOS AL EXPLOSIVO QUE DISEÑAMOS Y UTILIZAMOS Y QUE FUE ELABORADO CON BASE A TNT, PETN, RDX Y COMPONENTES ADICIONALES SENSITIVISANTES DEL EXPLOSIVO, EL CONJUNTO LO DENOMINAMOS ATV, 5000 Y 5005.

COMPOSICION DEL EXPLOSIVO

TNT. TRINITRO TOLUENO, SU PUNTO DE FUSION ES 180 GRADOS FAHRENHEIT, EXPLOSIVO DE ALTA POTENCIA PAR AMOLDARSE POR SU PUNTO DE FUSION, IDEAL PARA LOS TRABAJOS PETROLEROS.

PETN. PENTA ERYTHRYTOL TETRA NITRATE, USADO PRINCIPALMENTE COMO CENTRO DE LOS CORDONES DETONANTES Y LINEAS DE CARGAS DIRIGIDAS. ESTE EXPLOSIVO OFRECE UN MAGNIFICO FUTURO EN LAS CARGAS MOLDEADAS QUE SUBSTITUIRAN EN GRAN PORCENTAJE LA NECESIDAD DE LOS EXPLOSIVOS CONVENCIONALES EN LA INICIACION DE LOS ANFOS EN BARRENOS A TAJO ABIERTO O EN MINERIA SUBTERRANEA.

RDX CICLONITA HEXOGEN CON MAXIMA TEMPERATURA DE APLICACION A LOS 325 GRADOS FAHRENHEIT.

ATV 5000. CON EL FIN DE HACER UN TRABAJO ESPECIAL EN LA FISURACION DE ESTRATOS CALIZA-AZUFRE EL DISEÑO DE ESTE EXPLOSIVO REQUIRIO DE PORCENTAJES INTERESANTES, QUE LLEVARON AL EXITO LA MISION ESPECIFICADA.

ATV SE DISEÑO EN UN ENVASE QUE PERMITIERA ARMARSE Y BAJARSE EN UN TREN DE EXPLOSIVOS, SE LE FABRICARON TRES TUNELES, DOS PARA LOS CORDONES DETONANTES ESPECIALES Y EL CENTRAL PARA AUXILIAR LA CARGA. LO ANTERIOR FUE POSIBLE DISEÑANDO UNA BALA COMO GUIA QUE IRIA AL PRINCIPIO DE LA CARGA PARA GUIAR Y ABRIR CAMINO HACIA LAS PROFUNDIDADES DEL POZO. EN EL FONDO HABIA CUMULACION DE LODOS PESADOS QUE OBSTRUIRAN LA LOCALIZACION DE LA CARGA EN EL LUGAR INDICADO, PARA EVITAR LOS PROBLEMAS INICIALES DE ESTOS LODOS LOS POZOS FUERON LAVADOS INMEDIATAMENTE ANTES DE LA CARGA Y EL PROBLEMA DE BAJAR LA MISMA FUE MINIMIZADO.

LA VELOCIDAD DE DETONACION DE LA CARGA ATV SERIA DE 7925 M/S. SU EFECTO DE ROMPIMIENTO SERIA INSTANTANEO. LA GENERACION DE GASES SERIA TREMENDAMENTE FUERTE Y LA ESPERADA FISURACION TENDRIA LUGAR. UN RETO COMO EL DE ESTA OPERACION HABRIA DE SER PROGRAMADO POSITIVAMENTE CON LA CERTEZA DE QUE APLICANDO LOS CONOCIMIENTOS DE LOS EXPLOSIVOS Y LA POSITIVIDAD DE PENSAMIENTO MANEJADOS CON TODA LA SEGURIDAD REQUERIDA NOS LLEVARIA A RESOLVER LA PROBLEMATICA DE FISURACION A LA PROFUNDIDAD ESTABLECIDA.

GASES.- NO CABE DUDA QUE LAS AREAS AZUFROSAS NO TIENEN UN OLOR A ROSAS Y NI SIGUIERA AL PERFUME SIETE MACHOS. SIN EMBARGO, HABIA QUE ESTUDIAR QUE GASES SE GENERARIAN EN ESA ATMOSFERA AZUFROSA. EN ESAS PROFUNDIDADES O LA REACCION QUE SE PRODUCIRIA ENTRE LOS GASES PROPIOS GENERADOS POR EL EXPLOSIVO Y LOS GENERADOS AL CONTACTO DE LOS ESTRATOS O DEL AIREA DE LA SUPERFICIE Y ASI SE DETERMINO QUE:

BASICAMENTE TODOS LOS EXPLOSIVOS, INCLUYENDO LA COMPOSICION ATV 5000 GENERAN CO₂ (DIOXIDO DE CARBONO), CO (MONOXIDO DE CARBONO) Y VAPORES DE AGUA Y DE AHI QUE EN UNA FORMACION DE AZUFRE PODRIAN PRODUCIRSE SO₂ (DIOXIDO DE AZUFRE) Y/O SULFURO DE HIDROGENO (HYDROGEN SULPHIDE) LOS QUE SON DOS GASES MORTALES Y HUELEN FUERTE COMO A HUEVOS PODRIDOS.

PARA QUE ESTOS GASES EXPLOTARAN PROBABLEMENTE SE NECESITARIA UNA ATMOSFERA DE OXIGENO POSIBLEMENTE NO PRESENTE EN ESAS CIRCUNSTANCIAS DE OPERACION Y DETONACION. DEBEMOS DE RECORDAR QUE ESTAMOS TRABAJANDO A PROFUNDIDADES DE 450 A 500 METROS.

EN LA OPERACION NO TUVIMOS PROBLEMAS. NUESTRO OLOR DESPUES DE TRABAJAR POR VARIAS SEMANAS EN LAS VOLADURAS DE LOS POZOS NO ERA DEL TODO SOPORTABLE. EN EL AVION TODOS BUSCABAN AL OLOROSO.

TREN DE CONTINUIDAD - TREN DE EXPLOSION

REALMENTE LA CONDUCCION DE LA INICIACION DE LAS CARGAS SE HACE POR CONDUCTO DEL PROPIO CORDON DETONANTE ESPECIAL. LAS CARGAS DE POR SI SE DETONARAN UNA A OTRA EN MILISEGUNDOS SI SE TIENE LA CONTINUIDAD DE LA EXPLOSION Y DESDE LUEGO DE LAS MISMAS.

SE DEBE DE EVITAR ESPACIOS QUE INTERRUMPAN LA CONTINUIDAD DE EXPLOSION DEL PETN, CENTRO DEL CORDON DETONANTE. LOS NUDOS MAL LOGRADOS PUEDEN HACER EL CORTE DE LA PROPAGACION Y EVITAR QUE LA EXPLOSION CONTINUE EN LA FORMA DESEADA Y NECESARIA. ESTOS CORDONES DETONANTES ESPECIALES REQUIEREN DE NUDOS ESPECIALES TAMBIEN, AÑADIENDO DOS TRAMOS UTILIZAREMOS EL NUDO CUADRADO, UNIENDO DOS LINEAS UTILIZAREMOS OTRO NUDO Y ASI CADA CASO REQUIERE DE SU NUDO ESPECIAL. EN LA CARGA DE LOS POZOS UTILIZAMOS EL NUDO

CUADRADO Y EN LOS CRUCES UTILIZAMOS NUDOS QUE NO FUERON DEL TODO SATISFATORIOS. AHI QUE SE DECIDIO HACER UN TREN DE CONTINUIDAD. ES DECIR, LAS CARGAS DEBERIAN DE ESTAR UNA SOBRE OTRA. EN FORMA CONTINUA DESDE LA PRIMERA HASTA LA ULTIMA, EVITANDO NUDOS INTERMEDIOS QUE PUDIERAN DESCONTINUAR EFECTIVAMENTE LA ACCION DE ESTE MEDIO DE CONDUCCION DE EXPLOSION INICIADORA: EL CORDON DETONANTE.

EL NUDO PRINCIPAL ESTABA EN NUESTRA GARGANTA, MANEJANDO UNA A UNA LAS CARGAS DE ALTO EXPLOSIVO CON PESO UNITARIO DE 2.7 KILOGRAMOS POR PIEZA.

FUNCION DEL AGUA

ES IMPORTANTE ANOTAR QUE LA FUNCION DEL AGUA EN NUESTRO CASO ERA MUY IMPORTANTE Y ASI EN EL DESARROLLO DE NUESTRO OBJETIVO TUVO TRES PAPELES IMPORTANTES.

HEMOS HABLADO PRIMERAMENTE DE SU AYUDA PARA SOSTENER Y REDUCIR EL EFECTO DEL PESO Y DESCENSO DE LAS CARGAS, FACTOR DE SUMA IMPORTANCIA PARA LOGRAR LOCALIZAR LA CARGA CON LA LENTITUD NECESARIA, CON EL MAXIMO DE SEGURIDAD DEL EXPLOSIVO Y PARA EL CONTROL DEL RITMO DE TRABAJO. PODRIAMOS PLANEAR EL TIEMPO DE TRABAJO DE CARGA PARA CADA UNO DE LOS POZOS O SUS SECCIONES.

EL SEGUNDO PAPEL IMPORTANTE DE LA UTILIZACION DEL AGUA FUE EL QUE CONFINO DEBIDAMENTE EL EXPLOSIVO, EL AGUA NO ES COMPRESIBLE LO QUE PERMITIO QUE LA EXPLOSION DE LAS CARGAS SE TRANSMITIESE EN FORMA DIRECTA A LAS PAREDES DEL BARRENO, A LA ROCA, EL AGUA FUE LA CONDUCTORA DE LA ONDA DE CHOQUE QUE GOLPEO, ROMPIO, FISURO LA ROCA EN PRINCIPIO PARA QUE LOS GASES GENERADOS DENTRO DE LOS MILISEGUNDOS DE LA EXPLOSION CONTINUARAN EL TRABAJO DE EXPANSION, PROPAGACION DE LAS FISURAS Y DEMAS TRABAJO DE EMPUJE Y ROMPIMIENTO, ADEMAS DE LA PROPAGACION DE LAS FISURAS DE POZO A TODA LA POTENCIA DEL EXPLOSIVO. LA GENERACION DE GASES DEBE DE SER RETENIDA O SUJETADA LO MAS POSIBLE PARA QUE ESTOS EFECTUEN SU TRABAJO DEBIDAMENTE. LO ANTERIOR COMO SE HACE EN LOS TAJOS ABIERTOS TAQUEANDO LOS BARRENOS O EN LAS CANTERAS O MINAS O EN TODO TRABAJO EN EL QUE UN BARRENO HA SIDO CARGADO CON EXPLOSIVO. SE TIENE DESDE LUEGO QUE TRATAR DE DETENER LITERALMENTE HABLANDO LA SALIDA DE LA FUERZA DE EXPLOSION. EL EFECTO SERA MUCHO MEJOR EN EL MEDIO LA DECIMOS TACO ENTRE OTRAS PALABRAS, ES UN TAPON DE MATERIAL.

EXISTE EN TODA OPERACION UNA RELACION DE DIAMETRO DEL BARRENO, SEPARACION ENTRE BARRENOS, SEPARACION AL FRENTE, CARGA Y TODO ELLO PARA BUSCAR Y LOGRAR UNA BUENA FRAGMENTACION. PARA DETENER PIEDRAS QUE VUELEN Y CAUSEN PROBLEMAS Y DESDE LUEGO PARA LOGRAR UN BUEN OBJETIVO DE LA

VOLADURA. EN LOS POZOS DE AZUFRE CON EL MISMO PRINCIPIO Y PARA OBTENER EL MEJOR TACO (QUE VIENE A SER EL AGUA) UTILIZAMOS PRECISAMENTE EL PESO DEL AGUA QUE LLENABA EL TUBO QUE VA DESDE LA BOCA DEL BARRENO HASTA LA CARGA Y QUE HA CONFINADO A TODO EL DERRREDOR DE DICHA CARGA.

EL PESO DEL AGUA Y LA NO COMPRESIBILIDAD DE LA MISMA ACTUA COMO UN TACO TRATANDO DE DETENER MOMENTANEAMENTE LA EXPLOSION Y LA LIBERACION DE GASES QUE TRATEN DE SALIR EN LOS MILISEGUNDOS QUE DURA LA EXPLOSION. LOS GASES BUSCAN UNA SALIDA Y TEORICAMENTE SON DETENIDOS POR ESA COLUMNA DE AGUA QUE FINALMENTE ES LANZADA HACIA ARRIBA POR EL TUBO DE CARGA, DEPENDIENDO DE LA CARGA DE EXPLOSIVOS DE LAS CONDICIONES QUE SE ENCONTRARON ALGUNAS VECES EL AGUA FUE LEVANTADA HASTA LOS 100 METROS DE NIVEL O DEL POZO. ESTA VA MEZCLADA CON LODOS, BARITA, MATERIALES RESULTANTES DE LA EXPLOSION SUBTERRANEA Y COMO VEREMOS POSTERIORMENTE CON AZUFRE OXIDADO, AGUA, VAPOR DE AGUA A MUY ALTA TEMPERATURA Y OTROS PRODUCTOS PROCEDENTES DEL SUBSUELO.

PESO DE LA COLUMNA DE AGUA SOBRE LA CARGA EN TUBO DE 20 CMS.
(3,1416 X 10 AL CUADRADO)

100 METROS DE COLUMNA	3.140 KILOS
200	6.280
300	9.420
450 METROS DE COLUMNA	14.300 KILOS, PESO UTILIZADO

PARA CALCULOS DE CONFINAMIENTO DE LA CARGA POR EL PESO ARRIBA.

EL EXPLOSIVO TIENE QUE SOPORTAR ESTA PRESION Y NO DESBARATARSE O EN SU DEFECTO DEJA DE FUNCIONAR. TIENE QUE DETONAR PERFECTAMENTE, DE AHI QUE:

AREA DE 20 CMS. O 314.16 CMS PO = $\frac{\text{FUERZA (KILOS)}}{\text{AREA CM}^2}$

A 100 MTS $\frac{3.140 \text{ KILOS}}{314.16} = 10$ KILOS SOBRE CENTIMETRO CUADRADO

A 450 MTS. $\frac{14,300 \text{ KILOS}}{314.16} = 45.5$ KILOS SOBRE CENTIMETRO CUADRADO

LOS EXPLOSIVOS COMERCIALES NO DETONAN A ESTAS PROFUNDIDADES SU COMPOSICION NO RESISTE ESTA PRESION NO DEJANDOLOS DETONAR CON EFECTIVIDAD Y MUCHO MENOS EFECTUAR TRABAJO ALGUNO.

EL ATV 5000 Y PROXIMAMENTE EL ATV 5005 FUERON DISEÑADOS ESPECIFICAMENTE PARA ESTAS PRESIONES RESULTANTES DE LAS PROFUNDIDADES DE TRABAJO, ADEMÁS ESTABLES Y CON RESISTENCIA AL AGUA POR MÁS DE 72 HORAS. (TIEMPO SUFICIENTE PARA LOGRAR EL OBJETIVO DE LA VOLADURA DE POZOS). LOS ÚLTIMOS POZOS TRABAJADOS FUERON SATISFACTORIAMENTE CARGADOS Y DETONADOS EN UN TURNO DE 12 HORAS.

ANTECEDENTES SOBRE LAS ÁREAS A TRABAJARSE

LA PRESENCIA DE ÁREAS SUMAMENTE COMPACTAS NO PERMITEN LA INYECCIÓN ADECUADA DE AGUA SOBRECALENTADA A FIN DE REALIZAR LA FUSIÓN DEL AZUFRE EN EL SUBSUELO, NO PERMITIENDO LA CIRCULACIÓN DEL AGUA EN EL YACIMIENTO HACIA LOS POZOS DE DESFOGUE DESDE LUEGO NO PERMITIENDO EN LA ZONA CORRESPONDIENTE UN CALENTAMIENTO APROPIADO.

ESTAS ÁREAS COMPACTAS NO PERMITEN LA APLICACIÓN Y RENDIMIENTOS DEL SISTEMA ACOSTUMBRADO Y SE DETERMINA BUSCAR OTRA SOLUCIÓN TÉCNICA AL PROBLEMA.

ENTRE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE FISURACIÓN DE POZOS SE TIENEN:

- A. INYECCIÓN DE ÁCIDOS.
- B. PROPOSICIÓN A.S.ALDANA DE FRACTURACIÓN DE LOS ESTRATOS POR MEDIOS EXPLOSIVOS.
- C. OTROS.

EL PRIMER SISTEMA NO RESULTA APLICABLE EN PRINCIPIO, POR LA FALTA DE PERMEABILIDAD DE LAS FORMACIONES DADO QUE ESTE MÉTODO SE BASA EN LA PROPIEDAD DE LA CALIZA DE SER ATACADA POR LOS ÁCIDOS Y PARA RESULTAR EFICIENTE SE REQUIERE DE ALGUNA POROSIDAD O FRACTURACIÓN ORIGINAL EN LA ROCA PODRÍA UTILIZARSE DE SER NECESARIO PARA UNA ESTIMULACIÓN PARA UNA SEGUNDA ETAPA EN SU CASO.

LA FRACTURACIÓN PROVOCADA POR LA DETONACIÓN DE CARGAS EXPLOSIVAS EN EL INTERIOR Y PARTE BAJA DE LOS POZOS, RESULTA SER UNA SOLUCIÓN PRÁCTICA Y DE RESULTADOS INMEDIATOS.

NOTA ADICIONAL

DEBEMOS DE TOMAR EN CONSIDERACION QUE PARA EL USO, MANEJO, TRANSPORTACION, COMPRA VENTA Y DEMAS DE LOS EXPLOSIVOS EXISTE UNA LEGISLACION FEDERAL Y SE TIENE BAJO ESTRUCTOS CONTROLES A TRAVES DE LA SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL. ESTE EXPLOSIVO LO TUVIMOS QUE DISEÑAR Y ORDENAR SU ELABORACION. ESTA REQUIRIO DE PERMISO DE IMPORTACION DADO LOS INGREDIENTES ESPECIALES QUE SE UTILIZAN. LOS RESULTADOS FUERON OPTIMOS. NUESTRAS AUTORIDADES DIERON SU VISTO BUENO AL PROYECTO OTORGANDO LOS PERMISOS CORRESPONDIENTES.

PARA LOS EXPLOSIVOS A USARSE DESDE LUEGO SE LE DIO PREFERENCIA A TODOS LOS MATERIALES DISPONIBLES EN EL MERCADO LOCAL. SE TOMARON EN CUENTA LOS CARBONITRATOS, LAS POLVORAS, LOS MATERIALES PRODUCIDOS EN MEXICO, HIDROGELS, SLURRIES O LA EMULSION DE EXPLOSIVOS MEXICANOS EN CUATRO CIENEGAS, COAH. NO ERA POSIBLE UTILIZAR ESOS MATERIALES DE AHI QUE SE DETERMINO ADQUIRIR ESTE MATERIAL DISEÑADO ESPECIALMENTE PARA ESTA OBRA, DE ALTO PODER, RESISTENTE AL AGUA Y CAPAZ DE CONSERVAR SUS PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS A 450/500 METROS DE PROFUNDIDAD, CON LA EVENTUALIDAD DE RESISTIR LAS TEMPERATURAS NORMALES DEL YACIMIENTO AZUFRERO.

AGUA INYECTADA (1000)

ENERO 1986	51,960	FEBRERO -	40,662	MARZO -	44,684
------------	--------	-----------	--------	---------	--------

AGUA CONSUMIDA POR TONELADA (GALONES)

5,226	5,460	4,702
-------	-------	-------

(EXISTE UNA RELACION ENTRE EL AGUA INYECTADA Y RENDIMIENTO DE AZUFRE).

A OTRO TEMA

PARA SU INFORMACION LA LIBERACION DE ENERGIA DESPUES DE LA DETONACION TOMA PARA UN EXPLOSIVO DE 26000 PIES SEGUNDO NO MAS DE 1.5 MILISEGUNDO.

LA ROCA SIEMPRE ES MENOS RESISTENTE A LA TENSION QUE A LA COMPRESION.

LAS ROCAS SON ESENCIALMENTE MATERIALES DE CONSTRUCCION EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA.

LOS MINERALES SON LAS COMPOSICIONES QUE FORMAN LA ROCA, LA MAYORIA COMPUESTOS DE DOS O TRES MINERALES.

EL AZUFRE

EL AZUFRE ES UN ELEMENTO QUIMICO. SU SIMBOLO QUIMICO ES "S" UNO DE LOS ELEMENTOS MAS VIEJOS CONOCIDOS.

USO

UNO DE LOS ELEMENTOS MAS USADOS EN LA INDUSTRIA, CERCA DEL 86% DE LA PRODUCCION ES DESTINADO A ACIDO SULFURICO, APROXIMADAMENTE EL 47% EN LA FORMA DE ACIDO ES UTILIZADA PARA LA PRODUCCION DE FERTILIZANTES, UTILIZANDO TAMBIEN LA ROCA FOSFORICA QUE SE EXTRAE EN BAJA CALIFORNIA Y OTROS LUGARES. UNO DE LOS CONSUMOS ESPECIALES DE ESTE AZUFRE ES PRECISAMENTE EN LA GRAN PRODUCCION DE FERTILIZANTES. EL ACIDO SULFURICO TAMBIEN ES USADO EN LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA DEL ACERO Y DEL PETROLEO. LA OBTENCION DE METALES DE LOS MINERALES, EN LA PRODUCCION DEL HULE, PINTURAS, FIBRAS SINTETICAS, TINTES, CATALIZADORES, DETERGENTES, RESINAS SINTETICAS Y MUCHOS PRODUCTOS QUIMICOS ORGANICOS Y NO ORGANICOS. LA PREPARACION DE OTRAS COMPOSICIONES QUIMICAS CON EL AZUFRE SE UTILIZAN EN LA PREPARACION DE LICORES AL SULFITO PARA LA ELABORACION DE PULPA DE PAPEL (ATENQUIQUE), EN LA PREPARACION DE RAYON, CELOFANE, AGENTES BLANQUEADORES, INSECTICIDAS, FUNGICIDAS, EN ADITIVOS PARA MEJORAR LOS RENDIMIENTOS AGRICOLAS.

PROPIEDADES DEL AZUFRE.

NUMERO ATOMICO DEL AZUFRE 16
PESO ATOMICO DEL AZUFRE 32.064

GEOLOGIA DEL AREA.

AREA COACHAPA, VERACRUZ, MEXICO

LA PARTE DEL YACIMIENTO CORRESPONDIENTE AL AREA DE TRABAJO SE CARACTERIZA COMO YA SE HA INFORMADO POR CARECER DE CONDICIONES FAVORABLES DE PERMEABILIZACION. ESTO ES, LA CALIZA ASOCIADA AL AZUFRE ES DE MUY BAJA O NULA POROSIDAD Y NO EXISTEN FRACTURAS NATURALES. POR MEDIO DE LAS PERFORACIONES EFECTUADAS SE DETERMINO LA EXISTENCIA DE INTERRELACIONES DE YESO Y/O ANHIDRITA Y EN ALGUNOS POZOS DE LUTITAS, QUE NO SIGUEN UN PATRON REGULAR, DEFINIENDOSE UN SISTEMA DE BLOQUES QUE HACEN MAS COMPLEJAS LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES Y MORFOLOGICAS DEL YACIMIENTO: CONSECUENTEMENTE, NO HA RESULTADO POSIBLE ESTABLECER UN ADECUADO SISTEMA DE INYECCION-DESFOGUE, QUE PERMITA LA FUSION ADECUADA DEL AZUFRE Y SU EXTRACCION EFICIENTE (APSA).

FORMA DEL AZUFRE

LA FORMA MAS COMUN ES LA COLOREADA (AMBAR). CUANDO EL AZUFRE ES DERRETIDO TOMA UN COLOR PAJA, CUANDO LA TEMPERATURA VA AUMENTANDO EL COLOR DEL AZUFRE ES MAS OSCURO Y SU VISCOSIDAD SE AUMENTA HASTA QUE A 187 GRADOS CENTIGRADOS YA NO PUEDE SER VERTIDO.

FORMA DE EXTRACCION

MAS DE 40 DOMOS HAN SIDO ENCONTRADOS EN EL ITSMO DE TEHUANTEPEC SOBRE EL GOLFO DE MEXICO Y MAS DE 400 DOMOS DE SAL HAN SIDO TAMBIEN DETECTADOS EN EL AREA. MUCHOS DE ESTOS DOMOS NO SON DE IMPORTANCIA COMERCIAL DADO SU TAMAÑO. APSA ESTA TRABAJANDO AHORA 4 O 5 FRENTES MUY IMPORTANTES. ENTRE ELLOS COACHAPA, VERACRUZ (LUGAR DEL USO DE EXPLOSIVOS ATV 5000), AHI SE REALIZARON LAS PRIMERAS VOLADURAS EN 11 POZOS AZUFREROS.

PRODUCCION DE MEXICO

EN EL AÑO DE 1940 MEXICO PRODUCIA PEQUEÑAS CANTIDADES DE AZUFRE HABIENDOSE INICIADO LA PRODUCCION POR LA REFINACION DE GASES EN LAS REFINERIAS. ACTUALMENTE MEXICO OCUPA UN LUGAR MUNDIAL MUY IMPORTANTE AL HACER LA EXTRACCION DEL AZUFRE POR EL PROCESO FRASCH, PARA 1954 MEXICO USABA EL PROCESO ANTERIOR BRINCANDO A MAS DE 100,000 TONELADAS AÑO. EN 1955 ESTABA EN SEGUNDO LUGAR CON 500,000 TONELADAS. ACTUALMENTE ESTAMOS EN MEXICO SOBRE 1,400,000 A 1,800,000 TONELADAS Y VAMOS ADELANTE. EL PROCESO CON EXPLOSIVOS INDUDABLEMENTE HA ABIERTO NUEVOS HORIZONTES Y SE PODRAN TRABAJAR AREAS IMPRODUCTIVAS LOCALIZADAS DENTRO DE LAS AREAS PRODUCTIVAS.

PROCESO ATV 5000

CONSIDERAMOS QUE CON LA AYUDA DE EXPLOSIVOS, SE PODRAN TRABAJAR POZOS IMPRODUCTIVOS, AYUDAR A LOS QUE ESTEN EN PRODUCCION Y A PREPARAR LOS POZOS NUEVOS QUE SE PERFOREN CON LA FINALIDAD DE ANTICIPAR LA FISURACION DE LOS ESTRATOS EN LOS QUE FUERON LOCALIZADOS.

OTROS PAISES PRODUCTORES DE AZUFRE.

ALEMANIA, NORUEGA, PORTUGAL, ESPAÑA, CANADA, FRANCIA, ITALIA, ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA.

PROCESO FRASCH

LOS DEPOSITOS DE AZUFRE SON TRABAJADOS POR EL PROCESO FRASCH QUE FUE INVENTADO Y DESARROLLADO POR EL QUIMICO INVENTOR, HERNAN FRASCH EN 1891. EN ESTE PROCESO EL AGUA ES CALENTADA A NO MENOS DE 163 GRADOS CENTIGRADOS (325 FAHRENHET) Y FORZADO A LOS POZOS A LA FORMACION POROSA DE LAS FORMACIONES DE AZUFRE PARA LICUAR ESTE MINERAL (AZUFRE),

DESPUES DE QUE BASTANTE DE ESTE AZUFRE LICUADO SE ACUMULA EN EL POZO ESTE ES BOMBEADO A LA SUPERFICIE UTILIZANDO LA PRESION DE AIRE QUE SE LE INYECTA POR EL SISTEMA DE TUBOS DE OPERACION. EL LIQUIDO ES ALMACENADO EN GRANDES TANQUES CALENTADOS PARA SER EMBARCADOS COMO AZUFRE LIQUIDO O ES SOLIDIFICADO EN GRANDES ALMACENAMIENTO.

EL AZUFRE PRODUCIDO CON GRAN PUREZA POR EL SISTEMA ANTERIOR ES ACEPTADO ALTAMENTE POR SU GRADO DE PUREZA.

EL GRADO MAS OSCURO DIFIERE UNICAMENTE POR LA PRESENCIA DE PEQUEÑOS PORCENTAJES DE HIDROCARBUROS CON APROXIMADAMENTE 5% DE ELLOS.

CASI TODO EL PRODUCTO AZUFRE PRODUCIDO POR EL SISTEMA FRASCH ES OBTENIDO DE LOS DOMOS EN EL GOLFO DE MEXICO (MEXICO Y US).

SE CUENTA TAMBIEN CON DEPOSITOS FUERA DE TIERRA QUE SE HAN TRABAJADO DESDE 1960, CONSIDERANDO QUE EXISTEN EN EL AREA ANTES MENCIONADA HASTA 220 MILLONES DE TONELADAS METRICAS (ASPA).

GENERAL

USTEDES PODRAN INDUDABLEMENTE Y ESPERO QUE ASI LO HAGAN DOCUMENTARSE AMPLIAMENTE SOBRE LO QUE ES EL AZUFRE, LOS METODOS DE EXTRACCION Y MAS QUE NADA VER LA PARTE IMPORTANTE EN QUE MEXICO HACE USO DE ESTA MATERIA PRIMA. ASI TAMBIEN HE QUERIDO EXPONER A USTEDES UNA BREVE EXPOSICION DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA QUE SE INICIA EN MEXICO Y QUE ESPERO SEA DE UTILIDAD EN OTRAS AREAS DEL UNIVERSO, SISTEMA DE EXTRACCION AYUDADO POR LA FISURACION DE LOS ESTRATOS A BASE DE LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, SISTEMA QUE PRUEBA SER EFICIENTE CON RESULTADOS INMEDIATOS POSITIVOS Y QUE DESDE LUEGO TRATAREMOS DE PERFECCIONAR PARA LOGRAR MEJORES METAS, BAJO MEJORES E INTERESANTES RETOS.

ES AQUI EN DONDE NOSOTROS, EN MEXICO, DEBEREMOS DE TRABAJAR SIEMPRE EN EQUIPO, PROCURAR EXTENDER NUESTROS CONOCIMIENTOS E INVESTIGACION, TRABAJAR DESDE ESTUDIANTE O PROFESIONISTA O EN CUALQUIER OTRA ACTIVIDAD EN LA QUE ESTAMOS, EN LA SUPERACION DE LO QUE NOS RODEA Y DESDE LUEGO DE NOSOTROS MISMOS. ES IMPERATIVO QUE CADA UNO DE NOSOTROS CON TODO OPTIMISMO TRABAJE ENTUSIASTAMENTE HACIA EL FUTURO, ESE FUTURO QUE ESTA EN NUESTRAS MANOS Y NUESTRO MEXICO NOS OFRECE.

EL CAMPO DE LOS EXPLOSIVOS ES UN CAMPO MUY INTERESANTE, PALPITANTE, PELIGROSO SI NO SE LLEVA CON SEGURIDAD. ES UN CAMPO ESPECIAL, PERO CAMPOS ESPECIALES LOS HAY MUCHOS, CADA ESPECIALIDAD REQUIERE DE UNA MENTE CON DEDICACION, TENAZ, QUE MEJORAR PRECISAMENTE ESA ESPECIALIDAD, QUE SE APOYE EN SUS

PROFESORES, EN SUS COMPAÑEROS, EN LOS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS DE ESOS HOMBRES QUE HAN TRABAJADO POR AÑOS PARA PERFECCIONAR LO QUE SE TIENE PARA DESARROLLAR NUEVAS IDEAS CON RESULTADOS POSITIVOS.

EL HOMBRE

HARE UN INTERMEDIO SOBRE NUESTRO TEMA PRINCIPAL DE LA FISURACION DE ESTRATOS DE CALIZA AZUFRE POR EL METODO DE EXPLOSIVOS PARA HACER UNOS COMENTARIOS SOBRE LO QUE EL HOMBRE HACE EN ESTE CAMPO TAN INTERESANTE Y ESPECIAL DE LOS EXPLOSIVOS.

NO IMPORTA QUE SE LLAME JUAN, LUIS O FRANCISCO O CARLOS O PETRONILO, ESTOS HOMBRES QUE SE DEDICAN A LOS EXPLOSIVOS DEBEN DE TENER MUY ESPECIALMENTE ANHELO DE VIVIR Y DE SUPERARSE CUANDO ELLO ES POSIBLE, SON TODOS ELLOS LOS QUE FORMAN PARTE DE LAS OPERACIONES DIARIAS QUE SE DESARROLLAN EN EL MUNDO. MEXICO CONSUME SOBRE 74,000 TONELADAS DE EXPLOSIVO POR AÑO Y TODOS ESTOS HOMBRES ESTAN EN EL FUTURO DE MEXICO, TRABAJANDO UNA ESPECIALIDAD DE POR SI MUY INTERESANTE.

TODOS SENTIMOS MIEDO CUANDO ESTAMOS MANEJANDO ESE CARTUCHO DE EXPLOSIVO O MEDIO CARTUCHO. SI SENTIMOS MIEDO Y DEBEMOS CONTROLAR CON TODA POSITIVIDAD NUESTRO TRABAJO. ES DELICADO Y DEBEMOS DE EVITAR ERRORES. LAS SITUACIONES DIFICILES QUE INDUDABLEMENTE TENDREMOS QUE RESOLVER. LES PLATICABA DE LA PELICULA DE "EL SALARIO DEL MIEDO". ASI ES DIA A DIA PARA ESTE MEDIO EN EL QUE DEBEMOS DE TRABAJAR ESE EXPLOSIVO EN FORMA SEGURA Y CON UN MIEDO CONTROLADO. NO IMPORTA NUESTRO OBJETIVO. HA SIDO ASIGNADO A NOSOTROS Y DEBEMOS DE CUMPLIRLO Y LO CUMPLIMOS Y CUMPLIREMOS, SEGUIMOS EN PIE.

SIN EMBARGO, NO NADA MAS ES CONTROLAR EL MIEDO, ES APLICAR LOS CONOCIMIENTOS QUE A TRAVEZ DE LOS AÑOS SE VAN ACUMULANDO. MISMOS QUE NOS VAN DANDO IDEA DE QUE LAS COSAS DEBEN DE LLEVARSE A EFECTO Y LAS VOLADURAS DEBEN DE SER POSITIVAS, SEGURAS, COMO DEBEMOS DE SER NOSOTROS. ES NUESTRO DESTINO, AFIRMEMOSLO.

LA TEORIA DE LOS EXPLOSIVOS Y SU APLICACION ES EFECTUADA DIA A DIA EN TODOS LOS RINCONES DE MEXICO Y DEL MUNDO. EL HOMBRE ASIGNADO A ELLO ES UN HOMBRON COMUN Y CORRIENTE EL CUAL TIENE UN OBJETIVO Y TIENE QUE DESARROLLARLO. SIN EMBARGO EL TENER EL CONTACTO CON ESTE MATERIAL QUE LLAMAMOS EXPLOSIVO HACE QUE SE RESPETE TODA REGLA DE SEGURIDAD, HACE QUE SE SIENTA EN LAS ENTRAÑAS UN SENTIMIENTO DE RESPETO A ESA MATERIA.

TENEMOS Y DEBEMOS TRABAJAR EN EQUIPO, CADA HOMBRE TRABAJA AL RITMO DE SUS COMPAÑEROS. SE TIENE UNA TAREA QUE REALIZAR, SE DESLIZA PIEZA POR PIEZA, POR NUESTRAS MANOS PASA EL EXPLOSIVO Y EL CORDON DETONANTE QUE DETONARA A 26,000 PIES SEGUNDO. SE VA FORMANDO UN TREN DE EXPLOSIVOS. AL PRINCIPIO UNA CARGA EN LA PUNTA DE ESTE CONJUNTO, FINALMENTE EN MUCHOS CASOS 802 CARGAS HAN PASADO FRENTE A CADA UNO DE NOSOTROS.

TODOS FORMAMOS UN GRUPO Y DEBEMOS DE TRABAJAR DE PRINCIPIO A FIN. NOS COMPLEMENTAMOS UNO A OTRO. LA MEJOR FORMA DE TRABAJAR EN EQUIPO.

CONTINUAMOS NUESTRA CARGA Y LA VEMOS DESCENDER POCO A POCO. VA ABAJANDO EN ESE TUBO DE 20 CENTIMETROS DE DIAMETRO, AHOGADA LA CARGA EN AGUA, GUIADA POR LOS CORDONES DETONANTES Y EL CABLE DE CARGA. NO SABEMOS NI PODEMOS VER HACIA ADENTRO, HACIA ABAJO Y VAMOS TECNICAMENTE CALCULANDO LA CARGA. CADA VEZ MAS PESADA VA YA BAJANDO LENTAMENTE, DESLIZANDOSE PRIMERAMENTE DENTRO DE UN TUBO DE POLIETILENO Y MAS ABAJO YA FUERA DEL TUBO DENTRO DE LAS PAREDES DEL BARRENO QUE FORMAN LA PARTE DE CALIZA-AZUFRE PARA TRABAJARSE. LA TENSION ES FUERTE, EL LATIR DEL CORAZON SE ACELERA, LA TECNICA DEBE DE TRABAJAR Y BAJAN 100 KILOS, 20, 300, 1000 O 1200 KILOS.

NUESTRO CORAZON Y NOSOTROS SENTIMOS LA PRESION DEL TRABAJO. NUESTRO RITMO VA VARIANDO. HAY POSITIVIDAD, SE TIENE MIEDO CONTROLADO Y SEGURIDAD EN LO QUE SE HACE. CONFIANZA EN EL COMPAÑERO CON EL QUE NOS ASISTIMOS, SENTIMOS ESE MIEDO NATURAL DEL HOMBRE Y DEL MUY HOMBRE TAMBIEN. SOMOS UN EQUIPO, ESTAMOS TODOS PARA LOGRAR UN OBJETIVO Y SENTIREMOS SATISFACCION AL HABERLO LOGRADO BAJO LA DIRECCION Y ASESORIA DEL EXPERTO.

Y BIEN, LA CARGA ESTA AL FONDO Y PRONTO DEBEREMOS DE EFECTUAR LA VOLADURA. DURANTE TODOS ESTOS MOMENTOS PRESIONADOS POR EL OBJETIVO, HEMOS TENIDO NUESTRA IMAGINACION TRABAJANDO INTENSAMENTE, NUESTRA TAREA PARA LA VOLADURA ESTA CASI TERMINADA Y LOGRADA SEGUN PROGRAMA. ES NECESARIO QUE TODO SALGA BIEN Y A TIEMPO PARA NO PERMITIRNOS SITUACIONES DESCONOCIDAS, INESPERADAS, LA SATISFACCION NOS PERMITIA RETIRAR A TODO EL PERSONAL Y EQUIPO UTILIZADO. QUEDAMOS EL PERSONAL EXTRICTAMENTE INDISPENSABLE. MAS AUN CONTINUABA LA NECESIDAD DE PRENDER LA MECHA Y ESPERAR LA DETONACION. CUATRO MINUTOS Y UN CUARTO LE DIMOS A LA MECHA PARA DESPEJAR Y LOGRAR LAS CONEXIONES PERFECTAS PARA LA DETONACION. NOS ASEGURAMOS EN CADA CASO DE HABER DESPEJADO PERFECTAMENTE EL AREA DE TRABAJO Y VECINA.

LOS MINUTOS DE ESPERA. LA MECHA DE SEGURIDAD RECORRERA EL TIEMPO PREESTABLECIDO. SE VUELVE UNA ETERNIDAD PROGRAMADA. LA MECHA INICIA EN EL MOMENTO PRECISO LOS CORDONES DETONANTES QUE A 26,000 PIES SEGUNDO LLEVAN LA INICIACION A LA CARGA HUNDIDA A 500 METROS ABAJO. UNA PEQUEÑA VIBRACION NOS INDICA QUE EL EXPLOSIVO DETONO PERFECTAMENTE. MILISEGUNDOS DE POR MEDIO. LA GENERACION DE GASES MOTIVA LA SALIDA DEL AGUA Y LOS MATERIALES DEL BARRENO. ASCIENDE EL CHORRO COMO UNA COLUMNA DE UN POZO PETROLERO. ESTA ES LA ZONA AZUFRERA DE MEXICO. UN ORGULLO VER ESA COLUMNA EXPULSADA HACIA ARRIBA: 50, 75, 100 METROS Y MAS INTERESANTE EL SABER QUE DIAS DESPUES LA INYECCION DE AGUA

AUMENTA EN LA ZONA. EL FLUJO DE AZUFRE AUMENTA Y LOS RENDIMIENTOS DE EXTRACCION TAMBIEN AUMENTAN NOTABLEMENTE. SE HABIA LOGRADO EL OBJETIVO FISURANDO LOS ESTRATOS CALIZA-AZUFRE.

ESTOS HOMBRES DE TENACIDAD PARA DESARROLLAR UN TRABAJO, RUDOS, PERO A LA VEZ RESPALDADOS Y CONFIADOS EN SU CAPACIDAD Y SU EXPERIENCIA, LOGRABAN UN OBJETIVO QUE ERA UN RETO, UN RETO A LOGRARSE POR PRIMERA VEZ EN LA HISTORIA, Y ASI RESULTABAN LOS POZOS SIGUIENTES. SE TRABAJABA INTENSAMENTE PARA LOGRAR LA FISURACION DE LOS ESTRATOS DE POZO A POZO. SE CARGABA CON TODA SEGURIDAD Y SE RESOLVIAN SOBRE LA MARCHA LOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTABAN.

LOS DETALLES DE LA PELICULA DE "EL SALARIO DEL MIEDO" HABIAN SIDO REBASADOS AL HACER FISICAMENTE UN TRABAJO QUE BRINDABA RETOS INTERESANTES Y PROBADOS POR PRIMERA VEZ EN AL HISTORIA Y ESTA VEZ NO EN LA SALA DEL CINE, SINO EN NUESTRO MEXICO.

EN UNO DE LOS POZOS A MEDIA CARGA PUDIMOS OBSERVAR COMO EL CABLE DE CARGA SE DESMENUZABA EN NUESTROS OJOS. EL CABLE NO RESISTIA EL PESO DE LA CARGA Y EN SEGUNDOS SE TROZO. ERA IMPOSIBLE SOSTENER LA CARGA, IMPOSIBLE SUBIRLA O DETENERLA EN SU DESCENSO. HABIA QUE REACCIONAR A LA VELOCIDAD EXPLOSIVA DE NUESTRO MEDIO Y DE TRATAR DE ENCONTRAR UNA SOLUCION QUE NOS PERMITIERA NO PERDER EL POZO Y A LA VEZ NO DEJAR CAER LA CARGA. ES AHI EN DONDE CON UNA REACCION INMEDIATA Y CON LA COLABORACION DE LOS HOMBRES DISPONIBLES SE HACIA UN ESFUERZO PARA DETENERLA SUJETANDO LOS CORDONES DETONANTES. LA FUERZA NO ERA SUFICIENTE. SE FUE LA CARGA RAPIDAMENTE Y LA PERDIMOS DE VISTA DE INMEDIATO. SE ARMO UNA SEGUNDA CARGA QUE BAJARIA SIGUIENDO A LA PERDIDA Y TRATANDO DE ALCANZARLA PARA LOGRAR LA CONTINUIDAD DE LA FUTURA EXPLOSION.

Y EL MIEDO? NO ANDA EN BURRO. MUCHOS DE LOS COMPAÑEROS, AL DARSE CUENTA DEL ROMPIMIENTO DEL CABLE DE SOPORTE DE LA CARGA SALTARON A GRANDES BRINCOS. CORRIERON SOBRE EL LODO, SOBRE AGUA QUE TENIAMOS POR TODOS LADOS. A OTROS NOS TOCABA QUEDARNOS HASTA EL FINAL. EL POZO SE SALVO. SE DETONO LA SEGUNDA CARGA AUXILIANDO A LA PRIMERA Y LOGRANDO NUESTRO OBJETIVO. LA PROPAGACION FUE COMPLETA. COMO RESULTADO DE ESE TRABAJO SE TUVO LA MEJOR SATISFACCION POSIBLE. AL DETONAR EN FORMA ACOSTUMBRADA SALIO LA GRAN COLUMNA DE AGUA Y LODOS Y SE TERMINO LA SALIDA DE LOS GASES. EL POZO MOSTRO HABER DETONADO EN LA FORMA NORMAL ESPERADA Y LOS RESULTADOS FUERON DEMOSTRADOS A LOS DIAS SIGUIENTES.

MINUTOS DESPUES, UNA OBSERVACION PERSONAL SOBRE LA BOCA DEL POZO INDICABA QUE EL POZO CONTINUARIA EXPULSANDO MATERIAL. EL NIVEL DENTRO DEL POZO SUBIA RAPIDAMENTE Y DE INMEDIATO SE RE-INICIO LA SALIDA DE LODOS DANDO LA VOZ DE ALARMA PARA QUE SE DIERA LA ORDEN URGENTE DE TAPONARLO O

CERRARLO YA QUE EL POZO AMENAZABA CON REVENTARSE. PALABRA QUE INDICA QUE LA PRESION DE ABAJO REVENTARIA EL POZO MANDANDO EL MATERIAL COMO EN UN POZO PETROLERO.

DE INMEDIATO SE TRATO DE INSTALAR LA VALVULA ESPECIAL PARA ESTOS CASOS PARA TAPAR EL POZO. VARIOS HOMBRES TRATARON DE CERRARLO. TRABAJARON DURANTE VARIOS MINUTOS. HICIERON MUCHOS INTENTOS PARA COLOCAR LA VALVULA PERO LA PRESION HACIA AFUERA NO LES PERMITIA OPERAR LIBREMENTE. LODO POR TODOS LADOS A TODA PRESION. SE HIZO TODO LO HUMANAMENTE POSIBLE POR CERRARLO SIN EMBARGO....

LA TEMPERATURA SUBIA RAPIDAMENTE Y SEGUNDOS DESPUES ESTABA BROTANDO VAPOR, AGUA CALIENTE, AZUFRE OXIDADO. AZUFRE, UN INDICATIVO DETERMINANTE QUE SE HABIA LOGRADO LA FISURACION DE LOS ESTRATOS CALIZA-AZUFRE Y QUE SE HABIA LOGRADO LA COMUNICACION ENTRE POZOS. UN SISTEMA DIFICIL.

EL EXISTO DE LA MISION Y AHORA SI NO DE "EL SALARIO DEL MIEDO", SE HABIA LOGRADO PARA MEXICO. EL SISTEMA PROPUESTO HABIA DEMOSTRADO EN OTRA FORMA QUE SE HABIA LOGRADO EL OBJETIVO Y RETO DE LA FISURACION DE LOS ESTRATOS CALIZA-AZUFRE PARA LOGRAR LA ESTIMULACION DE LOS POZOS DEL AREA.

MESES ATRAS SE HABIA ASESORADO AL RESPECTO Y LA EXPECTACION ERA DESDE LUEGO MUY DIFICIL DE COMPENDER, PODRIAMOS ROMPER LOS ESTRATOS CALIZA-AZUFRE A MENOS 450 METROS O MENOS 500 METROS, CARGANDO POR UN TUBO? PODRIAMOS DISEÑAR UN SISTEMA PARA LOGRAR POR PRIMERA VEZ EN EL MUNDO ALTO TAN DIFICIL COMO INESPERADO?

EL MIEDO MOMENTANEO SE TORNA SATISFACCION DE LOGRAR UN OBJETIVO Y ES AHI EN DONDE EL HOMBRE DEBE DE PENSAR POSITIVAMENTE, MEXICO OFRECE MUCHAS OPORTUNIDADES EN TODOS LOS RAMOS DE LA INGENIERIA, EN CASOS A TODO HOMBRE QUE SE QUIERE ESPECIALIZAR, QUE NO QUIERE QUEDARSE ATRAS. EL MIEDO ES UN HECHO NATURAL CUANDO LAS CIRCUNSTANCIAS SE PRESENTAN. EL MIEDO ES DE LOS HOMBRES TAMBIEN. ES A NOSOTROS A LOS QUE NOS TOCA CONTROLAR ESE MIEDO, HACERLO PRODUCTIVO, NO NEGATIVO. NO ES NADA FUERA DE LO COMUN EL SENTIR MIEDO. SEAMOS POSITIVOS HACIA LO DIFICIL, HACIA UN FUTURO PROMISORIO QUE LA EPOCA NOS OFRECE.

SE MUEVEN MONTAÑAS ENTERAS CON VOLUMENES DE 3 O 4 MILLONES DE METROS CUBICOS DE ROCA. DE UN SOLO TRANCAZO CON EXPLOSIVOS. SE TRABAJA BAJO TIERRA A NIVELES PROFUNDOS HACIENDO VOLADURAS PARA LA EXTRACCION DE PIEDRA Y MINERALES. SE TRABAJA BAJO EL NIVEL DEL MAR PARA VOLADURAS ESPECIALES. LOS EXPLOSIVOS FORMAN PARTE MUY IMPORTANTE INICIAL EN TODOS ESTOS VOLUMENES EN JUEGO. SE NECESITA POSITIVIDAD, EXPERIENCIA, CONOCIMIENTOS, ESTUDIOS, CONTINUIDAD.

EL MUNDO DE LOS EXPLOSIVOS ES ALGO MUY ESPECIAL Y ES MUY INTERESANTE VIVIRLO, ENSEÑARLO COMPARTIRLO Y TEMERLE CONTROLADAMENTE. TODOS ESTAMOS INVITADOS A VIVIRLO, ES UNA EXPERIENCIA ADICIONAL EN NUESTRA VIDA.

LO ANTERIOR EXPUESTO NACIO DE UN OBJETIVO Y A LA VEZ UN RETO PARA MEJORAR O AMPLIAR UN SISTEMA, NACIO DE UN INTERES PROFESIONAL HACIA AMPLIAR LAS EXPERIENCIAS EN EL CAMPO DE LOS EXPLOSIVOS Y SOBRE LA TEORIA DE LA VOLADURA DE ROCAS Y LA APLICACION DE ESTOS EXPLOSIVOS EN CAMPOS ESPECIALES.

SE LOGRO LA FISURACION DE LOS ESTRATOS CALIZA-AZUFRE PARA LA ESTIMULACION DE LOS POZOS DE AZUFRE. ESTAS EXPERIENCIAS ESTAN DISPONIBLES Y PROCURAREMOS DIFUNDIR SUS PRINCIPIOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS MISMAS.

DEMOLICION EDIFICIO UBICADO EN MONTERREY# 156. ESQ. ZACATECAS

ACTIVIDAD	D					I			A					S	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SEPTIMO PISO	X	X													
DEMOL. MUROS INT.	X														
DEMOL. MUROS EXT.	X	X													
DEMOL. ELEVADORES	X	X													
BARRENACION COLUMN.		X													
PROT. COLUMNAS															
QUINTO PISO															
DEMOL. MUROS INT.			X												
DEMOL. MUROS EXT.		X	X												
DEMOL. CUBO ELEV.			X												
BARRENACION COLUMN.		X	X												
PROT. COLUMNAS			X	X											
TERCER PISO															
DEMOL. MUROS INT.				X	X										
DEMOL. MUROS EXT.				X											
DEMOL. CUBO ELEV.				X	X										
BARRENACION COLUMN.				X	X										
PROT. COLUMNAS					X										
PRIMER PISO															
DEMOL. MUROS INT.						X									
DEMOL. MUROS EXT.					X	X									
DEMOL. CUBO ELEV.						X									
BARRENACION COLUMN.					X	X									
PROT. COLUMNAS						X	X								
PLANTA BAJA															
DEMOL. MUROS INT.							X	X							
DEMOL. MUROS EXT.							X	X							
DEMOL. CUBO ELEV.							X	X							
BARRENACION COLUMN.							X	X							
PROT. COLUMNAS							X	X							
PROT. PERIMETRAL									X						
SOTANO															
ELIMINACION DE AGUA	X	X													
DEMOL. MUROS INT.								X	X						
DEMOL. CUBO ELEV.									X	X					
BARRENACION COLUMN.								X	X						
PROT. COLUMNAS										X					
CARGA DE EXPLOSIVOS											X				
CONEXIONES											X	X			
CHEQUEO CONEXIONES												X			
CHEQ. PREV. A DEMOL.														X	

PREPARACION DEL EDIFICIO

SOTANO

SE ELIMINARON TODOS LOS MUROS INTERIORES DE CONCRETO, SE DEMOLIERON ALGUNAS LOSAS DEL SOTANO PARA UNIR LAS CELDAS DE CIMENTACION Y FACILITAR LA EXTRACCION DE AGUA. SE RANURARON LAS RAMPAS, SE BARRENARON 3 COLUMNAS DE LAS RAMPAS CON 2, 3, Y 4 BARRENOS RESPECTIVAMENTE Y 4 BARRENOS EN COLUMNAS INTERIORES AL 75% EN LONGITUD MAYOR Y SE ELIMINARON LOS CUBOS DE ELEVADORES Y MUROS DE ESCALERA.

PLANTA BAJA

SE ELIMINARON MUROS EXTERIORES DE CONCRETO Y TABIQUE, MUROS INTERIORES, CUBO DE ELEVADOR Y SE CORTARON GUIAS, 4 BARRENOS POR COLUMNA (INTERIORES Y EXTERIORES) AL 75% Y RANURACION DE ESCALERA.

1er. PISO

SE ELIMINARON MUROS EXTERIORES DE CONCRETO Y TABIQUE, MUROS INTERIORES, RANURACION DE ESCALERA, 3 BARRENOS POR COLUMNA AL 75% (INTERIORES Y EXTERIORES).

3ro., 5o. y 7o. PISO

SE ELIMINARON MUROS EXTERIORES DE CONCRETO Y TABIQUE, MUROS INTERIORES, CUBO DE ELEVADORES Y ESCALERA, RANURACION DE ESCALERA, 2 BARRENOS POR COLUMNA (INTERIORES Y EXTERIORES) AL 75%.

PROTECCION

TODAS LAS COLUMNAS SE FERRARON CON MALLA UNA VUELTA, LAMINA PINTRO UNA VUELTA Y DOS VUELTAS CON MALLA.

EN PLANTA BAJA SE COLOCO MALLA Y TRIPLAY EN EL PERIMETRO, SIN DEJAR NINGUNA RANURA.

PARA LA PROTECCION DE LAS INSTALACIONES SUBTERRANEAS, SE HIZO UN COLCHON DE ARENA ROJA Y MATERIAL DE LAS CONSTRUCCIONES VECINAS.

CONSIDERACIONES

SE ELIMINARON TOTALMENTE LOS MUROS DE CONCRETO EN LOS PISOS DONDE SE BARRENO.

2o., 4o., y 6o. PISO

SE COSTUREO EN U EL MURO DE CONCRETO DE LA FACHADA ORIENTE EN EL EJE 1 ENTRE D Y E A 1.5 M. DE ALTURA.

4o. y 6o. PISO

SE COLOCARON 2 ESTROBOS POR PISO DE LA COLUMNA A3 A LA COLUMNA B2 Y DE LA A4 A LA COLUMNA B3.

PROYECTO DE BARRENACION

<u>E D I F I C I O</u>	<u>No. DE BARRENOS</u>
MONTERREY Y ZACATECAS	
SOTANO	
9 COLUMNAS x 4 PERFORACIONES	36
PLANTA BAJA	
26 COLUMNAS x 4 PERFORACIONES	104
RAMPA	
3 COLUMNAS 4, 3, 2 PERFORACIONES	9
1er. PISO	
26 COLUMNAS x 3 PERFORACIONES	78
3er. NIVEL	
24 COLUMNAS x 2 PERFORACIONES	48
5to. NIVEL	
24 COLUMNAS x 2 PERFORACIONES	48
7o. NIVEL	
24 COLUMNAS x 2 PERFORACIONES	48

S U M A

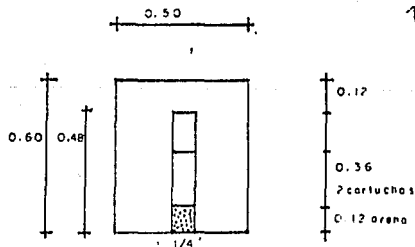
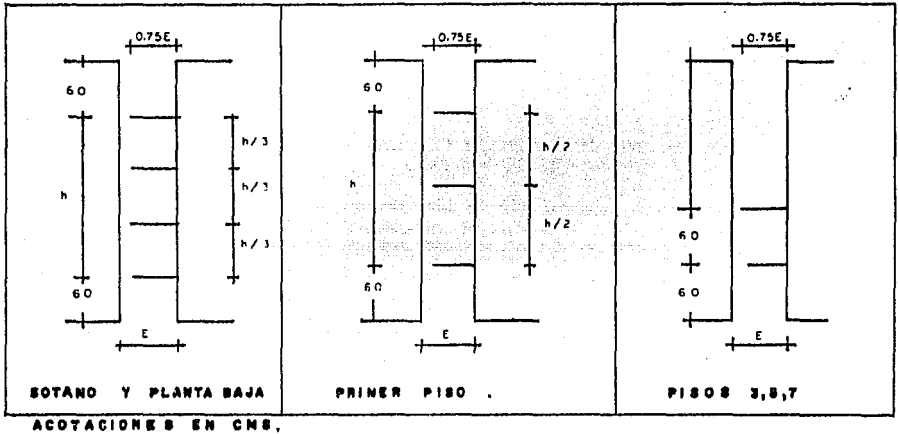
371

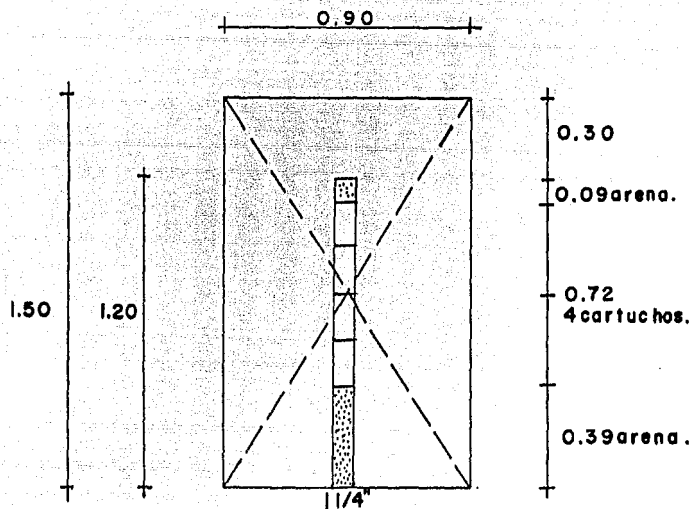
CANTIDADES REQUERIDAS DE EXPLOSIVO

CONSIDERANDO COLUMNAS DE 0.60 x 0.50 MTS. Y QUE SE BARRENARA EL 75% DE LA LONGITUD MAYOR EN UN DIAMETRO DE 1 1/4", EN DICHO BARRENO SE PUEDEN ALOJAR 2 CARTUCHOS DE 1" X 8" QUE CON EL RETAQUE OCUPARIA 30 CMS. DE BARRENO QUEDANDO 15 CMS. PARA EL TACO. LAS COLUMNAS DE 0.90 X 1.50 MTS. SE BARRENARAN DE LA MISMA FORMA Y SE PODRAN ALOJAR 4 O 5 CARTUCHOS COMO SE MUESTRA EN LAS SECCIONES DE COLUMNA SIGUIENTES, DEFINIENDOSE LA CANTIDAD DE EXPLOSIVO UNA VEZ REALIZADA LA PRUEBA DE CARGA. DE ESTA MANERA EL EXPLOSIVO QUEDA SENSIBLEMENTE EN EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA COLUMNA. SE CEBARA EL CARTUCHO DE FONDO Y EL TACO SERA DE ARENA CONFINADA.

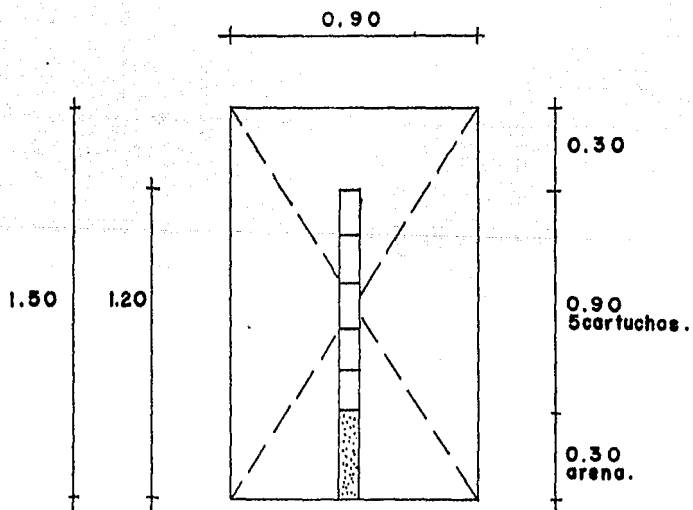
BARRENACION DE COLUMNAS

- 1º.- DIRECCION. Los barrenos serán horizontales en el sentido largo de la columna.
 En el eje 1 la boca del barreno quedará hacia el eje 2 y en los ejes del 2 al 5 la boca del barreno dará hacia el eje 1
- 2º.- DISTRIBUCION. Será de acuerdo a las siguientes figuras.



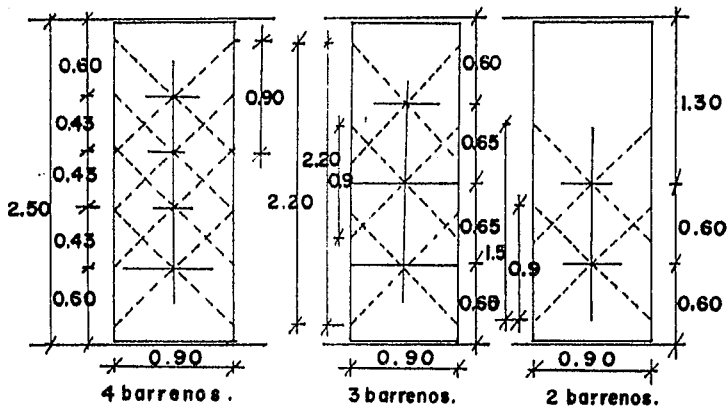
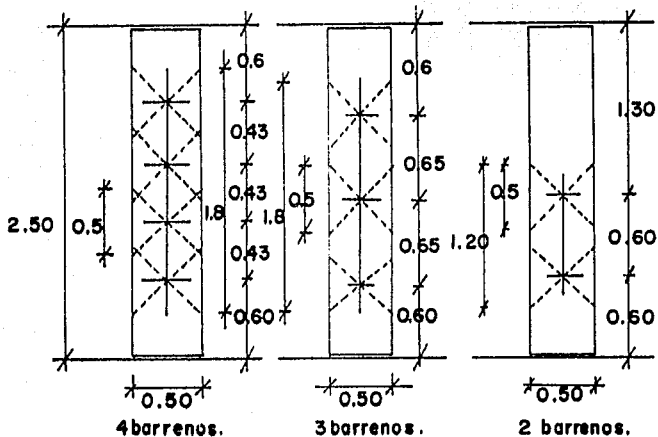


SECCION COLUMNA PERIMETRAL.
(4 cartuchos).



SECCION COLUMNA PERIMETRAL.
(5 cartuchos).

columna 0.50 x 0.60



4 BARRENOS

$$0.50 \times 0.60 \times 1.80 = 0.54 \text{ M3}$$

$$4 \text{ BARRENOS} \times 2 \text{ CARTUCHOS} \times 0.120 \text{ KG/CART.} = 0.960 \text{ KG}$$

$$\frac{0.960}{0.54} = 1.777 \text{ KG/M3}$$

3 BARRENOS

$$0.50 \times 0.60 \times 1.80 = 0.54 \text{ M3}$$

$$3 \text{ BARRENOS} \times 2 \text{ CARTUCHOS} \times 0.120 \text{ KG/CART.} = 0.720$$

$$\frac{0.720}{0.540} = 1.333 \text{ KG/M3}$$

2 BARRENOS

$$0.50 \times 0.60 \times 1.10 = 0.33 \text{ M3}$$

$$2 \text{ BARRENOS} \times 2 \text{ CARTUCHOS} \times 0.120 = 0.480 \text{ KG}$$

$$\frac{0.480}{0.33} = 1.455 \text{ KG/M3}$$

4 BARRENOS

$$0.90 \times 1.50 \times 2.20 = 2.97 \text{ M3}$$

$$4 \text{ BARRENOS} \times 4 \text{ CARTUCHOS} \times .120 = 1.92 \text{ KG}$$

$$\frac{1.92}{2.97} = 0.646 \text{ KG}$$

$$4 \text{ BARRENOS} \times 5 \text{ CARTUCHOS} = 2.40 \text{ KG}$$

$$\frac{2.40}{2.97} = 0.808 \text{ KG}$$

3 BARRENOS

$$0.90 \times 1.50 \times 2.20 = 2.97$$

$$3 \text{ BARRENOS} \times 4 \text{ CARTUCHOS} \times 120 \text{ GR} = 1.440$$

$$\frac{1.440}{2.97} = 0.486 \text{ KG}$$

$$3 \text{ BARRENOS} \times 5 \text{ CARTUCHOS} \times 120 = 1.800$$

$$\frac{1.800}{2.97} = 0.606 \text{ KG}$$

2 BARRENOS

$$0.90 \times 1.50 \times 1.50 = 0.960$$

$$\frac{0.960}{2.025} = 474 \text{ KG}$$

$$2 \text{ BARRENOS} \times 5 \text{ CARTUCHOS} \times 120 = 1200$$

$$\frac{1.200}{2.025} = 0.592 \text{ KG}$$

CANTIDAD DE EXPLOSIVO

SOTANO

9 x 4 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 8.64 KG

P.B.

15 x 4 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 14.40 KG

11 x 4 x 4 CARTUCHOS x 120 GR = 21.12 KG

RAMPAS

1 x 4 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 0.96 KG

1 x 3 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 0.72 KG

1 x 2 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 0.48 KG

1er. PISO

15 x 3 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 10.80 KG

11 x 3 x 4 CARTUCHOS x 120 GR = 15.84 KG

3er PISO

13 x 2 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 6.24 KG

11 x 2 x 4 CARTUCHOS x 120 GR = 10.56 KG

5o. PISO

13 x 2 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 6.24 KG

11 x 2 x 4 CARTUCHOS x 120 GR = 10.56 KG

7o. PISO

12 x 2 x 2 CARTUCHOS x 120 GR = 6.25 KG

11 x 2 x 4 CARTUCHOS x 120 GR = 10.56 KG

123.36 KG

SOTANO

9 COL. x 4 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 8.64 KG

P.H.

15 COL. x 4 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 14.40 KG

11 COL. x 4 BARRENOS x 5 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 26.40 KG

RAMPAS

1 COL. x 4 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 0.96 KG

1 COL. x 3 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 0.72 KG

1 COL. x 2 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 0.48 KG

1er. PISO

15 COL. x 3 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 10.80 KG

11 COL. x 3 BARRENOS x 5 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 19.80 KG

3er. PISO

13 COL. x 2 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 6.24 KG

11 COL. x 2 BARRENOS x 5 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 13.20 KG

5o. PISO

13 COL. x 2 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 6.24 KG

11 COL. x 2 BARRENOS x 5 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 13.20 KG

7o. PISO

13 COL. x 2 BARRENOS x 2 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 6.24 KG

11 COL. x 2 BARRENOS x 5 CARTUCHOS x 120 GR/CART = 13.20 KG

140.52 KG
8.69

149.21 KG =6%

LA CANTIDAD TOTAL DE ESTOPINES A USAR ES DE 350 PZAS. PARA ESTE CALCULO SE CONSIDERARON ESTOPINES DE RETARDO TIME MASTER ATLAS, CON ALAMBRE DE COBRE DE 16 PIES, UN EXPLOSOR CD600 DU PONT Y 400 MTS. ALAMBRE DE COBRE DE CLAIBRE # 14.

PASO 1.- RESISTENCIA DE LA LINEA DE ENCENDIDO 400 MTS.
 $\times 0.00828 \text{ OHM/M} = 3.3 \text{ OHM.}$

PASO 2.- NUMERO EQUIVALENTE DE ESTOPINES

$$\frac{371 \text{ PZA} \times 1.90 \text{ OHM/PIEZA}}{2} = 352 \text{ ESTOPINES}$$

PASO 3.- DE LA TABLA DE CAPACIDADES DEL EXPLOSOR CD-600 SE TIENE QUE PARA UNA RESISTENCIA DE LA LINEA DE ENCENDIDO DE 4 OHMS Y 352 ESTOPINES SE PUEDEN HACER DESDE 4 HASTA 20 SERIES.

SE DECIDIO DISTRIBUIR 7 SERIES EN PARALELO CON UN MAXIMO DE 58 ESTOPINES POR SERIE.

ANALISIS PARA USO DE RESISTENCIA:

SERIE MAYOR	=	58 ESTOPINES
SERIE MENOR	=	48 ESTOPINES
DIFERENCIA	=	10 ESTOPINES
% DE DIFERENCIA	=	$10/48 = 20\%$

SE CONCLUYE QUE DEBEN COMPENSARSE LAS SERIES DEBIDO A QUE REBASA LA MAXIMA DIFERENCIA ACEPTABLE.

No. ESTOPINES 0-12 TIEMPOS

TIEMPO	SOTANO 4 BARR.	P.B. 4 BARR.	1o. 3 BARR.	3o. (2)	5o. (2)	7o. (2)	TOTAL
0		8	0	0	0	0	8
1	4	8	6	0	0	0	18
2	0	4	6	4	0	0	14
3	8	16	3	2	0	0	29
4	0	4	12	2	4	4	26
5	12	16	3	6	2	2	41
6	0	4	12	2	2	2	22
7	8	21	3	8	6	6	52
8	0	4	12	2	0	0	18
9	4	16	3	8	2	2	35
10	0	8	9	2	8	8	35
11	0	4	6	6	10	10	36
12	0	0	3	6	14	14	37
	36	113	78	48	48	48	371

DISTRIBUCION DE LAS SERIES POR PISOS

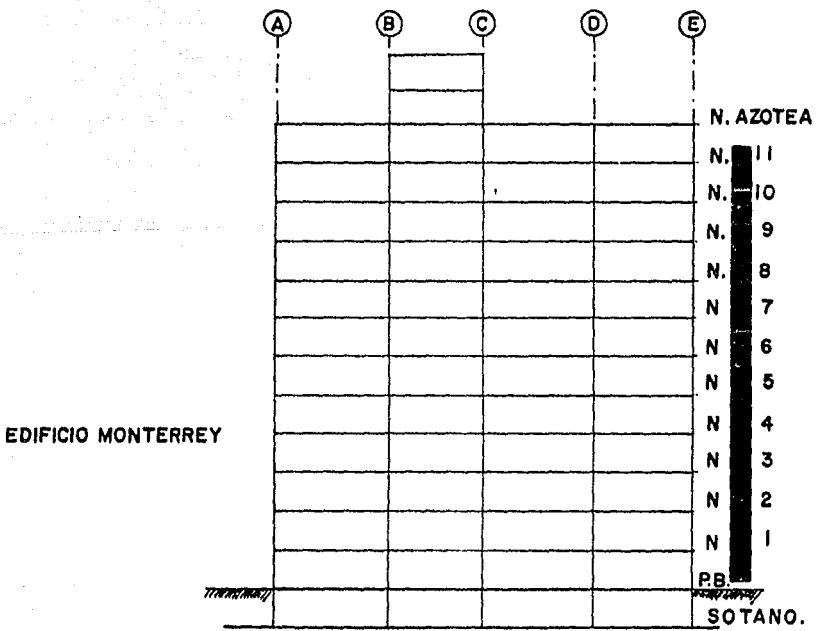
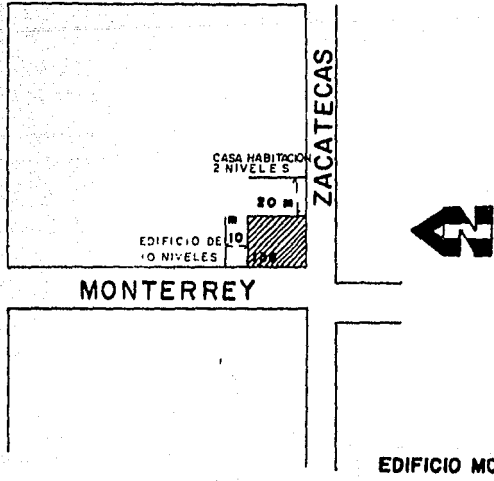
SERIE	SOTANO	P.B.	1er.PISO	3er.PISO	5o.PISO	7o.PISO	ESTOPINES ELECTRICOS
1	36	20					56
2		56					56
3		37	21				58
4			57				57
5				48			48
6					48		48
7						48	48
	36	113	78	48	48	48	371

BALANCEO DE SERIES

SERIE	CANT.	RESISTENCIA POR ESTOPIN	RESISTENCIA POR CABLEADO	RESISTENCIA DE LA SERIE	RESISTENCIA FALTANTE
1	56	106.4	1.7	108.1	3.8
2	560	106.4	0	106.4	5.5
3	58	110.2	1.7	111.9	0
4	57	108.3	1.7	110	1.9
5	48	91.2	5	96.2	15.7
6	48	91.2	8.4	99.6	12.3
7	48	91.2	11.6	102.8	9.1

SE CONSIDERAN ESTOPINES ATLAS EB TIMAMSTER DE 1.9 OHMS DE RESISTENCIA
EL BALANCEO DEFINITIVO DE LAS SERIES SE LLEVARA A CABO EN EL EDIFICIO DE
ACUERDO A LA MEDICION DIRECTA.

CROQUIS DE UBICACION.



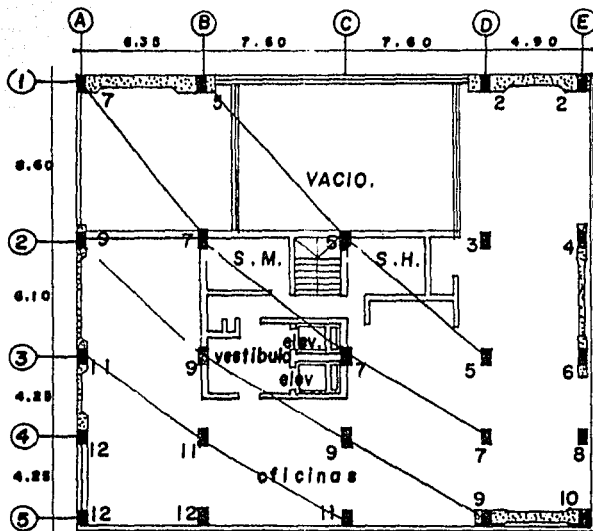
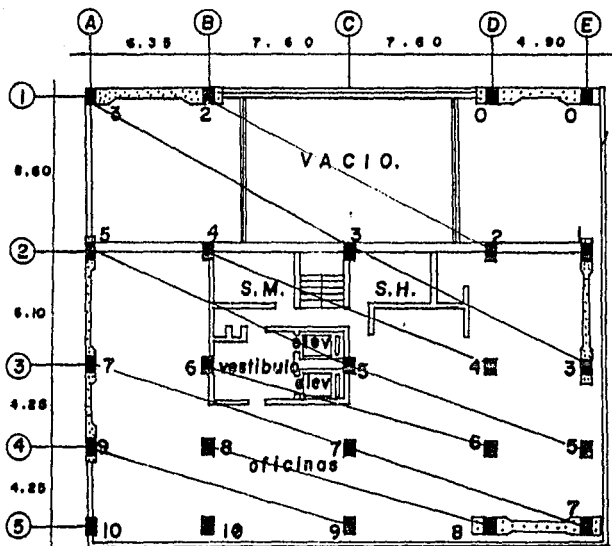


DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE SECUENCIAS DE RETARDO.

PLANTA TIPO (N.3 5 7)



PLANTA TIPO (N.3)

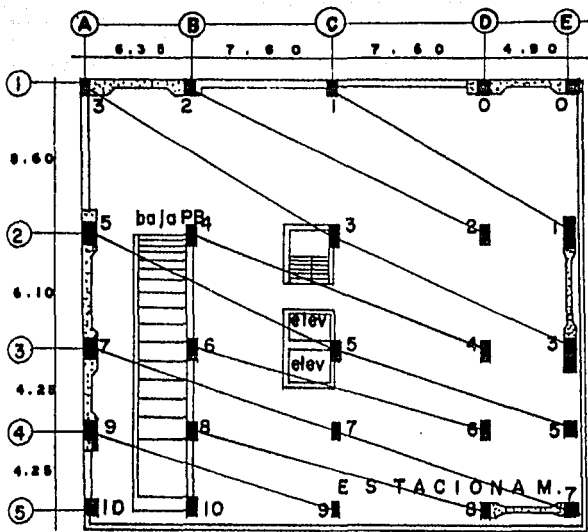


DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE SECUENCIAS DE RETARDO.

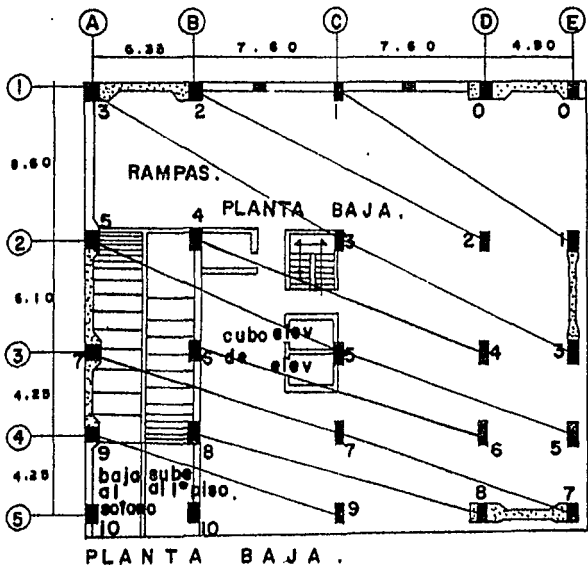


DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE SECUENCIAS DE RETARDO.

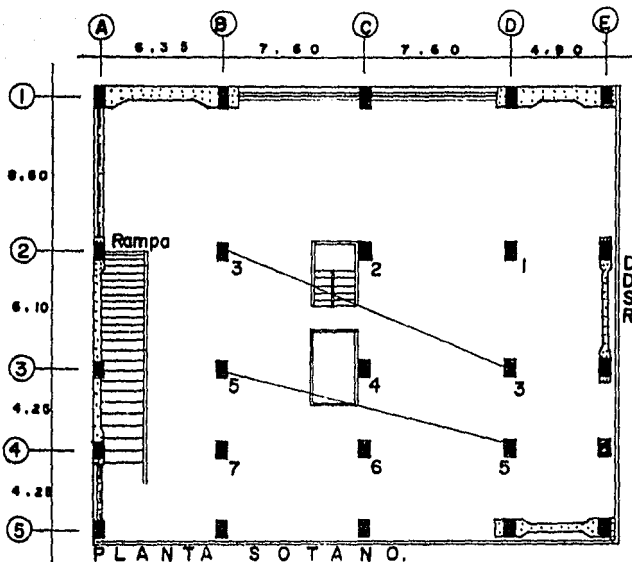
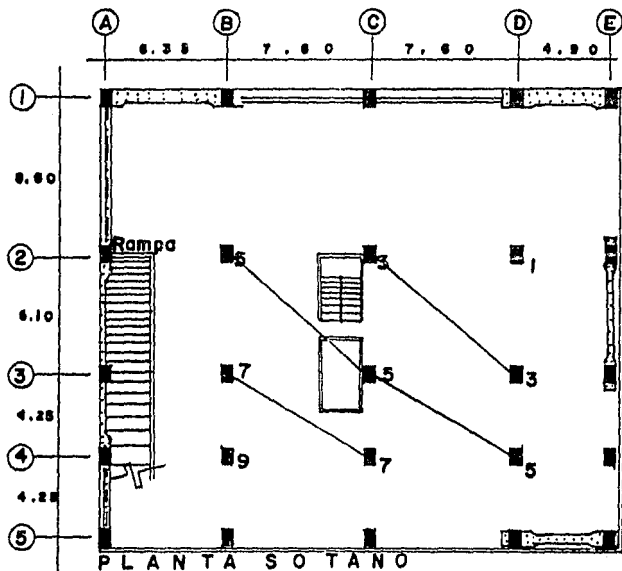
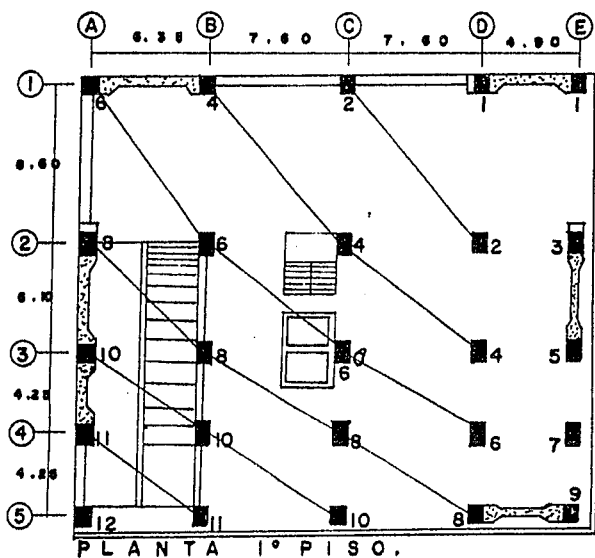
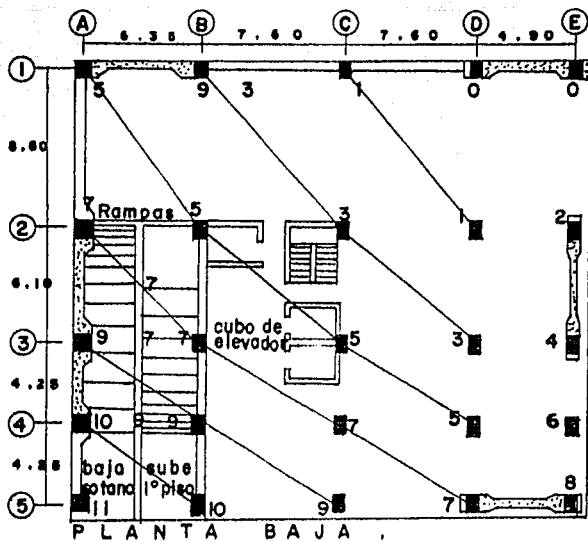
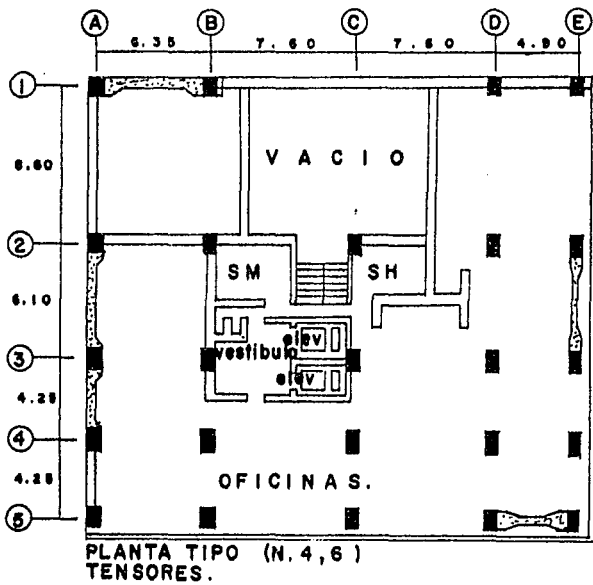
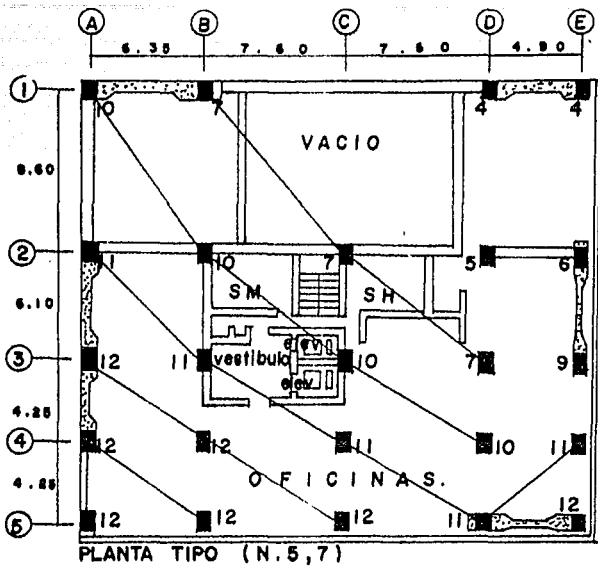
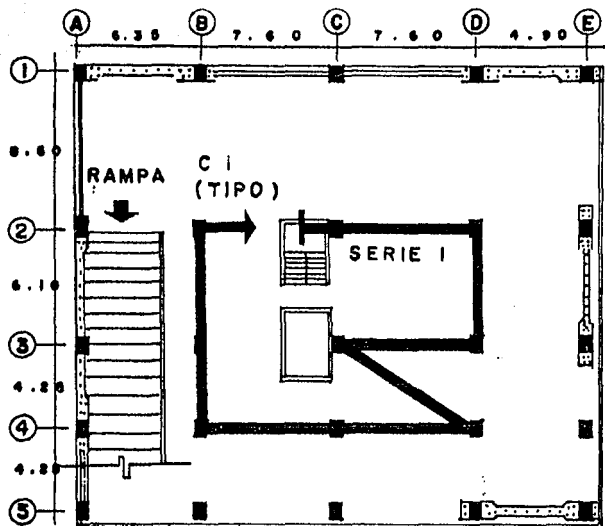


DIAGRAMA DE
DISTRIBUCION DE
SECUENCIAS DE
RETARDO.





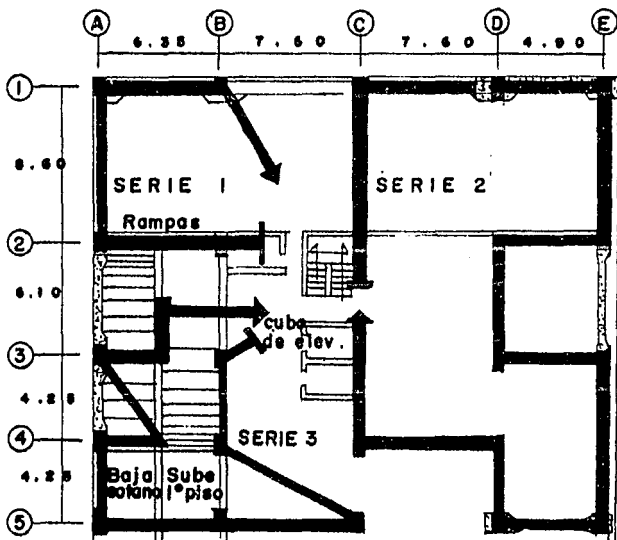




PLANTA SOTANO.

DIAGRAMA DE CONEXION DE ESTOPINES POR SERIE.

13



PLANTA BAJA,

DIAGRAMAS DE CONEXION DE ESTOPINES POR SERIE

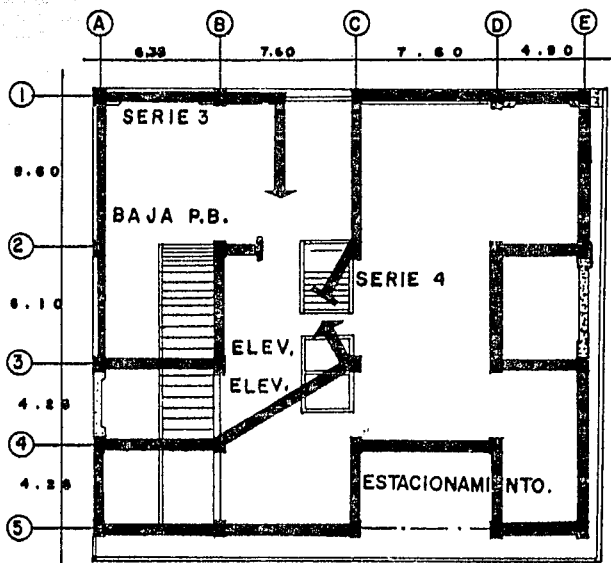


DIAGRAMA DE CONEXION.

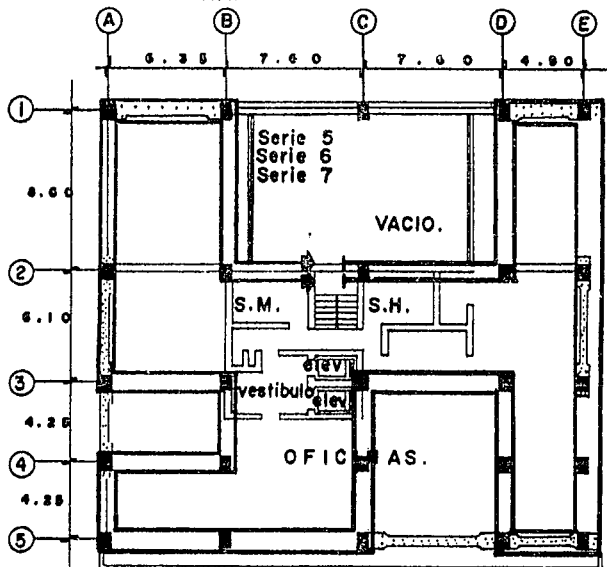
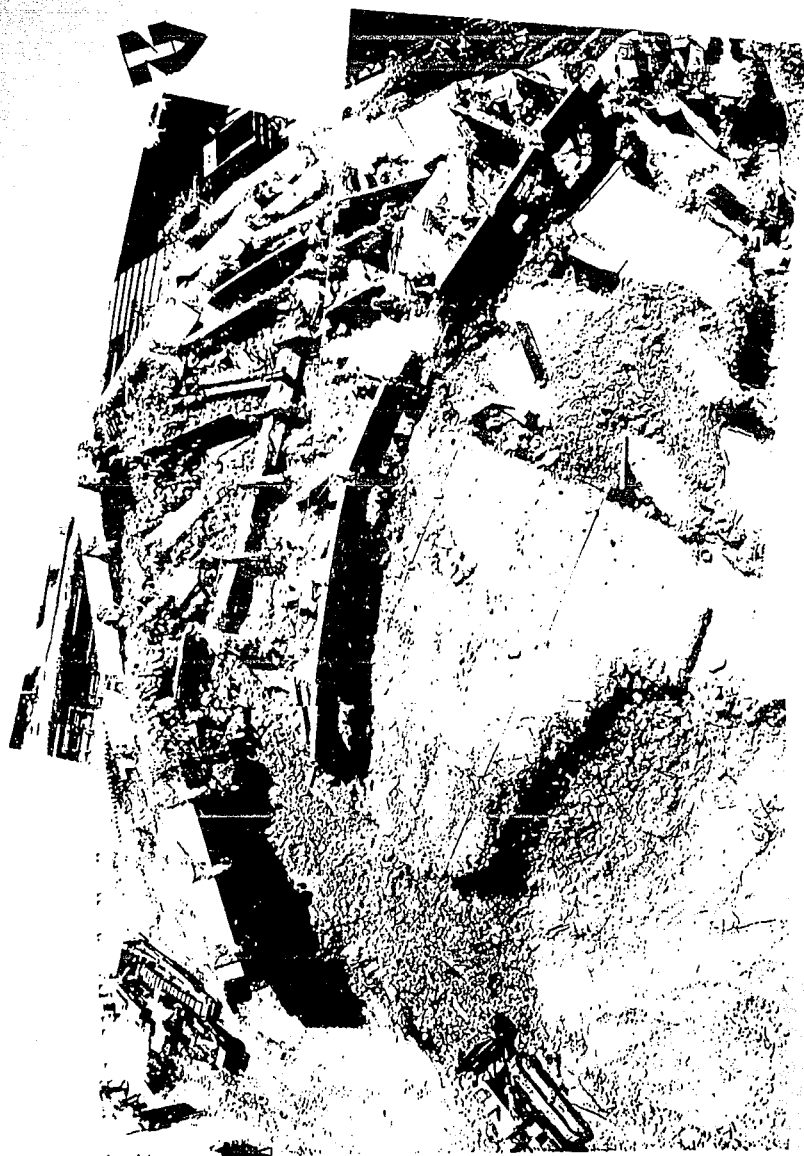


DIAGRAMA DE CONEXION DE ESTOPINES POR SERIE.

PLANTA TIPO (N. 3, 5, 7)



CAPITULO VI

COSTEABILIDAD CON EL USO DE EXPLOSIVOS

VI.I EXCAVACIONES

EXCAVACION EJECUTADA A CUALQUIER ALTURA: A C ABIERTO, EN TUBERIAS A PRESION, EN CAVERNAS, EN LUMBRERAS TUNELES O DENTELLONES, EN CADA CASO EL CONCURSANTE DEBERA CUM CON LOS PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION DESCRITOS EN ESPECIFICACIONES Y/O LOS APROBADOS POR COMISION, POR LO DEBERA CONSIDERAR EN EL ANALISIS DE SUS PRECIOS EL PROCEDIMI A SEGUIR CON LA APLICACION DE LOS EQUIPOS, IMPLEMENTOS Y MET DE EJECUCION. SE MEDIRA TOMANDO COMO UNIDAD EL METRO CUBIC BANCO, SIN CONSIDERAR ABUNDAMIENTO Y REDONDEADO A LA UNIDAD. CUANTIFICACION DE VOLUMENES SERA RESULTADO DE LAS DIMENSI GEOMETRICAS QUE MARQUE EL PROYECTO APROBADO POR COMISI CUBICADO HASTA LINEA "B" O "LINEA DE PAGO". EL PRECIO UNIT INCLUYE: MANO DE OBRA, MATERIALES, HERRAMIENTA, IMPLME COMPLEMENTARIOS O ESPECIALES, MAQUINARIA, EQUIPOS, ANDAMI ALMACENAJE DE AQUELLO QUE LO REQUIERA, ASI COMO TODO LO NECES PARA LA EJECUCION COMPLETA DE LAS EXCAVACIONES QUE EN F GENERAL REQUIEREN: TRAZO, PRECORTE, POST-CORTE, EXTRACC REMOCION, CARGA, ACARREO LIBRE HASTA UN KILOMETRO MEDIDO A PA DEL PORTAL DE ENTRADA SI SE REFIERE A EXCAVACION SUBTERRAN MEDIDO A PARTIR DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA EXCAVACION SI CIELO ABIERTO. EL CONCURSANTE DEBERA TOMAR EN CUENTA QU MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION SERA EMPLEADO PARA CONTRUCCION DE LA CORTINA, POR LO QUE EL PRECIO INCLUIR DESCARGA EN CORTINA DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES EN SITIO COMISION, EVENTUALMENTE SE DEPOSITARA EN ALMACENES Y/O BANCO DESPERDICIO. TAMBIEN SE INCLUIRA EL AFINE Y AMACIZE DE CORTES EFECTUADOS. SE PRECISARA PRECIO PARA:

VI.I.I EXCAVACIONES DE CAVERNAS (CASA DE MAQUINAS Y TRANSFORMADORES

UNIDAD:	M3b
CANTIDAD:	109.600.00

ACTIVIDADES INCLUIDAS:

1. EXCAVACION EN CASA DE MAQUINAS
2. EXCAVACION EN GALERIA DE TRANSFORMADORES
3. INSTALACIONES SUBTERRANEAS
4. AGUA TECNICA
5. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN EN BANCOS DE DESPERDICIO.
6. RESUMEN

ANALISIS DEL CONCEPTO

1. EXCAVACION EN CASA DE MAQUINAS

1.1 EXCAVACION DE TUNEL DE ACCESO A BOVEDA DE CAS MAQUINAS.

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE TUNEL DE ACCE BOVEDA DE CASA DE MAQUINAS SE TIENE:

VOLUMEN DE EXCAVACION	=	8.843.52 M3b
MANO DE OBRA	=	\$12,443.32/M3b
MATERIALES	=	\$ 9.818.25/M3b
MAQUINARIA	=	\$15.734.29/M3b

CARGO DE MANO DE OBRA = $\frac{\$12.443.52 \text{ M3b} \times 8.843.52 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$1,004.04/$

CARGO MTLs. = $\frac{\$9,818.25/\text{M3b} \times 8,643.52 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$790.23/\text{M3}$

CARGO MAQUINARIA = $\frac{\$15,734.29/\text{M3b} \times 8,843.52 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$1,269.58/\text{M}$

CARGO TOTAL = \$3,065.85/

1.2 EXCAVACION DE BOVEDA DE CASA DE MAQUINAS.
DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE BOVEDA DE CAS MAQUINAS:

VOLUMEN DE EXCAVACION	=	24,702.54 M3b
MANO DE OBRA	=	13,121.15/M3b
MATERIALES	=	8,646.35/M3b
MAQUINARIA	=	18,106.03/M3b

CARGO MANO DE OBRA	=	$\frac{13,121.15/\text{M3b} \times 24,702.54 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}}$	= \$2,957.35/M
CARGO MTLs.	=	$\frac{8,646.35/\text{M3b} \times 24,702.54 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}}$	= \$1,948.78/M
CARGO MAQUINARIA	=	$\frac{18,106.03/\text{M3b} \times 24,702.54 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}}$	= \$4,080.88/M
CARGO TOTAL			= \$9,987/02

1.3 EXCAVACION DE 1er BLANQUEO DE CASA DE MAQUINAS.
 DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DEL 1er BLANQUEO
 CASA DE MAQUINAS.

VOLUMEN DE EXCAVACION	=	22,409.34 M3b	
MANO DE OBRA	=	\$5,269.94/M3b	
MATERIALES	=	\$4,834.35/M3b	
MAQUINARIA	=	\$8,021.96/M3b	
CARGO MANO DE OBRA	=	$\frac{5,269.94/\text{M3b} \times 22,409.34 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}}$	= \$1,007.52/M3
CARGO MTLs.	=	$\frac{4,834.35/\text{M3b} \times 22,409.34 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}}$	= \$988.45/M3b
CARGO MAQUINARIA	=	$\frac{8,021.96 \text{ M3b} \times 22,409.34 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}}$	= \$1,640.21 M3
CARGO TOTAL			= \$3,706.18/M3

1.4 EXCAVACION DE 2o. BANQUEO DE CASA DE MAQUINAS.
 DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DEL 2o. BANQUE
 CASA DE MAQUINAS:

VOLUMEN DE EXCAVACION	=	24,939.61 M3b	
MANO DE OBRA	=	\$6,985.96/M3b	
MATERIALES	=	\$4,743.23/M3b	
MAQUINARIA	=	\$10,744.08/M3b	
CARGO MANO DE OBRA	=	$\frac{6,985.96/M3b \times 24,949.61 M3b}{109,600.00 M3b}$	=\$1,590.30/M3
CARGO MTLs.	=	$\frac{4,743.23 \times 24,949.61 M3b}{109,600.00 M3b}$	=\$1,079.76/M3
CARGO	=	$\frac{10,744.09/M3b \times 24,949.61 M3b}{109,600.00 M3b}$	=\$2,455.81/M3
CARGO TOTAL	=		=\$5,115.87/M3

1.5 EXCAVACION DE 3er BANQUEO DE CASA DE MAQUINAS.
 DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DEL 1er BANQUE
 CASA DE MAQUINAS:

VOLUMEN DE EXCAVACION	=	11,054.28 M3b	
MANO DE OBRA	=	\$9,405.13 M3b	
MATERIALES	=	\$8,290.45 M3b	
MAQUINARIA	=	\$14,362.37 M3b	
CARGO MANO DE OBRA	=	$\frac{9,405.13/M3b \times 11,054.28 M3b}{109,600.00 M3b}$	=\$948.60/M3b
CARGO MTLs.	=	$\frac{8,280.45 M3b \times 11,054.26 M3b}{109,600.00 M3b}$	=\$836.18/M3b

$$\frac{14,382.23 \text{ M3b} \times 11,054.28 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$1,448.59/\text{M}$$

$$\text{CARGO TOTAL} = \$3,233.37/\text{M3}$$

1.6 EXCAVACION DE GALERIA DE DRENAJE.
 DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE GALERIA

DRENAJE:

VOLUMEN DE EXCAVACION = 800.67 M3b

MANO DE OBRA = \$33,717.70/M3b

MATERIALES = \$28,935.18/M3b

MAQUINARIA = \$24,212.30/M3b

$$\frac{\$33,717.71 \text{ M3b} \times 800.67 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$246.32/\text{M3b}$$

$$\frac{\$28,935.18/\text{M3b} \times 200.67 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$211.38/\text{M3b}$$

$$\frac{\$24,212.30/\text{M3b} \times 800.67 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$176.88/\text{M3b}$$

1.7 EXCAVACION DE GALERIA DE INSPECCION.
 DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE GALERIA

INSPECCION:

VOLUMEN DE ESCAVACION = 147.97 M3b

MANO DE OBRA = \$36,242.92/M3b

MATERIALES = \$30,382.75/M3b

MAQUINARIA = \$26,952.55/M3b

$$\frac{\$36,242.92/\text{M3b} \times 147.97 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$48.93/\text{M3b}$$

$$\frac{\$30,382.75 \text{ M3b} \times 147.97 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$41.02/\text{M3b}$$

$$\begin{aligned} \text{CARGO MAQUINARIA} &= \frac{\$26,952.55 \text{ M3b} \times 147.97 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$36.39/\text{M3b} \end{aligned}$$

2. EXCAVACION EN GALERIA DE TRANSFORMADORES

2.1 EXCAVACION DE TUNEL DE ACCESO A GALERIA TRANSFORMADORES.

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE TUNEL DE ACCESO GALERIA DE TRANSFORMADORES:

$$\text{VOLUMEN DE EXCAVACION} = 5,691.15 \text{ M3b}$$

$$\begin{aligned} \text{MANO DE OBRA} &= \$14,772.79/\text{M3b} \\ \text{MATERIALES} &= \$10,702.09/\text{M3b} \\ \text{MAQUINARIA} &= \$17,686.49/\text{M3b} \end{aligned}$$

$$\text{CARGO MANO DE OBRA} = \frac{\$14,732.28 \times 5,691.15 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$767.10/\text{M3b}$$

$$\text{CARGO MTLs.} = \frac{\$10,702.19 \text{ M3b} \times 5,691.15 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$555.72/\text{M3b}$$

$$\text{CARGO MAQUINARIA} = \frac{\$19,686.48 \text{ M3b} \times 5,691.15 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$918.40/\text{M3}$$

2.2 EXCAVACION DE GALERIA DE TRANSFORMADORES

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE GALERIA TRANSFORMADORES:

$$\text{VOLUMEN DE EXCAVACION} = 11,000.94 \text{ M3b}$$

$$\begin{aligned} \text{MANO DE OBRA} &= \$16,068.15/\text{M3b} \\ \text{MATERIALES} &= \$9,470.54/\text{M3b} \\ \text{MAQUINARIA} &= \$12,967.09/\text{M3b} \end{aligned}$$

$$\text{CARGO MANO DE OBRA} = \frac{\$16,068.15/\text{M3b} \times 11,000.94 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$1,612.82/\text{M}$$

$$\text{CARGO MTLs.} = \frac{\$9,470.54/\text{M3b} \times 11,000.94 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$950.59/\text{M3b}$$

$$\text{CARGO MAQUINARIA} = \frac{\$12,967.09/\text{M3b} \times 11,000.94 \text{ M3b}}{109,600.00 \text{ M3b}} = \$1,301.55/$$

3. INSTALACIONES SUBTERRANEAS.

DEL ANALISIS BASICO DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS

$$\text{MATERIALES} = \$4,419.64/\text{M3}$$

4. AGUA TECNICA.

$$\text{CONSUMO DE AGUA} = .25 \text{ M3a/M3b}$$

MANO DE OBRA	=	\$1,073.52/M3a	x	.25 M3a/M3b	=	\$268.38/
MATERIALES	=	\$ 757.56/M3a	x	.25 M3a/M3b	=	\$189.39/
MAQUINARIA	=	\$ 423.75/M3a	x	.25 M3a/M3b	=	\$105.94/
FLETES	=	\$ 6.02/M3a	x	.25 M3a/M3b	=	\$ 1.50/

5. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO.

SE CONSIDERA QUE SOLO SE ESPARCIRA EL 30.00% MATERIAL.

A) EQUIPO.

TRACTOR D8k \$139.961.30/Hr

VELOCIDAD DE AVANCE = 3.90 km/Hr

VELOCIDAD DE RETROCESO = 6.80 km/Hr

CAPACIDAD DE LA HOJA = 6.00 M3s 7.80 Yd3s

RENDIMIENTO:

CICLO DEL TRACTOR:

TIEMPOS FIJOS: .10 MIN

TIEMPO DE AVANCE:

 .020 Km x 60 Min/Hr
 ----- = .31 MIN
 3.90 Km/Hr

TIEMPO DE RETROCESO:

 .020 Km x 60 Min/Hr
 ----- = .18 MIN
 6.80 Km/Hr -----

TIEMPO TOTAL: .58 MIN

FACTOR DE OPERACION: .75

FACTOR DE EFICIENCIA: .75

RENDIMIENTO:

6 M3s x 60.00 Min/Hr x .75 x .75
 ----- = 346.65 M3s/H
 .58 Min/CICLO

FACTOR DE RENDIMIENTO:

$$\frac{2,600.00 \text{ Kg/M3b}}{1,690.00 \text{ Kg/M3s}} = 1.54 \text{ M3s/M3b}$$

$$\text{CARGO} = \frac{\$139,061.30/\text{Hr} \times 1.54 \text{ M3s/M3b}}{346.65 \text{ M3s/Hr}} = \$185.15/\text{M3b}$$

B) MANO DE OBRA

$$1.00 \text{ OPERADOR DE TRACTOR "AA"} \times \$95,219.40/\text{Tno} = \$95,218.40/\text{T}$$

$$1.00 \text{ AYUDANTE GRAL.} \times \$33,557.68/\text{Tno} = \$33,557.68/\text{T}$$

\$128,776.08/T

3.00% HERR. Y EQ. DE SEGURIDAD

\$ 3,863.28/T

\$132,639.36/T

$$\text{CARGO} = \frac{\$132,639.36/\text{Tno} \times 1.54 \text{ M3a/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr} \times 8 \text{ Hr/Tno} \times .75} = \$29.43/\text{M3b}$$

CARGO POR BORDEO \$214.58 /M3b

5. RESUMEN

MANO DE OBRA	=	\$10,550.90/M
MATERIALES	=	\$12,013.14/M
MAQUINARIA	=	\$13,609.38/M
FLETES	=	\$ 1.50/M

COSTO DIRECTO	=	\$36,174.83/M
COSTO	=	\$15,193.43/M
INDIRECTO		-----
PRECIO UNITARIO=		\$51,368.25/M

VI.I.II EXCAVACION DE GALERIA DE OSCILACION

UNIDAD: M3b
CANTIDAD: 68,000.00

- ACTIVIDADES INCLUIDAS;
1. EXCAVACION EN POZOS DE OSCILACION
 2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS
 3. AGUA TECNICA
 4. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO
 5. RESUMEN

ANALISIS DEL CONCEPTO.

1. EXCAVACION EN POZOS DE OSCILACION

1.1 EXCAVACION EN TUNEL PARA LA CONSTRUCCION DE POZOS DE OSCILACION.

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION EN TUNEL PAR CONSTRUCCION DE LOS POZOS DE OSCILACION SE TIENE:

VOLUMEN
DE EXCAVACION = 6,173.02 M3b x 1.00 ELEMENTO(S) = 6,173.02 M3b

MANO DE OBRA	=	\$16,286.23/M3b	
MATERIALES	=	\$15,897.55/M3b	
MAQUINARIA	=	\$21,146.82/M3b	

CARGO MANO DE OBRA = $\frac{\$16,286.23/M3b \times 6,173.02 M3b}{68,000.00 M3b}$ = \$1,478.46/M

CARGO MTLs. = $\frac{\$6,829.19/M3b \times 6,173.02 M3b}{68,000.00 M3b}$ = \$1,443.18/M

$$\begin{array}{l} \text{CARGO} \\ \text{MAQUINARIA} \end{array} = \frac{\$6,746.94/\text{M3b} \times 6,173.02 \text{ M3b}}{68,000.00 \text{ M3b}} = \$1,919.70/\text{M}$$

$$\text{CARGO TOTAL} = \$4,841.34/\text{M}$$

1.2 EXCAVACION DE POZOS DE OSCILACION

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE POZOS
OSCILACION SE TIENE:

$$\begin{array}{l} \text{VOLUMEN} \\ \text{DE} \\ \text{EXCAVACION} \end{array} = 8,870.90 \text{ M3b} \times 3 \text{ ELEMENTO(S)} = 26612.70 \text{ M3b}$$

$$\begin{array}{l} \text{MANO DE OBRA} \\ \text{MATERIALES} \\ \text{MAQUINARIA} \end{array} = \begin{array}{l} \$9,592.26/\text{M3b} \\ \$8,485.92/\text{M3b} \\ \$11,085.59/\text{M3b} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{CARGO MANO} \\ \text{DE OBRA} \end{array} = \frac{\$9,592.26/\text{M3b} \times 26,612.70 \text{ M3b}}{68,000.00 \text{ M3b}} = \$3,754.06/\text{M}$$

$$\begin{array}{l} \text{CARGO MTLs.} \end{array} = \frac{\$8,485.92/\text{M3b} \times 26,612.70 \text{ M3b}}{68,000.00 \text{ M3b}} = \$3,321.08/\text{M}$$

$$\begin{array}{l} \text{CARGO} \\ \text{MAQUINARIA} \end{array} = \frac{\$11,085.59/\text{M3b} \times 26,612.70 \text{ M3b}}{68,000.00 \text{ M3b}} = \$4,338.49/\text{M}$$

1.3 EXCAVACION DE CANAL A PARTIR DE TUNEL DE DESFOG A POZOS DE OSCILACION

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE CANAL A PARTI
TUNEL DE DESFOGUE A POZOS DE OSCILACION

VOLUMEN
DE = 9,056.39 M3b x 1 ELEMENTO(S) = 9056.39 M3b
EXCAVACION

MANO DE OBRA = \$7,463.33/M3b
MATERIALES = \$8,499.94/M3b
MAQUINARIA = \$11,433.04/M3b

CARGO MANO = $\frac{\$7,463.33/M3b \times 9,056.39 M3b}{68,000.00 M3b}$ = \$993,98/M3b
DE OBRA

CARGO MTL.S. = $\frac{\$8,499.94/M3b \times 9,056.39 M3b}{68,000.00 M3b}$ = \$1,132.04/M

CARGO = $\frac{\$11,433.04/M3b \times 9,056.39 M3b}{68,000.00 M3b}$ = \$1,522.68/M
MAQUINARIA

CARGO TOTAL = \$3,648,70/M

1.4 EXCAVACION EN TUNEL DE SALIDA DE POZOS DE OSCILACION

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION EN TUNEL DE SALID
POZOS DE OSCILACION SE TIENE:

VOLUMEN
DE = 21,560.79 M3b x 1 ELEMENTO(S) = 21560.79 M3b
EXCAVACION

MANO DE OBRA = \$7,735.14/M3b
MATERIALES = \$6,829.19/M3b
MAQUINARIA = \$6,746.94/M3b

CARGO MANO DE OBRA	=	$\frac{\$7,735.14/\text{M3b} \times 21,560.79 \text{ M3b}}{68,000.00 \text{ M3b}}$	=	\$2,452.59/M
CARGO MTLs.	=	$\frac{\$6,829.19/\text{M3b} \times 21,560.79 \text{ M3b}}{68,000.00 \text{ M3b}}$	=	\$2,165.33 M
CARGO MAQUINARIA	=	$\frac{\$6,746.94/\text{M3b} \times 21,560.79 \text{ M3b}}{68,000.00 \text{ M3b}}$	=	\$2,139.25
CARGO TOTAL			=	\$6,757.17/

2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS

DEL ANALISIS BASICO DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS

MATERIALES = \$4,419.64/M3b

3. AGUA TECNICA

CONSUMO = .25 M3a/M3b

MANO DE OBRA	=	$\$1,073.52/\text{M3a} \times .25 \text{ M3a}/\text{M3b}$	=	\$268.38/M
MATERIALES	=	$\$757.56/\text{M3a} \times .25 \text{ M3a}/\text{M3b}$	=	\$189.39/M
MAQUINARIA	=	$\$423.75/\text{M3a} \times .25 \text{ M3a}/\text{M3b}$	=	\$105.94/M
FLETES	=	$\$6.02/\text{M3a} \times .25 \text{ M3a}/\text{M3b}$	=	\$1.50/M

4. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO

SE CONSIDERA QUE SOLO SE ESPARCIRA EL 30.00% MATERIAL.

A) EQUIPO

TRACTOR D8k: \$139,061.30/Hr

VELOCIDAD DE AVANCE	=	3.90 Km/Hr	
VELOCIDAD DE RETROCESO	=	6.80 Km/Hr	
CAPACIDAD DE LA HOJA	=	6.00 Km/Hr	7.80 Yd

RENDIMIENTO:

CICLO DEL TRACTOR:

TIEMPOS FIJOS: .10 Min

TIEMPO DE AVANCE:
 .020 Km x 60 Min/Hr
 ----- = .31 Min
 3.90 Km/Hr

TIEMPO DE RETROCESO:
 .020 Km x 60 Min/Hr
 ----- = .18 Min
 6.80 Km/Hr

TIEMPO TOTAL = .58 Min

FACTOR DE OPERACION .75

FACTOR DE EFICIENCIA: .75

RENDIMIENTO:

6 M3s/Ciclo x 60.00 Min/Hr x .75 x .75
 ----- = 346.65 M3s/H
 .58 Min/Ciclo

FACTOR DE ABUNDAMIENTO:

2,600.00 Kg/M3b
 ----- = 1.54 M3s/M3b
 1,690.00 Kg/M3s

CARGO = $\frac{\$139,061.30/\text{Hr} \times 1.54 \text{ M3s/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr}}$ = \$185.15/M3b

B) MANO DE OBRA

1.00 OPERADOR DE TRACTOR "AA"	x \$95,218.40/Tno =	\$95,218.40/T
1.00 AYUDANTE GRAL.	x \$33,557.68/Tno =	\$33,557.68/T

		\$128,776.08/
3.00% HERR. Y EQ. DE SEGURIDAD		\$ 3,863.28/

		\$132,639.36/

$$\text{CARGO} = \frac{\$132,639.36/\text{Tno} \times 1.54 \text{ M3s/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr} \times 8 \text{ Hr/Tno} \times .75} = \$29.43/\text{M3b}$$

CARGO POR BORDEO

\$214.58/M3b

5. RESUMEN

	MANO DE OBRA =	\$11,673.25/M3b
	MATERIALES =	\$13,647.80/M3b
	MAQUINARIA =	\$12,824.18/M3b
	FLETES =	\$ 1.50/M3b

	COSTO DIRECTO =	\$38,146.74/M3b
42%	COSTO INDIR. =	\$16,021.63/M3b

	PRECIO UNITARIO=	\$54,168.37/M3b

VI.I.III EXCAVACION EN LUMBRERAS

UNIDAD: M3b
CANTIDAD: 5,200.00

ACTIVIDADES INCLUIDAS:

1. EXCAVACION EN LUMBRERAS
2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS
3. AGUA TECNICA
4. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO.
5. RESUMEN

ANALISIS DEL CONCEPTO

1. EXCAVACION EN LUMBRERAS

1.1 EXCAVACION DE LUMBRERAS DE VENTILACION

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE LUMBRERA
VENTILACION SE TIENE:

VOLUMEN

DE EXCAVACION = 640.37 M3b/ELEM. x 3.00 ELEMENTOS = 1,921.11 M3b

MANO DE OBRA	=	\$125,283.53/M3b
MATERIALES	=	\$115,792.63/M3b
MAQUINARIA	=	\$113,772.79/M3b
FLETES	=	\$ 1,645.69/M3b

CARGO MANO = $\frac{\$125,283.53/M3b \times 1,921.11 M3b}{5,200.00 M3b}$ = \$46,285.28/

CARGO MTLs. = $\frac{\$115,792.63/M3b \times 1,921.11 M3b}{5,200.00 M3b}$ = \$42,778.92/

CARGO MAQUINARIA = $\frac{\$113,772.79/M3b \times 1,921.11 M3b}{5,200.00 M3b}$ = \$42,032.70

$$\begin{array}{r} \text{CARGO} \\ \text{FLETES} \end{array} = \frac{\$1,645.69/\text{M3b} \times 1,921.11 \text{ M3b}}{5,200.00 \text{ M3b}} = \$607.99/\text{M3}$$

$$\text{CARGO TOTAL} = \$131,704.89$$

1.2 EXCAVACION DE LUMBRERAS DE BUSES

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE LUMBRERAS DE B
SE TIENE:

$$\begin{array}{l} \text{VOLUMEN} \\ \text{DE} \\ \text{EXCAVACION} \end{array} = 1,092.96/\text{M3b}/\text{ELEM.} \times 3.00 \text{ ELEMENTOS} = 3,278.88 \text{ M3b}$$

$$\begin{array}{r} \text{MANO DE OBRA} \\ \text{MATERIALES} \\ \text{MAQUINARIA} \end{array} = \begin{array}{r} 34,193.26/\text{M3b} \\ 34,674.85/\text{M3b} \\ 29,364.83/\text{M3b} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{CARGO MANO} \\ \text{DE OBRA} \end{array} = \frac{\$34,193.26/\text{M3b} \times 3,278.88 \text{ M3b}}{5,200.00 \text{ M3b}} = \$21,560.69/$$

$$\begin{array}{l} \text{CARGO MTLs.} \end{array} = \frac{\$34,674.85/\text{M3b} \times 3,278.88 \text{ M3b}}{5,200.00 \text{ M3b}} = \$21,864.36/$$

$$\begin{array}{l} \text{CARGO} \\ \text{MAQUINARIA} \end{array} = \frac{\$29,364.83/\text{M3b} \times 3,278.88 \text{ M3b}}{5,200.00 \text{ M3b}} = \$18,516.11$$

$$\text{CARGO TOTAL} = \$61,941.15/$$

3. INSTALACIONES SUBTERRANEAS

DEL ANALISIS BASICO DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS

$$\text{MATERIALES} = \$4,419.64/\text{M3b}$$

4. AGUA TECNICA

CONSUMO DE AGUA = .25 M3a/M3b

MANO DE OBRA = \$1,073.52/M3a x .25 M3a/M3b = \$268.38/M3b
 MATERIALES = \$ 757.56/M3a x .25 M3a/M3b = \$189.39/M3b
 MAQUINARIA = \$ 423.75/M3a x .25 M3a/M3b = \$105.94/M3b
 FLETES = \$ 6.02/M3a x .25 M3a/M3b = \$ 1.50/M3b

5. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO

SE CONSIDERA QUE SOLO SE ESPARCIRA EL 30.00% MATERIAL.

A) EQUIPO

TRACTOR D8k : \$139,061.30/Hr

VELOCIDAD DE AVANCE = 3.90 Km/Hr
 VELOCIDAD DE RETROCESO = 6.80 Km/Hr
 CAPACIDAD DE LA HOJA = 6.00 M3s 7.80 YD3s

RENDIMIENTO:

CICLO DEL TRACTOR:

TIEMPOS FIJOS: .10 MIN

TIEMPO DE AVANCE:

.020 Km x 60 Min/Hr
 ----- = .31 MIN
 3.90 Km/Hr

TIEMPO DE RETROCESO

.020 Km x 60 Min/Hr
 ----- = .18 MIN
 6.80 Km/Hr

TIEMPO TOTAL = .58 MIN

FACTOR DE OPERACION: .75
FACTOR DE EFICIENCIA: .75

RENDIMIENTO:

$$\frac{6 \text{ M3s/CICLO} \times 60.00 \text{ Min/Hr} \times .75 \times .75}{.58 \text{ Min/Ciclo}} = 346.65 \text{ M3s/H}$$

FACTOR DE ABUNDAMIENTO:

$$\frac{2,600.00 \text{ Kg/M3b}}{1,690.00 \text{ Kg.M3s}} = 1.54 \text{ M3s/M3b}$$

$$\text{CARGO} = \frac{\$139,061.30/\text{Hr} \times 1.54 \text{ M3s/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr}} = 185.15/\text{M3b}$$

B) MANO DE OBRA.

1.00 OPERADOR DE TRACTOR "A" x \$95,218.40/Tno = \$95,218.40/Tn
1.00 AYUDANTE GENERAL x \$33,447.68/Tno = \$33,557.68/Tn

3.00% HERRAMIENTA Y EQUIPO DE SEGURIDAD \$128,776.08/Tn
\$ 3,863.28/Tn

\$132,639.36/Tn

$$\text{CARGO} = \frac{\$132,639.36/\text{Tno} \times 1.54\text{M3s/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr} \times 8 \text{ Hr/Tno} \times .75} = \$29.43/\text{M3b}$$

CARGO POR BORDEO \$214.58/M3b

5. RESUMEN

MANO DE OBRA	=	\$68,143.78/M3b
MATERIALES	=	\$69,252.30/M3b
MAQUINARIA	=	\$60,839.89/M3b
FLETES	=	\$ 609.50/M3b
<hr/>		
42% COSTO DIRECTO	=	\$198,845.47/M3b
COSTO INDIR.	=	\$83,515.10/M3b
<hr/>		
PRECIO UNITARIO=		\$282,360.57/M3b

VI.I.IV EXCAVACION DE TUNELES

UNIDAD: M3b
 CANTIDAD: 171,600.00

ACTIVIDADES INCLUIDAS:

1. EXCAVACION EN TUNEL
2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS
3. AGUA TECNICA
4. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO
5. RESUMEN

ANALISIS DEL CONCEPTO

1. EXCAVACION EN TUNEL

1.1 EXCAVACION EN TUNEL DE ACCESO A CASA DE MAQUINA

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE TUNEL DE ACCE BOVEDA DE CASA DE MAQUINAS SE TIENE:

VOLUMEN DE EXCAVACION = 23,296.00 M3b
 MANO DE OBRE = \$12,597.61/M3b
 MATERIALES = \$ 7,433.00/M3b
 MAQUINARIA = \$14,898.40/M3b

CARGO MANO DE OBRA = $\frac{\$12,597.61/M3b \times 23,296.00 \text{ M3b}}{171,600.00 \text{ M3b}}$ = \$1,710.22/M

CARGO MTLs. = $\frac{\$7,433.00/M3b \times 23,296.99 \text{ M3b}}{171,600.00 \text{ M3b}}$ = \$1,009.09/M

CARGO = $\frac{\$14,898.40/M3b \times 23,296.00 \text{ M3b}}{171,600.00 \text{ M3b}}$ = \$2,022.57/

CARGO TOTAL = \$4,741.88/

1.2 EXCAVACION EN TUNEL DE ACCESO A GALERIA
DE TRANSFORMADORES

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE TUNEL DE ACCE
GALERIA DE TRANSFORMADORES SE TIENE:

	VOLUMEN DE EXCAVACION	=	12,728.32 M3b	
	MANO DE OBRA	=	\$14,953.77/M3b	
	MATERIALES	=	\$12,715.43/M3b	
	MAQUINARIA	=	\$17,516.65/M3b	
			\$14,953.77/M3b x 12,728.32 M3b	
CARGO MANO DE OBRA	=	-----		= \$1,109.19/M
			171,600.00 M3b	
			\$12,715.43/M3b x 12,728.32 M3b	
CARGO MTLs.	=	-----		= \$943.16/M3b
			171,600.00 M3b	
			\$17,516.65/M3b x 12,728.32 M3b	
CARGO MAQUINARIA	=	-----		= \$1,299.29/
			171,600.00 M3b	
	CARGO TOTAL	=		= \$3,351.63/M

1.3 EXCAVACION EN TUNEL DE ASPIRACION

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE TUNEL
ASPIRACION SE TIENE:

VOLUMEN DE EXCAVACION	=	5,013.76 M3b/ELEMENTO x 3.00 ELEMENTOS	=	15,041.28
	MANO DE OBRA	=	\$13,487.35/M3b	
	MATERIALES	=	\$9,852.17/M3b	
	MAQUINARIA	=	\$29,744.89/M3b	
			\$13,487.35/M3b x 15,041.28 M3b	
CARGO MANO DE OBRA	=	-----		= \$1,182.21/
			171,600.00 M3b	

$$\text{CARGO MTLs.} = \frac{\$9,852.17/\text{M}^3\text{b} \times 15,041.28 \text{ M}^3\text{b}}{171,600.00 \text{ M}^3\text{b}} = \$863.57/\text{M}^3$$

$$\text{CARGO MAQUINARIA} = \frac{\$29,744.89/\text{M}^3\text{b} \times 15,041.28 \text{ M}^3\text{b}}{171,600.00 \text{ M}^3\text{b}} = \$2,607.23$$

$$\text{CARGO TOTAL} = \$4,653.02$$

VOLUMEN DE EXCAVACION	=	114,054.900 M ³ b
MANO DE OBRA	=	\$9,694.51/M ³ b
MATERIALES	=	\$1,564.56/M ³ b
MAQUINARIA	=	\$119,972.52/M ³ b

$$\text{CARGO MANO} = \frac{\$9,694.51 \text{ M}^3\text{b} \times 114,054.00 \text{ M}^3\text{b}}{171,600.00 \text{ M}^3\text{b}} = \$6,443.46/\text{M}$$

$$\text{CARGO MTLs.} = \frac{\$1,564.56 \times 114,054.00 \text{ M}^3\text{b}}{171,600.00 \text{ M}^3\text{b}} = \$6,345.12/\text{M}$$

$$\text{CARGO MAQUINARIA} = \frac{\$119,972.52 \text{ M}^3\text{b} \times 114,054.00 \text{ M}^3\text{b}}{171,600.00 \text{ M}^3\text{b}} = \$9,286.84$$

$$\text{CARGO TOTAL} = \$22,075.42/$$

EXCAVACION EN TUNEL
CARGA SIMILAR AL INCISO 1.3 DE EXCAVACION EN TUNE
ASPIRACION:

VOLUMEN DE EXCAVACION	=	6,480.40 M ³ b
MANO DE OBRA	=	\$13,387.35/M ³ b
MATERIALES	=	\$9,852.17/M ³ b
MAQUINARIA	=	\$29,744.89/M ³ b

$$\begin{array}{rcl} \text{CARGO MANO DE OBRA} & = & \frac{\$12,487.35/\text{M3b} \times 6,480.40 \text{ M3b}}{171,600.00 \text{ M3b}} = \$509.34 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{CARGO MTLs.} & = & \frac{9,852.17/\text{M3b} \times 6,480.40 \text{ M3b}}{171,600.00 \text{ M3b}} = \$372.06 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{CARGO MAQUINARIA} & = & \frac{\$29,744.89/\text{M3b} \times 6,480.40 \text{ M3b}}{171,600.00 \text{ M3b}} = \$1,123.30/\text{M} \end{array}$$

$$\text{CARGO TOTAL} = \$2,004.71/\text{M3b}$$

2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS.

EL ANALISIS DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS

$$\text{MATERIALES} = \$4,419.64/\text{M3b}$$

3. AGUA TECNICA.

$$\text{CONTENIDO DE AGUA} = .25 \text{ M3a}/\text{M3b}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{MANO DE OBRA} & = & \$1,073.52/\text{M3a} \times .25 \text{ M3a}/\text{M3b} = \$268.38/\text{M3b} \\ \text{MATERIALES} & = & \$757.56/\text{M3a} \times .25 \text{ M3a}/\text{M3b} = \$189.39/\text{M3b} \\ \text{MAQUINARIA} & = & \$423.76/\text{M3a} \times .25 \text{ M3a}/\text{M3b} = \$105.94/\text{M3b} \\ \text{FLETE} & = & \$6.02/\text{M3a} \times .25 \text{ M3a}/\text{M3b} = \$1.50/\text{M3b} \end{array}$$

SE CONSIDERA QUE SOLO SE ESPARCIRA EL 30.007 DEL MATERIA

A) EQUIPO

TRACTOR D8k : \$139,061.30/Hr

VELOCIDAD DE AVANCE = 3.90 Km/Hr

VELOCIDAD DE RETROCESO = 6.80 Km/Hr

CAPACIDAD DE LA HOJA = 6.00 Km/Hr 7.80 YD3s

RENDIMIENTO :

CICLO DEL TRACTOR:

TIEMPOS FIJOS: .10 MIN

TIEMPO DE AVANCE:

.020 Km x 60 Min/Hr
----- = .31 MIN
3.90 Km/Hr

TIEMPO DE RETROCESO:

.020 Km x 60 Min/Hr
----- = .18 MIN
6.80 Km/Hr
TIEMPO TOTAL = .58 MIN

FACTOR DE OPERACION: .75

FACTOR DE EFICIENCIA: .75

RENDIMIENTO:

6 M3s/CICLO x 60.00 Min/Hr x .75 X .75
----- = 346.65 M3s/Hr
.58 Min/CICLO

FACTOR DE ABUNDAMIENTO:

2,600.00 Kg/M3b
----- = 1.54 M3s/M3b
1,690.00 KG/M3b

$$\text{CARGO} = \frac{\$139,061.30/\text{Hr} \times 1.54 \text{ M3s/M3b}}{346.65 \text{ M3s/Hr}} = \$185.15/\text{M3b}$$

B) MANO DE OBRA

1.00 OPERADOR DE TRACTOR "AA"	x \$95,218.40/Tno	= 95,218.40/Tn
1.00 AYUDANTE GENERAL	x \$33,557.68/Tno	= 33,557.68/Tn

		\$128,776.09/
3.00% HERR. Y EQ. DE SEG.		\$ 3,863.28/

		\$132,639.36/

$$\text{CARGO} = \frac{\$132,639.36/\text{Tno} \times 1.54 \text{ M3s/M3b} \times .30}{2,082.20 \text{ M3s/Hr}} = \$29.43/\text{M3b}$$

$$\text{CARGO POR BORDE} = \$214.59/\text{M3b}$$

5. RESUMEN

	MANO DE OBRA	=	\$11,252.23/M3b
	MATERIALES	=	\$14,142.03/M3b
	MAQUINARIA	=	\$16,630.32/M3b
	FLETES	=	\$ 1.50/M3b

	COSTO DIRECTO	=	\$42,026.08/M3b
42.00%	COSTO INDIRECTO	=	\$17,650.96/M3b

	PRECIO UNITARIO	=	\$59,677.04/M3b

VI.I.V EXCAVACION DE DENTELLONES

UNIDAD: = M3b
CANTIDAD: = 2,000.00

ACTIVIDADES INCLUIDAS:

1. EXCAVACION DE DENTELLONES
2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS
3. AGUA TECNICA
4. ESPARCIDO DE MATERIALES EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO
5. RESUMEN

ANALISIS DEL CONCEPTO

1. EXCAVACION DE DENTELLONES

DEL ANALISIS BASICO DE EXCAVACION DE DENTELLONE

TIENE:

MANO DE OBRA:	=	\$26,831.98/M3b
MATERIALES	=	\$30,749.31/M3b
MAQUINARIA	=	\$14,061.52/M3b
FLETES	=	\$.00/M3b

C. DIRECTO	=	\$71,642.81/M3b

2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS

DEL ANALISIS BASICO DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS.

MATERIALES = \$4,419.64/M3b

3. AGUA TECNICA

CONSUMO = .25 M3a/M3b

MANO DE OBRA	=	\$1,073.52/M3a	x	.25 M3a/M3b	=	\$268.38/M3b
MATERIALES	=	\$757.56/M3a	x	.25 M3a/M3b	=	\$189.39/M3b
MAQUINARIA	=	\$423.75/M3a	x	.25 M3a/M3b	=	\$105.94/M3b
FLETES	=	\$6.02/M3a	x	.25 M3a/M3b	=	\$1.50/M3b

4. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO.

MATERIAL. SE CONSIDERA QUE SOLO SE ESPARCIRA EL 30.00%

A) EQUIPO

TRACTOR DBk : \$139,061.30/Hr

VELOCIDAD DE AVANCE = 3.90 Km/Hr
VELOCIDAD DE RETROCESO = 6.80 Km/Hr
CAPACIDAD DE LA HOJA = 6.00 M3s 7.80 Yd3s

RENDIMIENTO:

CICLO DEL TRACTOR:

TIEMPOS FIJOS: .10 MIN

TIEMPO DE AVANCE:
.020 Km x 60 Min/Hr
----- = .31 MIN
3.90 Km/Hr

TIEMPO DE RETROCESO:
.020 Km x 60 Min/Hr
----- = .18 MIN
6.80 Km/Hr

TIEMPO TOTAL = .58 MIN

FACTOR DE OPERACION .75
FACTOR DE EFICIENCIA .75

RENDIMIENTO:

6M3s/Ciclo x 60.00 Min/Hr x .75 x .75
----- = 346.65 M3s/Hr
.58 Min/Ciclo

FACTOR DE ABUNDAMIENTO:

2,600.00 Kg/M3b
----- = 1.54 M3s/M3b
1,690.00 Kg/M3s

$$\text{CARGO} = \frac{\$139,061.30/\text{Hr} \times 1.54 \text{ M3s/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr}} = \$185.15/$$

B) MANO DE OBRA

1.00 OPERADOR DE TRACTOR "AA"	x 95,218.40/Tno	= \$95,218.40/Tn
1.00 AYUDANTE GENERAL	x 33,557.68/Tno	= \$33,557.68/Tn

		\$128,776.08/Tn
3.00 HERR. Y EQUIPO		\$ 3,863.28/Tn

		\$132,639.36/Tn

$$\text{CARGO} = \frac{\$132,639.36/\text{Tno} \times 1.54 \text{ M3s/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr} \times 8 \text{ Hr/Tno} \times .75} = \$29.43$$

CARGO POR BORDEO \$214.58/M

5. RESUMEN

	MANO DE OBRA	=	\$27,129.79/M
	MATERIALES	=	\$35,358.34/M
	MAQUINARIA	=	\$14,352.60/M
	FLETES	=	\$ 1.50/M

42.00%	COSTO DIRECTO	=	\$76,842.24/M
	COSTO INDIRECTO	=	\$32,273.74/M

	PRECIO UNITARIO	=	\$109,115.98/

VI.I.VI EXCAVACION GALERIA

UNIDAD: M3b
CANTIDAD: 22,120.00

ACTIVIDADES INCLUIDAS:

1. EXCAVACION EN GALERIA DE DRENAJE
2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS
3. AGUA TECNICA
4. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO.
5. RESUMEN

ANALISIS DEL CONCEPTO.

1. EXCAVACION EN GALERIA DE DRENAJE.

DATOS GENERALES

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:
LA EXCAVACION DEL TUNEL SE REALIZARA A SECCION COMP

LONG. TOTAL POR EXCAVAR = 2,216.00 M.

	AREA DE LA SECCION A LINEA "A"	AREA DE LA SECCIO A LINEA "B"
SECCION:	7.73 M2	9.98 M3

1.1 CARACTERISTICAS DE LA EXCAVACION DEL TUNEL

TIPO DE ROCA = "IGNIMBRITA DACTICA"

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD
(Aa)	AREA DE LA SECCION A LINEA "A"	M2	7.73
(Ab)	AREA DE LA SECCION A LINEA "B"	M2	9.98
(LB)	LONGITUD DE LA BARRENACION	M	2.40
(LE)	LONGITUD EFECTIVA 90.00%	M	2.16
(n)	No. DE BARRENOS POR FASE	PZA	33.00
(LT)	LONGITUD TOTAL DE BARRENACION POR FASE: (LB x n)	M	79.20
	No. DE PERFORADORAS	PZA	4.00
(Lp)	LONG. DE BARRENACION POR CADA PERFORADO	M	19.80

(V)	VELOCIDAD DE BARRENACION		M/HR	4.00
(TB)	TIEMPO DE BARRENACION		HR	4.95
	CARGA DE EXPLOSIVOS		HR	1.38
(Vo)	VOLUMEN EXCAVADO POR VOLADURA (Ab) x (LE)		M3b	21.56
	COEFICIENTE DE BARRENACION = (LT)/(Vb)		M/M3	3.6740
	VOLUMEN POR REZAGAR (SUELTO) (Vb)x(Fa)			
(Fa)	FACT. DE ABUNDAMIENTO	1.54	M3s	33.16
(TR)	TIEMPO DE REZAGA		Hr	7.62
	(REND. DEL CARGADOR = 4.35 M3s/HR)			
	TIEMPO DE CICLO DE EXCAVACION:			
	TOPOGRAFIA Y AMACIZE	HR	1.10	
	BARRENACION (TB)	HR	4.95	
	CARGA DE EXPLOSIVOS (TC)	HR	1.38	
	VENTILACION (TV)	HR	.50	
	TIEMPO DE REZAGA (TR)	HR	7.62	

	CICLO BASICO :		15.55	

1.2 DETERMINACION DE LOS AVANCES

SE PUEDE APRECIAR QUE CADA 15.55 HORAS SE INICI
BARRENACION
POR LO QUE EL NUMERO DE CICLOS POR DIA EFECTIVO ES

$$\text{NUM DE CICLOS} = \frac{24.00 \text{ HR/DIA EFECT.}}{15.55 \text{ HR/CICLO}} = 1.54 \text{ CICLOS/DIA EFECT. TUNEL}$$

a) AVANCE= 1.54 M/DIA EFECT.-TUNEL x 2.16 M/CICLO=3.33M/DIA E

1.3 PROGRAMA DE EXCAVACION

DURACION (CONSIDERANDO TODA LA LONGITUD):

DISTANCIA	AVANCE EN:	M/DIA EFECTIVO	DIAS EFECTI
2,216.00	TUNEL	3.33	664.57

EXC. DEL TUNEL TENDRA UNA DURACION DE: 26.58 MESES / 3.0
EQUIPOS = 8.86 MESES-EQ

ANALISIS DE RENDIMIENTOS Y NUMERO DE EQUIPOS NECESA
POR EQUIPO:

V.A.1.- PARA BARRENACION

BALANCE DE AIRE REQUERIDO:

4.00 PERFORADORAS x 175.00 PCM/PERFORADORA
----- = .64 COMPRES
1,100.00 PCM/COMP.

3.00 BOMBA x 160.00 PCM/BOMBA
----- = .44 COMPRES
1,100.00 PCM/COMP -----
2.00 COMP/EQ = 1.07 COMP/EQ

No. DE COMP. = 2.00 COMP/EQ x 3.00 EQUIPOS = 6.00 COMPRES

12.00 PERFORADORAS DE PIERNA

3.00 BOMBA PARA LODOS

6.00 COMPRESORES ESTACIONARIOS ELECTRICOS DE 1100 PCM NOMINA

V.A.2. PARA CARGA DE EXPLOSIVOS

33.00 BARRENOS x 2.50 MIN/BARRENO
TIEMPO DE CARGA = ----- = 1.38 H
60.00 MIN/HR

V.A.3. PARA REZAGADO

3.00 CARGADOR MICH. 45B

CICLO DEL CARGADOR (SE ACARREA EL MATERIAL HASTA PORTALES):

CAPACIDAD DEL CARGADOR: 1.50 YD3 x 0.764 M3s/YD3 = 1.15
FACT. DE CARGA (MATERIAL DE VOLADURA): .90
VOL./CICLO: 1.15 M3s x .90 = 1.03 M3s/CICLO

MOVIMIENTO HACIA ADELANTE .18 MIN

CARGA DEL CUCHARON .20 MIN

DETERMINACION DE LA DISTANCIA PROMEDIO DE ACARREO:

DISTANCIA PROMEDIO		SITIO	
GALERIA No. DE	ACARREO		
2.00	250.00	ELEV. 81.11	(SOCAVON CUERPO DE CORT
	340.00	ELEV. 86.60	CASA DE MAQUINAS
3.00	210.00	ELEV. 150.5 A	ELEV. 235.0
	180.00	ELEV. 143.83	(PORTAL CUERPO DE CORT
4.00	150.00	ELEV. 42.40	(ACCESO)
	350.00	ELEV. 143.83	(PORTAL CUERPO DE CORT
	205.00	ELEV. 143.83	(PORTAL CUERPO DE CORT
5.00	100.00	202.0	VERTEDOR
6.00	300.00	185.82	CUERPO DE CORTINA
	130.00	ELEV. 184.00	(ACCESO)
-----	-----		
5.00	2,215.00		

SE ANALIZA UNA GALERIA TIPO CON UNA DISTANCI
ACARREO DE: 350.00 M DE DONDE:

$$\text{DISTANCIA PROMEDIO DE ACARREO} = \frac{2,215.00 \text{ M}}{5.00 \text{ GAL.} \times 2} = 221.50 \text{ M ACARREO P}$$

$$\text{ACARREO} = \frac{.222 \text{ KM (ACARREO PROMEDIO} \times 60 \text{ MIN/HR)}}{6.300 \text{ KM/HR} \times 0.5} = 4.22 \text{ MI CARGADO}$$

MOVIMIENTO DE RETROCESO .18 MIN
DESCARGA .05 MIN

$$\text{ACARREO} = \frac{.222 \text{ KM (ACARREO PROMEDIO)} \times 60 \text{ MIN/HR}}{6.300 \text{ KM/HR}} = 2.11 \text{ MI CARGADO}$$

CICLO TOTAL: 6.93 MIN

FACTOR DE EFICIENCIA .75 (HORAS DE 45 MIN.)
FACTOR DE OPERACION .65 (DIFICULTAD POR RECINTO SUBTERRANEO)

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1.03 \text{ M3s/CICLO} \times 60 \text{ MIN/HR} \times .75 \times .65}{6.39 \text{ MIN/CICLO}} = 4.35 \text{ M3M}$$

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL: IGIMBRITA DACITICA (SIMILAR RIOLITA)

REZAGA DE OBRA SUBTERRANEA:

PESO VOL. SUELTO = 1,690.00 KG/M3s
 PESO VOL. BANCO = 2,600.00 KG/M3b

$$\text{FACTOR DE ABUNDAMIENTO} = \frac{2,600.00 \text{ KG/M3b}}{1,690 \text{ KG/M3s}} = 1.54 \text{ M3s/M3b}$$

V.A.4.- PARA VENTILACION

3.00 VENTILADOR ELECTRICO

ANALISIS DE COSTO
 CARGO POR EQUIPO

NO. MAQ.	DESCRIPCION	HR/MES	NO. MESES	COSTO HORARIO ACTIVO	IMPORT ACTIVO
----------	-------------	--------	-----------	----------------------	---------------

BARRENACION:

12.00	PERFORADORAS DE PIERNA	191.04	8.86	\$3,956.29	8035768
3.00	BOMBA PARA LODOS	191.04	8.86	20,995.55	1066121
6.00	COMPRESOR ESTACIONARIO	191.04	8.86	29,644.41	3010593

REZAGADO:

8.00	CARGADOR MICH 45B	293.95	8.86	30,889.15	7240284
------	-------------------	--------	------	-----------	---------

V.A.1. PARA BARRENACION
 BALANCE DE AIRE REQUERIDO:

$$4.00 \text{ PERFORADORAS} \times 175.00 \text{ PCM/PERFORADORA} = .64 \text{ COMPRESORES}$$

$$\frac{1,100.00 \text{ PCM/COMP.}}{206}$$

3.00 BOMBA x 160.00 PCM/BOMBA
 ----- = .44 COMPRESORES
 1,100.00 PCM/COMP. -----
 2.00 COMP./EQ. = 1.07 COMP./EQ

No. DE COMP. = 2.00 COMP./EQ. x 3.00 EQUIPOS = 6.00 COMP

12.00 PERFORADORAS DE PIERNA
 3.00 BOMBA PARA LODOS
 6.00 COMPRESORES ESTACIONARIOS ELECTRICOS DE 1100 PCM NOMINA

V.A.2.- PARA CARGA DE EXPLOSIVOS

33.00 BARRENOS x 2.50 MIN/BARRENO
 TIEMPO DE = ----- = 1.38 HR.
 CARGA 60.00 MIN/HR

V.A.3.- PARA REZAGADO

3.00 CARGADOR MICH. 45B

CICLO DEL CARGADOR (SE ACARREA EL MATERIAL HASTA PORTALES):

CAPACIDAD DEL CARGADOR: 1.50 YD# x 0.764 M3s/YD3 = 1.15
 FACTOR DE CARGA (MAT. DE VOLADURA): .90
 VOL/CICLO: 1.15 M3s x .90 = 1.03 M3s/CICLO

MOVIMIENTO HACIA ADELANTE .18 MIN
 CARGA DEL CUCHARON .20 MIN

DETERMINACION DE LA DISTANCIA PROMEDIO DE ACARREO:

DISTANCIA PROMEDIO
GALERIA No. DE ACARREO SITIO

2.00	250.00 ELEV. 81.11 (SOCAVON CUERPO DE CORTINA)
	340.00 ELEV. 86.60 CASA DE MAQUINAS
3.00	210.00 ELEV. 150.5 A ELEV. 235.0
	180.00 ELEV. 143.83 (PORTAL CUERPO DE CORTINA)
4.00	150.00 ELEV. 42.40 (ACCESO)
	350.00 ELEV. 143.83 (PORTAL CUERPO DE CORTINA)
	205.00 ELEV. 143.83 (PORTAL CUERPO DE CORTINA)
5.00	100.00 202.0 VERTEDOR
6.00	300.00 185.82 CUERPO DE CORTINA
	130.00 ELEV. 184.00 (ACCESO)

5.00 2,215/00 GALERIAS

SE ANALIZA UNA GALERIA TIPO CON UNA DISTANCIA DE ACARREO DE:
350.00 M. DE DONDE:

VENTILACION:

3.00 VENTILADOR DE 36" DE DIAM. 300.00 8.86 \$3,255.84 2596206

1,238,019,677

CARGO = $\frac{\$1,238,019,677.86 + \$0.00}{22,120.00 \text{ M3b}}$ = \$55,968.34/M3b

II. MANO DE OBRA

II.A. CARGO POR MANO DE OBRA

BARRENACION:

PERFORISTAS "A":

TURNO 1: 3.00; TURNO 2: 3.00; TURNO 3: 3.00; POSTURERO: 1.00;
TURNOS TOTALES: 10.00; SALARIO IMPORTE/TNO: \$66,634.46; SAL
IMPORTE/DIA: \$666,233.60.

PERFORISTA "A":

TURNO 1: 12.00; TURNO 2: 12.00; TURNO 3: 12.00; POSTURERO: 3
TURNOS TOTALES: 39.00; SALARIO IMPORTE/TNO: \$50,275.84; SAL
IMPORTE/DIA: \$1,960,757.76.

AYUDANTE DE PERFORISTA:

TURNO 1: 12.00; TURNO 2: 12.00; TURNO 3: 12.00; POSTURERO:
TURNOS TOTALES: 36.00; SALARIO IMPORTE/TNO: \$33,557.68; SAL
IMPORTE/DIA: \$1,208,076.48.

IMPRESORISTA:

TURNO 1: 3.00; TURNO 2: 3.00; TURNO 3: 3.00; POSTURERO:
TURNOS TOTALES: 9.00; SALARIO IMPORTE/TNO: \$45,903.60; SAL
IMPORTE/DIA: \$413,132.40.

TOTAL SALARIO IMPORTE/DIA: \$4,248,200.24

REZAGA:

OPERADOR DE CARGADOR:

TURNO 1: 9.00; TURNO 2: 9.00; TURNO 3: 9.00; POSTURERO: 1
TURNOS TOTALES: 28.00; SALARIO IMPORTE/TNO: \$95,218.40; SAL
IMPORTE/DIA: \$2,666,115.20

TOTAL SALARIO IMPORTE/DIA: \$2,666,115.20

C O S T O T O T A L: \$6,914,315.44

(\$6,914,315.44/DIA x 25 DIAS/MES x 8.86 MESES)

CARGO=----- = \$69,24
22,120.00 M3b M3b

CARGO POR MATERIALES

MATERIALES DE CONSUMO:

A) ACERO DE BARRENACION (EN IGNIMBRITA DACTICA):

CANT.	DESCRIPCION	COSTO/UNIDAD	VIDA EC.	COSTO
		\$/PZA	M.	DE AC \$/M
1.00	PZA ACERO INT. 0.80 M SERIE 12	\$232,521.43	230.00	\$1,010
1.00	PZA ACERO INT. 1.60 M SERIE 12	\$257,926.11	230.00	\$1,121
1.00	PZA ACERO INT. 2.40 M SERIE 12	\$276,941.41	230.00	\$1,204
				----- \$3,336.

CARGO = \$3,336.47/M x 3.6740M/M3 = \$12,258.25/M3b
 CARGO POR ACERO DE BARRENACION: \$12,258.25/M3b

B) EXPLOSIVOS

CONSUMO DE EXPLOSIVOS EN:

a.- CARACTERISTICAS DE LOS EXPLOSIVOS

	DENSIDAD	CAPACIDAD DE CARGA EN EL BARRENO	PARA POSTCOR
TOVEX 100 DIAM.	1.20 GR/C.C.	.61 KG./M	.30 KG
SUPERMEXAMON "D" (SOPLADO NEUMATICAMENTE)	.95 GR/C.C.	.48 KG/M	

b.- DISTRIBUCION

No. BARRENOS	PZA	6.00	10.00	5.00	12.00	33.0
CARGA DE FONDO (LONGITUD)	M	2.20	2.10	2.20	2.20	
TOVEX 100 1" CARGA DE COLUMNA (LONGITUD)	KG	1.34	1.28	1.34	1.00	
SUPERMEXAMON "D" TACO (LONG.)	M.	.00	.00	.00	.20	

c.- CANTIDAD DE EXPLOSIVOS

TOVEX 100 1"	KG.	8.05	12.81	6.71	12.00	27.5
SUPERMEXAMON "D"	KG.	.00	.00	.00	.00	.0
						----- 27.75

COEF. DE CARGA = $\frac{27.75 \text{ KG}}{2.16 \text{ M} \times 9.98 \text{ M}^2} = 1.28 \text{ KG/M}^3\text{b}$

TOVEX 100 :	27.57 KG	100.00%
SUPERMEXAMON:	.00 KG	.00%
	-----	-----
	27.57 KG	100.00%
		210

COSTO:

TOVEX 100:

$$\text{CARGO} = 1.28 \text{ KG/M3b} \times \$7,856.07/\text{KG} \times 1.0000 = \$10,048.22/\text{M3b}$$

SUPERMEXAMON "D"

$$\text{CARGO} = 1,28 \text{ KG/M3b} \times \$736.70/\text{KG} \times .0000 = \$.00 / \text{M3b}$$

ESTOPINES MS DE 5 M:

6.00 PZAS x \$2,989.34/PZA

$$\text{CARGO} = \frac{6.00 \text{ PZAS} \times \$2,989.34/\text{PZA}}{2.16 \text{ M} \times 9.98 \text{ M}^2} = \$832.04/\text{M3b}$$

ESTOPIN RETARDO DE 5 M (MARK V):

15.00 PZAS x \$2,793.87/PZA

$$\text{CARGO} = \frac{15.00 \text{ PZAS} \times \$2,793.87/\text{PZA}}{2.16 \text{ M} \times 9.98 \text{ M}^2} = \$1,944.08/\text{M3b}$$

ALAMBRE TW-20 ANTENA:

50.00 M. x 2 x \$226.29/M.

$$\text{CARGO} = \frac{50.00 \text{ M.} \times 2 \times \$226.29/\text{M.}}{2.16 \text{ M} \times 9.98 \text{ M}^2} = \$1,049.72/\text{M3b}$$

ALAMBRE TW-14 LINEA DE TRONADA:

50.00 M x 2.00 x \$557.97/M

$$\text{CARGO} = \frac{50.00 \text{ M} \times 2.00 \times \$557.97/\text{M}}{200.00 \times 2.16 \text{ M} \times 9.98 \text{ M}^2} = \$ 55.91/\text{M3b}$$

2 x 2.16

PRIMACORD REFORZADO PARA POST-CORTE:

$$12.00 \text{ BARR.} \times (2.40 \text{ M/BARR} + .10 \text{ ESP.}) + 7.50 \text{ M} = 37.50 \text{ M}$$

$$\text{CARGO} = \frac{37.50 \text{ M} \times \$727.76/\text{PZA}}{2.16 \text{ M} \times 9.98 \text{ M}^2} = \$1,266.00$$

CARRIZOS PARA PREFORMAR CARGA DE POST-CORTE:

12.00 PZAS x \$172.50/PZA

$$\text{CARGO} = \frac{12.00 \text{ PZAS} \times \$172.50/\text{PZA}}{2.16 \text{ M} \times 9.98 \text{ M}^2} = \$96.03/\text{M3}$$

CINTA ADHESIVA

$$\text{CARGO} = \frac{2.00 \text{ ROLLO} \times \$3,505.90/\text{M}}{2.16 \text{ M} \times 9.98 \text{ M}^2} = \$325.27/\text{M}$$

CARGO POR EXPLOSIVOS: \$15,654.76/M3b
 RESUMEN DE EXCAVACION DE GALERIAS DE DRENAJE:

I. EQUIPO	\$55,968.34/M3b
II. OPERACION Y MANO DE OBRA	\$69,244.17/M3b
III. MATERIALES	
1. DE CONSUMO	
a).- ACERO DE BARRENACION	\$12,258.25/M3b
b).- EXPLOSIVOS	\$15,654.76/M3b

	\$27,913.01/M3b

CARGO EXCAVACION =	\$153,125.52/M3b

2. INSTALACIONES SUBTERRANEAS

DEL ANALISIS BASICO DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS

MATERIALES = \$4,419.64/M3b

3. AGUA TECNICA

CONSUMO = .25 M3a/M3b

MANO DE OBRA	= \$1,073.52/M3a x .25 M3a/M3b	= \$268.38/M3b
MATERIALES	= \$ 757.56/M3a x .25 M3a/M3b	= \$189.39/M3b
MAQUINARIA	= \$ 423.75/M3a x .25 M3a/M3b	= \$105.94/M3b
FLETES	= \$ 6.02/M3a x .25 M3a/M3b	= \$ 1.50/M3b

4. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO.

SE CONSIDERA QUE SOLO SE ESPARCIRA EL: 30.00% DEL MATERIAL.

A) EQUIPO.

TRACTOR DBk: \$139,061.30/Hr

VELOCIDAD DE AVANCE = 3.90 Km/Hr
 VELOCIDAD DE RETROCESO = 6.80 Km/Hr
 CAPACIDAD DE LA HOJA = 6.00 M3s 7.80 Yd3s

RENDIMIENTO:

CICLO DEL TRACTOR:

TIEMPOS FIJOS: .10 MIN

TIEMPO DE AVANCE:

0.20 Km x 60 MIN/HR
 ----- = .31 MIN
 3.90 Km/Hr

TIEMPO DE RETROCESO:

.020 Km x 60 Min/Hr
 ----- = .18 MIN
 6.80 Km/Hr

TIEMPO TOTAL: .58 MIN

FACTOR DE OPERACION: .75

FACTOR DE EFICIENCIA: .75

RENDIMIENTO:

6 M3s/Ciclo x 60.00 Min/Hr x .75 x .75
 ----- = 346.65 M3s/Hr
 .58 Min/Ciclo

FACTOR DE RENDIMIENTO:

2,500.00 Kg/M3b
 ----- = 1.54 M3s/M3b
 1,790.00 Kg/M3s

CARGO = $\frac{\$139,061.30/\text{Hr} \times 1.54 \text{ M3s/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr}}$ = \$185.15/M3b

B) MANO DE OBRA

1.00 OPERADOR DE TRACTOR "AA"	x \$95,218.40/Tno = \$95,218.40/T	
1.00 AYUDANTE GRAL.	x \$33,557.68/Tno = \$33,557.68/T	

		\$128,776.08/T
3.00% HERR. Y EQ. DE SEG.		\$ 3,863,28/T

		\$132,639.36/T

$$\frac{\$132,639.36/\text{Tno} \times .154 \text{ M3s/M3b} \times .30}{346.65 \text{ M3s/Hr} \times 8 \text{ Hr/Tno} \times .75} = \$29,43/\text{M3b}$$

CARGO POR BORDEO -----
\$214.58/M3b

5. RESUMEN

MANO DE OBRA	=	\$69,541.99/M3b
MATERIALES	=	\$32,522.03/M3b
MAQUINARIA	=	\$56,259.43/M3b
FLETES	=	\$ 1.50/M3b

COSTO DIRECTO	=	\$158,324.95/M3b
42.00% COSTO INDIRECTO	=	\$ 66,496.48/M3b

PRECIO UNITARIO	=	\$224,821.43/M3b

VI.I.VII CUBICACION EN BANCO DE EXCAVACION

UNIDAD: M3b
CANTIDAD: 200,000.00

ACTIVIDADES INCLUIDAS.

1. EXCAVACION
2. REMOCION, CARGA, ACARREO LIBRE Y DESCARGA DEL MATERIA
3. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO.

ANALISIS DEL CONCEPTO:

1. EXCAVACION

SE REALIZARA LA EXCAVACION DE UN 5.00% DEL MATERIAL PERFORADORA DE PISO Y LO RESTANTE CON TACK-DRILL DE 3 DIAMETRO.

DEL ANALISIS BASICO: B. Y V. 1 SE TIENEN LOS SIGUIE COSTOS:

COSTO POR EXCAVACION CON PERFORADORA DE PISO:
COSTO M.O. = \$5,591.64/M3b x .05 = \$279.58/M3b
COSTO MAT. = \$5,472.03/M3b x .05 = \$273.64/M3b
COSTO MAQ. = \$3,090.34/M3b x .05 = \$154.52/M3b

1.1 COSTO POR EXCAVACION CON PERFORADORA DE PISO: \$707.74/M3b

DEL ANALISIS BASICO: B. Y V. 2 SE TIENEN LOS SIGUIE COSTOS:

COSTO POR EXCAVACION CON TRACK DRILL:
COSTO M.O. = \$546.41/M3b x .95 M3b = \$519.09/M3b
COSTO MAT. = \$1,564.06 M3b x .95 M3b = \$1,405.05/M3b
COSTO MAQ. = \$1,192.41/M3b x .95 M3b = \$1,132.79/M3b

1.2 COSTO POR ESCAVACION CON TRACK DRILL: \$3,137.73/M3b

2. REMOCION, CARGA, ACARREO LIBRE Y DESCARGA DEL MATERI

DEL ANALISIS BASICO RCAR-6-D SE TIENE:

	CARGO MANO DE OBRA	=	\$510.96/M3b
	CARGO MATERIALES	=	\$.00 /M3b
	CARGO MAQUINARIA	=	\$3,729.00

CARGO POR REMOCION, CARGA, ACARREO LIBRE Y		=	\$4,238.55
DESCARGA DEL MATERIAL:			

3. RESUMEN:

MATERIALES		=	\$1,759.49
MANO DE OBRA		=	\$1,309.63
MAQUINARIA		=	\$5,014.90
FLETES		=	\$.00

COSTO DIRECTO		=	\$8,084.02
IND. Y UTILIDAD	42.00%	=	\$3,395.29

PRECIO UNITARIO			\$11,499.31

BARRENACION CON PERFORADORA DE PISO Y VOLADURA:

BARRENACION

DETERMINACION DE LA PLANTILLA DE BARRENACION:

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	VALORES PARA DETERMINACION DEL BORDO TEO
1. ALTURA DEL BANCO		1.30	CONSTANTE DE c = .50
2. DIAMETRO DE BARRENACION	PULG	1 5/16" 33.00	C = .45
			DENSIDAD DEL EXPLOSIVOS:
3. BORDO TEORICO: diam en a. P x S			GODYNE DIAS C 1.20x.30 = .
----- =		.98	
33.00 cxfx(E/B)			ANFOMEX .84 x .70
BORDO PRACTICO		1.00	=
4. ESPACIAMIENTO 1.25x(3)		1.25	DENS. PROM.=
5. SUB-BARRENACION 0.30x(3)		.30	FUERZA DEL EXPLOSIVO: GODYNE DIEZ CHICO .73 x
6. LONGITUD DE BARRENACION 1.00 x [(1)+(5)]		1.60	=
7. VOLUMEN DE MET. POR CADA BARRENO (3)x(4)x(1)	3b/BARRE-	1.63	ANFOMEX X . x . = .42
8. BARRENACION ESPECIFICA	m/m3b,	.9846	FUERZA PROM." =.64
9. TIPO DE MAQUINA	Modelo	S-58D	FACTOR DE INCLINACION: a) SI VERTIC f=1.00
10. COMPRESOR	pca	600.00	b) SI 3:1 f=. c) SI 2:1 f=. En este caso a
			----- 1.

11. VELOCIDAD PROM. DE LA BARRENACION	m/hr	4.00	FACTOR P/DET LOGN. DE BARRACION: a) SI VERTICA Lb=1.0000 b) SI 3:1 Lb=1.0541 c) SI 2:1 Lb=1.1180
12. RENDIMIENTO=(11)/(8)	m3b/hr Perf. 213	4.06	
			En este caso: a ----- 1.0000
13. RENDIMIENTO=(12) X 8 hr/t x 0.75	m3b/Tno Perf.	24.30	RELACION Esp ciamiento/Bo = 1.25
14. RENDIMIENTO POR GRUPO DE PERFORADORAS 5.00 PERFORADORAS x (13)	m3b/T Gpo perf.	121.89	
15. TIPO DE ROCA			Ignimbrita Dacitica
16. FACTOR DE CARGA DE EXPLOSIVOS	Kg/m3b	.45	
17. INDICE DE VIDA ECONOMICA DE LA BROCA	m BARRENADOS	175.00	

A) EQUIPO

5.00 PERF. PISO x \$3,861.40/hr = \$19,307.00/hr
 1.00 COMP. 600 PCM \$26,100.04/hr = \$26,100.04/hr

 \$45,407.04/hr

RENDIMIENTO = 4.06 m3/hr-PERF

CARGO = $\frac{\$45,407.04/\text{hr}}{4.06 \text{ m}^3/\text{hr-PERF} \times 5.00 \text{ perf.}}$ = \$2,235.42/m3b

B) MANO DE OBRA:

1.00	CABO OFICIOS	x \$66,623.36/tno	=	\$66,623.36/tno
1.00	OP. COMPRESOR	x \$45,903.60/tno	=	\$45,903.60/tno
5.00	PERFORISTAS	x \$49,036.00/tno	=	\$245,100.00/tno
5.00	AYUDANTES	x \$33,557.68/tno	=	\$167,788.40/tno

				\$525,495.36/tno
3.00	HERR. Y EQ. DE SEGURIDAD.			\$ 15,764.86/tno

				\$541,260.22/tno

$$\text{CARGO} = \frac{\$541,260.22/\text{tno}}{24.38 \text{ m}^3/\text{tno-perf} \times 5.00 \text{ perf.}} = \$4,441.11/\text{m}^3\text{b}$$

C) MATERIALES Y HERRAMIENTA

ACERO INTEGRAL SERIE 11 DE:

.80	.80 m	=	\$210,731.20/pza
1.60	1.60 m	=	\$234,797.90/pza
2.40	.00 m	=	\$.00/pza
3.20	.00 m	=	\$.00/pza

	1.60 m		\$445,529.10/pza

$$\text{METROS EQUIVALENTES DE ACERO} \quad 1.60 \text{ m} / 2.00 \text{ pza} = .80 \text{ m/pza}$$

COSTO POR METRO DE ACERO:

$$\frac{\$445,529.10/\text{pza}}{.80 \text{ m/pza}} = \$556,911.38/\text{m DE ACERO}$$

$$\text{INDICE DE LA VIDA ECONOMICA} \quad 175.00 \text{ m/m de acero}$$

$$\text{BARRENACION ESPECIFICA} = .9846 \text{ m/m}^3$$

$$\text{CARGO} = \frac{\$556,911.38/\text{m de acero} \times .9846 \text{ m/m}^3}{175.00 \text{ m/m de acero}} = \$3,133.39$$

$$\text{CARGO POR BARRENACION CON PERFORADORA} : \$9,809.92$$

VI.I.VIII CUBICACION EN BANCO DE EXCAVACION

UNIDAD: M3b
CANTIDAD: 200,000.00

ACTIVIDADES INCLUIDAS:

1. EXCAVACION
2. REMOCION, CARGA, ACARREO LIBRE Y DESCARGA DEL MATERIA
3. ESPARCIDO DEL MATERIAL EN ALMACEN Y/O BANCOS DE DESPERDICIO.

ANALISIS DEL CONCEPTO:

1. EXCAVACION

SE REALIZARA LA EXCAVACION DE UN 5.00% DEL MATERIAL PERFORADORA DE PISO Y LO RESTANTE CON TRACK-DRILL DE 3 DIAMETRO.

DEL ANALISIS BASICO: B. Y V. 1 SE TIENEN LOS SIGUIE COSTOS:

COSTO POR EXCAVACION CON PERFORADORA DE PISO:

COSTO M.O. = \$5,591.64/M3b x .05 = \$279.58/M3b
COSTO MAT. = \$5,472.03/M3b x .05 = \$273.64/M3b
COSTO MAQ. = \$3,090.34/M3b x .05 = \$154.52/M3b

1.1 COSTO POR EXCAVACION CON PERFORADORA DE PISO : \$707.74/M3b

DEL ANALISIS BASICO: B. Y V. 2 SE TIENEN LOS SIGUIENTES COSTOS:

COSTO POR EXCAVACION CON TRACK DRILL:

COSTO M.O. = \$ 546,41/M3b x .95 M3b = \$ 519.09/M3b
COSTO MAT. = \$1,564.06/M3b x .95 M3b = \$1,405.05/M3b
COSTO MAQ. = \$1,192.41/M3b x .95 M3b = \$1,132.79/M3b

1.2. COSTO POR EXCAVACION CON TRACK DRILL : \$3,137.73/M3b

2. REMOCION, CARGA, ACARREO LIBRE Y DESCARGA DEL MATERIA

DEL ANALISIS BASICO RCAR-6-D SE TIENE:

CARGO MANO DE OBRA	=	\$510.96/M3b
CARGO MATERIALES	=	\$.00/M3b
CARGO MAQUINARIA	=	\$3,727.59/M3b

CARGO POR REMOCION, CARGA, ACARREO=		\$4,238.55/M3b
LIBRE Y DESCARGA DEL MATERIAL		

RESUMEN:

MATERIALES	=	\$1,759.49
MANO DE OBRA	=	\$1,309.63
MAQUINARIA	=	\$5,014.90
FLETES	=	\$.00

COSTO DIRECTO		\$8,084.02
IND. Y UTILIDAD 42.00%		\$3,395.29

PRECIO UNITARIO		\$11,479.31

BARRENACION CON PERFORADORA DE PISO Y VOLADURA

BARRENACION

DETERMINACION DE LA PLANTILLA DE BARRENACION:

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	VALORES PARA DETERMINACION DEL BORDO TEOR
1. ALTURA DEL BANCO		5.30	CONSTANTE DE R c = .50
2. DIAMETRO DE BARRENACION PULG		1 5/16" 33.0	c = .45
3. BORDO TEORICO: diam en a. P x S ----- 33.0 cxfx(E/B)		.98	DENSIDAD DEL EXPLOSIVO. GODYNE DIAS CH 1.20 x .30 = . ANFOMEX .84 x = .59
BORDO PRACTICO		1.00	DENS. PROM.=.9
4. ESPACIAMIENTO 1.25x(3)		1.25	FUERZA DEL EXPLOSIVO: GODYNE DIEZ CHICO .73x.30=
5. SUB-BARRENACION .30x(3)		.30	
6. LONGITUD DE BARRENACION 1.00x (1)+(5)		1.60	ANFOMEX x.6x.7=
7. VOLUMEN DE MET. POR CADA 3b/BARRE- BARRENO (3)x(4)x(1) NO		1.63	FUERZA PROM."S = .64
8. BARRENACION ESPECIFICA	m/m3b	.9846	FACTOR DE INC NACION: a) SI VERTICAL F=1.00 b) SI 3:1 f=.90 c) SI 2:1 f=.80 En este caso: a ----- 1.00
9. TIPO DE MAQUINA	Modelo	S-58D	
10. COMPRESOR	pca	600	

11. VELOCIDAD PROM. DE BARRENACION	m/hr	4.00	FACTOR P/DETER LONG. DE BARRENACION:
			a) SI VERTICAL: Lb=1.0000
			b) SI 3:1 Lb=1.0541
12. RENDIMIENTO=(11)/(8) Perf.	m3b/hr	4.6	c) SI 2:1 Lb=1.1180
			En este caso: a
13. RENDIMIENTO=(12)x8 hr/t x 0.75	m3b/TON Perf:	24.30	----- 1.00 Relacion Espaciamiento/Bor 1.25
14. RENDIMIENTO POR GRUPO DE PERFORADORAS 5.00 PERFORADORASx(13)	m3b/t Gpo. perf.	121.89	
15. TIPO DE ROCA			Ignimbrita Dacitica
16. FACTOR DE CARGA DE EXPLOSIVOS	Kg/m3b	.45	
17. INDICE DE VIDA ECONOMICA DE LA ROCA	m barrenados	175.00	

A) EQUIPO

5.00 PERF. PISO x \$3,861.40/hr	=	\$19,307.00/hr
1.00 COMP. 600 PCM \$26,100.04/hr	=	\$26,100.04/hr

		\$45,407.04/hr

RENDIMIENTO = 4.06 m3/hr-perf

CARGO = $\frac{\$45,407.04/\text{hr}}{4.06 \text{ m}^3/\text{hr-perf} \times 4.00 \text{ perf.}}$ = \$2,235.42/m3b

B) MANO DE OBRA:

1.00 CABO OFICIOS x \$66,623.36/tno =	\$66,623.36/tno
1.00 OP. COMPRESOR x \$45,903.60/tno=	\$45,903.60/tno
5.00 PERFORISTAS x \$49,036.00/tno =	\$245,100.00/tno
5.00 AYUDANTES x\$33,557.68/tno =	\$167,788.40/tno

	\$525,495.36/tno
3.00 HERR. Y EQ. DE SEGURIDAD	\$ 15,764.86/tno

	\$541,260.22/tno

CARGO =----- \$541,260.22/tno -----= \$4,441.11/m3b
 24.38 m3/tno-perf x 5.00 perf.

C) MATERIALES Y HERRAMIENTA

ACERO INTEGRAL SERIE 11 DE:

.80 .80 m =	\$210,731.20/pza
1.60 1.60 m =	\$234,797.90/pza
2.40 .00 m =	\$.00/pza
3.20 .00 m =	\$.00/pza

1.60	\$445,529.10/pza

METROS EQUIVALENTES DE ACERO 1.60m/2.00 pza = .80 m/pza

COSTO PORMETRO DE ACERO:

\$445,529.10/pza
 ----- = \$556,911.38/m DE ACERO
 .80 m/pza

INDICE DE LA VIDA ECONOMICA 175.00 m7m de acero

BARRENACION ESPECIFICA = .9846 m/m3

\$556,911-39/m de acero x .9846 m/m3

CARGO =----- \$3,133.39/m3
 175.00 m/m de acero

CARGO POR BARRENACION CON PERFORADORA: \$9,809.92/m3
 224

VI.II CARGA DE EXPLOSIVOS Y VOLADURA

CONFORMACION DE LA CARGA DE EXPLOSIVOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1.TIPO DE ROCA		IGNIMBR DACTICA
2.FACTOR DE CARGA DE EXPLOSIVOS	Kg/m3b	.45
3.PORCENTAJE DE ALTO EXPLOSIVO	%	30.00%
4.ALTO EXPLOSIVO EN LA CARGA DE FONDO	Kg/m3b	.14
5.DENSIDAD DEL:GODYNE 300	Kg/Dm3	1.20
6.DIAMETRO DE LA BARRENACION	m	33.00
7.CAPACIDAD DEL BARRENO	Dm3/m	.86
8.VOLUMEN DE ROCA POR CADA BARRENO	m3b/barr	1.63
9.CARGA DE FONDO GODYNE 300	kg	.22
	m	.21
10.PORCENTAJE DE AGENTE EXPLOSIVO	%	70.00%
11.AGENTE EXPLOSIVO EN CARGA DE COLUMNA	Kg/m3b	.32
12.DENSIDAD DEL: ANFOMEX X	Kg/Dm3	.84
13.CARGA DE COLUMNA ANFOMEX X	Kg	.51
	m	.71
14.TACO (TAPON MATERIAL INNERTE)	m	.67

A) MATERIALES

GODYNE 300

$$.1350 \text{ kg/m3b} \times \$7,383.40/\text{kg} = \$996.76/\text{m3b}$$

ANFOMEX X

$$.3150 \text{ kg/m3b} \times \$ 576.73/\text{kg} = \$101.67/\text{m3b}$$

CONECTORES:

8.00 pza (para: 75.00 barrenos/tno)

$$\text{-----} = .0656 \text{ pza/m3}$$

$$121.88 \text{ m3b/T Gpo perf}$$

$$.0656 \text{ pza/m3b} \times \$4,079.80/\text{pza} = \$267.80/\text{m3b}$$

E-CORD

$$2.95 \text{ m/barreno}$$

$$\text{-----} = 1.8154 \text{ m/m3b}$$

$$1.63 \text{ m3b/barreno}$$

$$1.8154 \text{ m/m3b} \times \$483.62/\text{pza} = \$877.96/\text{m3b}$$

CAPSULAS FULMINANTES:

2.00 pza (para: 75.00 barrenos/tno)
-----=0.164 pza/m3b
121.88 m3b/T Gpo perf
.0164 pza/m3b x \$318.32/pza = \$5.22 / m3b

MECHA BLANCA:

3.00 m (para: 75.00 barrenos/tno)
----- = 0.0246 m/m3b
121.88 m3b/T Gpo perf
.246 m/m3b x \$407.26/m = 10.02/m3b

CARGO POR MATERIALES \$2,339.44/m3b

B) MANO DE OBRA

1.00 OPERADOR DE COMPRESOR x \$45,903.60/tno = \$45,903.60/
1.00 POBLADOR x \$49,036.00/tno = \$49,036.00/
1.00 CARGADOR DE EXPLOSIVOS x \$41,196.00/tno = \$41,196.00/

3.00% HERR Y EQ DE SEGURIDAD = \$136,136.40/t
= \$ 4,084.09/t

\$140,220.49/t

4.00 m/hrr-perf. x 5.00 perf. x 6.00 hr/tno
BARR/TURN=-----=75 barr
1.60 m/barreno

\$140,220.49/tno
CARGO = ----- = \$1,150.53/m3b
1.63 m3b/barr x 75.00 barr/tno

C) EQUIPO

COMPRESOR DE 325 PCM \$20,838.54/HR

$$\text{CARGO} = \frac{3.00 \text{ min/barr} \times \$20,838.54/\text{hr}}{1.63 \text{ m3b/barr} \times 60 \text{ min/hr} \times 0.75} = \$854.91/\text{m3b}$$

$$\text{CARGO POR EXPLOSIVOS} = \$4,344.88/\text{m3}$$

RESUMEN DEL CARGO POR EXCAVACION CON PERFORADORA DE PISO.

$$\text{CARGO M.O.} = \$4,441.11/\text{m3b} + \$1,150.53/\text{m3b} = \$5,591.64/\text{m3b}$$

$$\text{CARGO MAT.} = \$3,133.39/\text{m3b} + \$2,339.44/\text{m3b} = \$5,472.83/\text{m3b}$$

$$\text{CARGO MAQ.} = \$2,235.42/\text{m3b} + \$854.91/\text{m3b} = \$3,090.34/\text{m3b}$$

$$\text{CARGO POR EXCAVACION CON PERFORACION DE PIES} = \$14,154.01/\text{m3b}$$

VI.III EXCAVACION CON TRACK DRILL:

BARRENACION

DETERMINACION DE LA PLANILLA DE BARRENACION

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	VALORES PARA LA DETERMINACION DEL BORDO TEORICO
1. ALTURA DEL BANCO	m	7.79	CONSTANTE DE ROCA c = .50
-DIAMETRO DE BARRENACION	pulg mm	3.00 76.20	c = .45
3. BORDO TEORICO = diam(mm) x F P x S ----- + ---- = 33.00 c x f x (E/B)	m	2.47	DENSIDAD DEL EXPLOS Godyne 500=1.20 x .30 = .36
BORDO PRACTICO	m	2.50	Anfomex X .04 xx .70 = .59 Densidad prom. "P" =
4. ESPACIAMIENTO 1.25 x (3)	m	3.3	FUERZA DEL EXPLOSI Godyne 500=.61x.3 =.18
5. SUB-BARRENACION .30 x (3)	m	.75	Anfomex X .60x.70 Anfomex X .60x.70 =.42
6. LONGITUD DE BARRENACION 1.0541 x (1)+(5)	m m	9.0 9.0	FUERZA PROMEDIO " =.60
7. VOLUMEN DE MAT. p/cada BARRENO (3)x(4)x(1)	m3b/Ba- rreno	60.84	FACTOR DE INCLINAC a) Si vertical f=1. b) Si 3:1 f=. c) Si 2:1 f=.
8. BARRENACION ESPECIFICA (6)/(7)	m/m3b	.1479	En este caso: b .
9. TIPO DE MAQUINA (TRACK) (PERFORADORA)	Modelo Modelo	CH350 VL120	FACTOR PARA DETERM LONG. DE BARRENACIO a) Si vertical Lb=1. b) Si 3:1 Lb=1.0541 c) Si 2:1 Lb=1.1180 En este caso: B 1.0
10. COMPRESOR	pcm	600	
11. VELOCIDAD PROM DE LA BARRENACION	m/hr	12	
12. RENDIMIENTO =(11)/(8)	m3b/hr	67.61	
13. RENDIMIENTO= (12) x 8 hr/t x 0.75	m3b/t	405.63	Relacion espaciamic Bordo = 1.25

14. TIPO DE ROCA	Ignimbrita Basitica	
15. FACTOR DE CARGA DE EX- PLOSIVOS.	Kg/m3b .45	
16. INDICE DE VIDA ECONO- MICA	m barre- nados 230	FACTOR DE FORMACION F = 1.06

1.00 PERF. S/O CM-350 VL120	x \$49,935.10/hr	= \$49,935.10/hr
1.00 COMPRESOR 600 PCM	x \$26,100.04/hr	= \$26,100.04/hr
.10 CAMIONETA ESTACAS 3 TONx	\$13,560.23/hr	= \$ 1,356.02/hr
		<u>\$77,391.16/hr</u>

	\$77,391.16/hr	
CARGO =	-----	= \$1,144.75/m3b
	67.61 m3b/hr	

B) MANO DE OBRA

.25 CABO DE OFICIOS	x \$66,623.26/tno	= \$16,655.84/t
1.00 OPERADOR DE TRACK-DRILL	x \$53,339.36/tno	= \$53,339.36/t
1.00 OP. COMPRESOR	x \$45,903.60/tno	= \$45,903.60/t
1.00 AYUDANTE	x \$33,557.68/tno	= \$33,557.68/t
.10 CHOFER DE CAMIONETA	x \$46,162.72/tno	= \$ 4,616.27/t

		<u>\$154,072.75/tn</u>
3.00 HERR Y EQ DE SEGURIDAD		\$ 4,622.18/tn
		<u>\$158,694.93/tn</u>

	\$158,694.93/tno	
CARGO =	-----	= \$391.23/m3b
	405.63 m3b/t	

C) MATERIALES

COSTO (UNID)	VIDA UTIL (M)	CARGO (\$/M)	CARGO (\$/m3b)	
3.00 BARRA 10'		\$475,491.77	1.500.00	\$950.98 \$140
3.00 COPLE		\$ 92,293.23	1.500.00	\$184.59 \$ 27
1.00 ZANCO		\$287,673.83	2.000.00	\$143.84 \$ 21
1.00 BROCA (PULG) 3.0		\$432,102.91	230.00	\$1,878.71\$277

CARGO POR MATERIALES =		<u>\$467.14/m3</u>
	229	

1.2 CARGA DE EXPLOSIVOS Y VOLADURA

CONFORMACION DE LA CARGA DE EXPLOSIVOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1. TIPO DE ROCA		IGNIMBRITA DACITICA
2. FACTOR DE CARGA DE EXPLOSIVOS	Kg/m3b	.45
3. PORCENTAJE DE ALTO EXPLOSIVO	%	30.00%
4. ALTO EXPLOSIVO EN LA CARGA DE FONDO	Kg/m3b	.14
5. DENSIDAD DEL: GODYNE 300	Kg/Dm3	1.20
6. DIAMETRO DE LA BARRENACION	m	33.00
7. CAPACIDAD DEL BARRENO	Dm3/m	.86
8. VOLUMEN DE ROCA POR CADA BARRENO	m3b/BARR.	1.63
9. CARGA DE FONDO GODYNE 300	kg	.22
	m	.21
10. PORCENTAJE DE AGENTE EXPLOSIVO	%	70.00%
11. AGENTE EXPLOSIVO EN CARGA DE COLUMNA	Kg/m3b	.32
12. DENSIDAD DEL: ANFOMEX X	Kg/Dm3	.84
13. CARGA DE COLUMNA ANFOMEX X	Kg	.51
	m	.71
14. TACO (TAPON MATERIAL INERTE)	m	.67

A) MATERIALES

GODYNE 300

$$.1350 \text{ kg/m3b} \times \$7,383.40/\text{kg} = \$996.76/\text{m3b}$$

ANFOMEX X

$$.3150 \text{ kg/m3b} \times \$ 576.73/\text{kg} = \$101.67/\text{m3b}$$

CONECTORES:

8.00 PZA (PARA: 75.00 BARRENOS/TNO)

$$= .0656 \text{ PZA/m3b}$$

$$121.88 \text{ m3b/T Gpo perf}$$

$$.0656 \text{ pza/m3b} \times \$4,079.80/\text{pza} = \$267.80/\text{m3b}$$

E-CORD

2.95 m/barreno

$$= 1.8154 \text{ m/m3b}$$

1.63 m3b/barreno

$$1.8154 \text{ m/m3b} \times \$483.62/\text{pza} = \$877.96/\text{m3B}$$

CAPSULAS FULMINANTES:

$$\begin{aligned} 2.00 \text{ pza (para: 75.00 barrenos/tno)} & \\ \hline & = .0164 \text{ pza/m3b} \\ 121.88 \text{ m3B/T Gpo perf} & \\ .0164 \text{ pza/m3b} \times \$318.32/\text{pza} & = \$5.22 / \text{m3b} \end{aligned}$$

MECHA BLANCA:

$$\begin{aligned} 3.00 \text{ m. (para: 75.00 barrenos/tno)} & \\ \hline & = 0.0246 \text{ m/m3b} \\ 121.88 \text{ m3b/T Gpo perf} & \\ .0246 \text{ m/m3b} \times \$407.26/\text{m} & = 10.02/\text{m3b} \end{aligned}$$

$$\text{CARGO POR MATERIALES} = \$2,339.44/\text{m3b}$$

B) MANO DE OBRA

$$\begin{aligned} 1.00 \text{ OPERADOR DE COMPRESOR} & \times \$45,903.60/\text{TNO} = \$45,903.60/\text{TN} \\ 1.00 \text{ POBLADOR} & \times \$49,036.00/\text{TNO} = \$49,036.00/\text{TN} \\ 1.00 \text{ CARGADOR DE EXPLOSIVOS} & \times \$41,196.00/\text{TNO} = \$41,196.00/\text{TN} \end{aligned}$$

$$\hline \$136,136.40/\text{T}$$

$$3.00\% \text{ HERR Y EQ. DE SEGURIDAD} \quad \$ 4,084.09/\text{TNO}$$

$$\hline \$140,220.49/\text{T}$$

$$\begin{aligned} 4.00 \text{ m/hrrr-perf.} \times 5.00 \text{ perf.} \times 6.00 \text{ hr/tno} & \\ \text{BARR/TURNO} = \hline & = 7 \\ & 1.60 \text{ m/barreno} & \text{b} \\ & & \text{t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CARGO} & = \frac{\$140,220.49/\text{tno}}{1.63 \text{ m3b/barr} \times 75.00 \text{ barr/tno}} = \$1,150.53/\text{m3b} \end{aligned}$$

C) EQUIPO

$$\text{COMPRESOR DE 325 PCM} \quad \$20,838.54/\text{HR}$$

$$\begin{aligned} \text{CARGO} & = \frac{3.00 \text{ min/barr} \times \$20,838.54/\text{hr}}{1.63 \text{ m3b/barr} \times 60 \text{ min/hr} \times 0.75} = \$854.91/\text{m3b} \end{aligned}$$

CARGO POR EXPLOSIVOS = \$4,344.88/m

RESUMEN DEL CARGO POR EXCAVACION CON PERFORADORA DE PISO.

CARGO M.O. =	\$4,441.11/m3b	+	\$1,150.53/m3b	=	\$5,591.64
CARGO MAT. =	\$3,133.39/m3b	+	\$2,339.44/m3b	=	\$5,472.83
CARGO MAQ. =	\$2,235.42/m3b	+	\$ 854.91/m3b	=	\$3,090.34

CARGO POR EXCAVACION CON PERFORACION DE PIES: \$14,154.01

CAPITULO VII

EQUIPO PARA EL MANEJO Y CARGA DE EXPLOSIVOS SISTEMAS DE CARGA

VII.I CARGA DE LOS BARRENOS

LA CRECIENTE EFECTIVIDAD Y RENDIMIENTO DE LAS VOLADURAS DE PRODUCCION HA HECHO AUMENTAR LA IMPORTANCIA DE LOS METODOS PARA INTRODUCIR EL EXPLOSIVO EN LOS BARRENOS DE UN MODO MAS RAPIDO Y EFICIENTE. LOS AVANCES EN LA TECNOLOGIA DE LAS PERFORADORAS HAN HECHO POSIBLE REDUCIR LOS TIEMPOS DE PERFORACION, LO QUE HA DADO AUN MAS IMPORTANCIA A LA CARGA DEL BARRENO CON MAYOR EFICACIA, DE MODO QUE PUEDEN UTILIZARSE CON MAYOR AMPLITUD COSTOSOS EQUIPOS MECANICOS. LA DEMANDA DE UNOS METODOS DE CARGA MAS EFICIENTES HA INFLUIDO SIN DUDA EN LOS EXITOS REGISTRADOS POR DIVERSOS EXPLOSIVOS, AUN CUANDO TALES LOGROS NO HAYAN SIDO IMPUTADOS DIRECTAMENTE A LAS POSIBILIDADES DE CARGAR LOS EXPLOSIVOS EN CUESTION. ESTO ES APLICABLE EN GRAN MEDIDA A LOS EXPLOSIVOS DE NITRATO DE AMONIO Y A LAS EMULSIONES REBOMBEABLES, QUE PUEDEN SER CARGADAS A GRANEL HASTA ALCANZAR ALTOS NIVELES DE CAPACIDAD DE CARGA.

EL HECHO DE QUE EN SUECIA HA SIDO POSIBLE CARGAR EXPLOSIVOS DE NITROGLICERINA DE ALTA ENERGIA CON APARATOS DE AIRE COMPRIMIDO HA HECHO COMPETITIVOS A ESTE TIPO DE EXPLOSIVOS, LO CUAL HA DE SER TOMADO EN CONSIDERACION CUANDO SE ESTUDIA EL DESARROLLO DE LOS EXPLOSIVOS EN OTROS PAISES EN LOS QUE, EN MUCHOS CASOS, SOLO HA PODIDO DISPONERSE DE DINAMITA RIGIDA.

EL METODO SUECO DE CARGA CON DYNAMEX B HA RESULTADO MUY COMPETITIVO A NIVEL INTERNACIONAL, LO QUE VIENE A RECORDAR OTRO IMPORTANTE EFECTO QUE SE CONSIGUE CON ESTE METODO: EL BUEN APROVECHAMIENTO DEL BARRENO, CON UNA ELEVADA CONCENTRACION DE ENERGIA EN EL FONDO DEL MISMO. PUEDE ASIMISMO CONSEGUIRSE UNA CARGA DIGNA DE CONFIANZA EN BARRENOS ROTOS, QUE SON DIFICILES DE CARGAR CON CARTUCHOS RIGIDOS Y DE GRAN DIAMETRO.

OTRO MODO DE LOGRAR UNOS METODOS RACIONALES DE CARGA CONSISTE EN DISEÑAR LAS UNIDADES DE EXPLOSIVO DE MODO QUE PERMITAN DIRECTAMENTE UNA OPERACION RAPIDA. LAS CARGAS ALARGADAS ENFUNDADAS EN PLASTICO, POR EJEMPLO, PUEDEN SER CARGADAS RAPIDAMENTE EN LAS VOLADURAS DE CONSTRUCCION DE TUNELES. ADEMÁS SE CONSIGUE UNA CONCENTRACION DE CARGA EQUILIBRADA QUE REDUCE LA CANTIDAD TOTAL NECESARIA, IMPIDIENDO LA FISURACION INNECESARIA DE LA ROCA CIRCUNDANTE.

LA SENSIBILIDAD DE LOS EXPLOSIVOS DE NITROGLICERINA NO HA PERMITIDO EL DESARROLLO DE METODOS DE CARGA A GRANEL. EN EL CASO DEL ASA-G, EN CAMBIO, SU COMPOSICION Y GRADO DE SENSIBILIDAD SI HAN HECHO POSIBLE ESTA MODALIDAD DE CARGA, LO QUE FACILITA LA CARGA EFECTIVA DE UN EXPLOSIVO SOFISTICADO DE ALTA ENERGIA, Y PARECE TENER UNAS POSIBILIDADES DE DESARROLLO PARTICULARMENTE GRANDES.

TODAVIA HAY GRANDES CANTIDADES DE EXPLOSIVO QUE SON CARGADAS CON ATACADOR, LO CUAL RESULTA LO MAS PRACTICO EN EL CASO DE BARRENOS POCO PROFUNDOS Y DE PEQUEÑO DIAMETRO.

VII.I.I. CARGA CON ATACADOR



FIG. 7.1

LOS ATACADORES UTILIZADOS DEBEN SER DE MADERA O DE PLASTICO, SI BIEN EN BARRENOS EN ROCA ALTERADA SE SUELE COLOCAR EN LA PUNTA UN CASQUILLO DE COBRE, PROHIBIENDOSE TERMINANTEMENTE EL USO DEL HIERRO. SE RECOMIENDA QUE UN ATACADOR NO SEA DEMASIADO ANCHO EN RELACION CON EL DIAMETRO DEL TALADRO, YA QUE PUEDE PRODUCIR DAÑOS Y ROTURAS EN EL CORDON DETONANTE O EN LOS CABLES DE LOS DETONADORES DURANTE LOS TRABAJOS DE CARGA.

SI SE QUIERE OBTENER UN BUEN GRADO DE RETACADO CARGANDO CON ATACADOR, DEBE REALIZARSE LA OPERACION INDIVIDUALMENTE CON CADA CARTUCHO, Y ES UNA VENTAJA DISPONER DE EXPLOSIVO ENCARTUCHADO CON DIAMETRO TAN PROXIMO AL DE PERFORACION COMO SEA POSIBLE.

EN EL CASO DE BARRENOS PROFUNDOS FRECUENTEMENTE SE INTRODUCEN Y COMPACTAN VARIOS CARTUCHOS AL MISMO TIEMPO, LO CUAL DA ORIGEN A UNA DISMINUCION DE LA CONCENTRACION DE CARGA DE UN 20-30%, Y ESTO PUEDE INFLUIR DE FORMA IMPORTANTE EN LOS RESULTADOS DE LA VOLADURA. DE ACUERDO CON COOK, UNA REDUCCION DEL 10% EN LA CONCENTRACION DE CARGA PUEDE SIGNIFICAR EN CIERTOS CASOS UNA CAIDA DE PRESION DEL 30% EN EL TALADRO.

EL DETONADOR DEBE SER CORRECTAMENTE COLOCADO EN EL INTERIOR DEL BARRENO DURANTE EL PROCESO DE CARGA, YA QUE, SI SE COLOCA EN DIAGONAL CON RESPECTO AL EJE DEL CARTUCHO, PUEDE DAR LUGAR A UNA INICIACION INCOMPLETA; ADEMAS PUEDE ENGANCHARSE MAS FACILMENTE CONTRA LAS PAREDES DEL BARRENO Y PRODUCIR SU ROTURA AL REALIZAR LA CARGA Y, DADO QUE LA CABEZA DEL DETONADOR PUEDE PERMANECER INTACTA, NO HAY GARANTIA DE QUE SEA OBSERVADO CUANDO SE COMPRUEBA LA VOLADURA.

SI EL ESPESOR DEL CARTUCHO DELANTE DE LA PARTE POSTERIOR DEL DETONADOR NO ES SUFICIENTE, LA INICIACION PUEDE RESULTAR INCOMPLETA, APLICANDOSE PARTICULARMENTE ESTE CASO EN LOS EXPLOSIVOS QUE PRESENTAN UNA MAYOR DIFICULTAD A LA INICIACION.

EN EL CASO DE UTILIZAR DETONADORES DE RETARDO DE MEDIO SEGUNDO Y, SI EL DETONADOR ESTA COLOCADO DIAGONALMENTE EN EL INTERIOR DEL CARTUCHO, PUEDE SER EXPULSADO DURANTE LA INICIACION DE LOS BARRENOS CON RETARDOS DE INTERVALOS MAS BAJOS.

UN ATACADOR PESADO ESTA HECHO DE MADERA CON LASTRE DE PLOMO FUNDIDO QUE LE PROPORCIONA SUFICIENTE PESO. LA MADERA UTILIZADA DEBE SER RESISTENTE AL DESGASTE, POR EJEMPLO, DE ROBLE, PREVIAMENTE TORNEADA Y SUMERGIDA EN AGUA DURANTE VARIOS DIAS, DESPUES DE LO CUAL SE COLOCA EL LASTRE CON UN AHUJERO A LA QUE SE PUEDE ATAR UNA CUERDA O CABLE.

EL ATACADOR PESADO ES UNA HERRAMIENTA EXCELENTE PARA RECONOCER TALADROS Y TAMBIEN PARA COMPACTAR BARRENOS DE GRAN DIAMETRO. EL EXPLOSIVO ENCARTUCHADO EN PLASTICO EN GRANDES DIAMETROS GENERALMENTE SE COMPACTA MAL EN BARRENOS MENORES DE 15 M. DE PROFUNDIDAD; PERO SI SE UTILIZA UN ATACADOR PESADO, LOS CARTUCHOS EN EL FONDO DEL TALADRO BALLENO PUEDEN SER COMPACTADOS DE FORMA QUE SE LOGRE UN APROVECHAMIENTO MEJOR DE LOS MISMOS.

FIG. 7.2

UN CARTUCHO EN EL BARRENO



CORRECTO

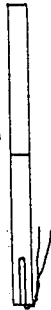


INCORRECTO

VARIOS CARTUCHOS EN EL BARRENO



CORRECTO



INCORRECTO



CORRECTO



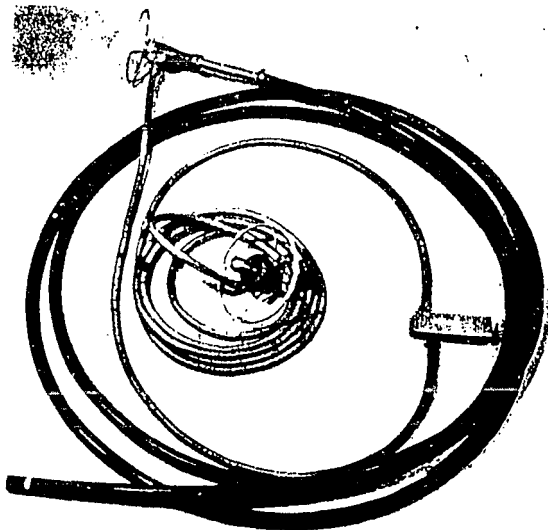
INCORRECTO

VII.I.II CARGADORAS DE AIRE COMPRIMIDO

LOS DISPOSITIVOS DE CARGA CON AIRE COMPRIMIDO HAN SIDO UTILIZADOS EN SUECIA DURANTE UNOS 20 AÑOS. LA PRIMERA VARIEDAD DE LOS MISMOS CONSISTIA EN TUBERIAS DE ALUMINIO CONECTADAS ENTRE SI, Y LOS CARTUCHOS ERAN INYECTADOS EN EL BARRENO CON UNA PRESION DE AIRE DE 3 KG/CM².

DESDE ENTONCES, SE HA SUSTITUIDO EL TUBO DE CARGA POR UN TUBO DE PLASTICO DE DISEÑO ESPECIAL CON TRATAMIENTO ANTIESTATICO. LA CARGADORA INCLUYE UNA VALVULA OPERADA CON EL PIE, UNA VALVULA DE REDUCCION CON EL TUBO DE AIRE, OBTURADOR, TUBO DE CONEXION, Y MANGUERA DE CARGA

FIG. 7.3



EN EL EXTREMO DE LA MANGUERA DE CARGA VA ACOPLADA UNA BOQUILLA QUE LLEVA INCORPORADAS UNAS CUCHILLAS QUE RASGAN EL PAPEL ALREDEDOR DEL CARTUCHO CUANDO ESTE ES IMPULSADO. LA MANGUERA DE CARGA ESTA ESTRIADA EN SENTIDO LONGITUDINAL EN SU INTERIOR, CON OBJETO DE FACILITAR UN AUMENTO DE LA PRESION EN EL CONDUCTO SI UN CARTUCHO QUEDA ATASCADO. LA BOQUILLA VA PROVISTA DE UN MANGUITO DE PROTECCION QUE PUEDE SER REEMPLAZADO CUANDO ESTA DESGASTADO. LO MISMO CABE DECIR DE LAS CUCHILLAS. LA BOQUILLA COMPLETA HA DE SER TAMBIEN SUSTITUIDA CUANDO ESTE GASTADA.

LA MANGUERA DE PLASTICO HA DE POSEER EL DIAMETRO EXTERIOR CORRECTO EN RELACION CON EL BARRENO. NITRO NOBEL RECOMIENDA LAS DIMENSIONES SIGUIENTES:

DIAM DEL CARTUCHO MM	MANGUERA DE PLASTICO DIAM INT. MM	DIAM EXT. MM	DIAM DEL TALADRO MM MINIMUM	DIAM DEL TALADRO MM MAXIMUM
22	23	30	37	48
25	26	34	40	51
29	30	38	45	75
40	41	51	58	100

SE HA COMPROBADO QUE LA OPERACION FUNCIONA MEJOR SI SE AGREGAN UNOS 20 A 40 CARTUCHOS CADA VEZ. EL DETONADOR SE INTRODUCE EN UN CARTUCHO QUE ES IMPULSADO HACIA ADELANTE HASTA EL EXTREMO DE LA MANGUERA, Y LOS CABLES DEL MISMO SE SACAN DE ELLA DESDE EL INTERIOR DEL BARRENO. SE MUEVE HACIA ADELANTE Y HACIA ATRAS LA MANGUERA, CON PEQUEÑOS MOVIMIENTOS QUE EXIGEN LA MINIMA CANTIDAD DE TRABAJO Y ASEGURAN UN BUEN GRADO DE COMPACTACION. EN EL CASO DE UN BARRENO LLENO DE AGUA, PUEDE COLOCARSE ALREDEDOR DE LA MANGUERA UN DISCO DE GOMA O DE UN MATERIAL SIMILAR, CON OBJETO DE PROTEGER AL OPERADOR DEL AGUA PULVERIZADA.

CONSIDERACIONES PRACTICAS:

- * ALMACENAR LAS MANGUERAS DE CARGA EXTENDIDAS, O ENROLLADAS EN UN CIRCULO DE GRAN DIAMETRO.
- * ASEGURARSE DE QUE LA BOQUILLA Y LAS CUCHILLAS ESTAN EN BUEN ESTADO.
- * COMPROBAR QUE LA ALIMENTACION DE AIRE ES SATISFACTORIA Y QUE LA PRESION, PASADA LA VALVULA DE SEGURIDAD, ES DE 3 KG/CM².
- * RESTAURAR LOS CARTUCHOS APLASTADOS ANTES DE INTRODUCIRLOS EN EL APARATO.
- * ALMACENAR EL EXPLOSIVO EN UN LUGAR CALIENTE ANTES DE LA CARGA CON TIEMPO FRIJO.
- * UTILIZAR UNA MANGUERA DEL DIAMETRO ADECUADO PARA EL BARRENO DE QUE SE TRATE.
- * SI SE FORMA UN TAPON, UTILIZAR UNICAMENTE EL TIPO AUTORIZADO DE BOMBA ESPECIAL DE AGUA.

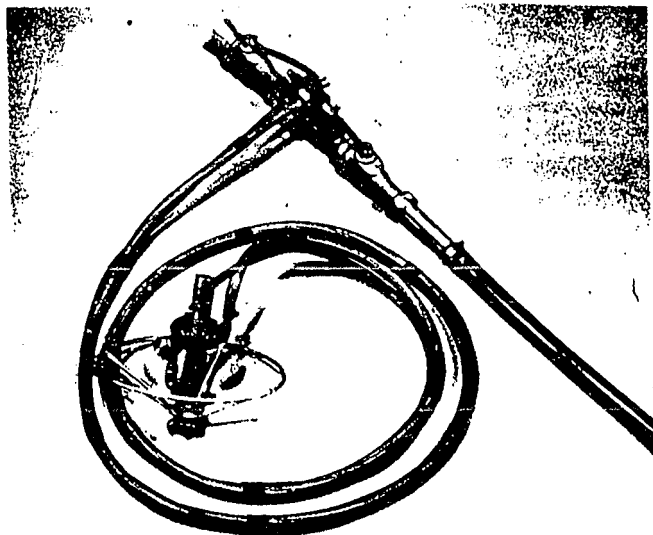
CUANDO SE EMPLEA UNA CARGADORA DE AIRE COMPRIMIDO, LA CONCENTRACION DE CARGA DEBE SER:

DIAM DEL BARRENO MM	CONCENTRACION DE CARGA KG/M (1.25 KG/DM3)
35	1.2
40	1.6
45	2.0
48	2.3
51	2.6
64	4.1
75	5.6

EN EL CASO DE UN RETACADO MUY PRECISO, PUEDE LOGRARSE UNA CONCENTRACION MAS ALTA. ESTA DEPENDE TAMBIEN DE LA RIGIDEZ DEL EXPLOSIVO; CON TEMPERATURAS DEL AIRE BAJAS, EL EXPLOSIVO AUMENTA SU RIGIDEZ, Y LA CONCENTRACION DE LA CARGA PUEDE DISMINUIR.

CARGA SEMIAUTOMATICA.

FIG. 7.4



ESTA MAQUINA PERMITE LA INTRODUCCION CONTINUA DE CARTUCHOS A LA MISMA VELOCIDAD CON QUE SON CARGADOS EN EL BARRENO POR LA MANGUERA. EN LUGAR DE UTILIZAR UNA VALVULA, LOS CARTUCHOS PASAN A TRAVES DE UNA ESCLUSA NEUMATICA ENTRE DOS LENGUETAS. LA PRESION DE AIRE ES MANTENIDA EN EL TUBO MIENTRAS SE INTRODUCEN LOS CARTUCHOS. LA CARGADORA SEMIATUOMATICA PERMITE UNA CAPACIDAD DE CARGA CONSIDERABLEMENTE MAS ELEVADA QUE EL TIPO NORMAL.

CONSIDERACIONES PRACTICAS:

- *INTRODUCIR LOS CARTUCHOS CON UN RITMO REGULAR DE MODO QUE TENGAN TIEMPO PARA LLEGAR AL FINAL DE LA MANGUERA.
- *UTILIZAR UN SOPORTE PARA EL OBTURADOR.
- *MANEJAR LA MAQUINA CON CUIDADO Y MANTENERLA LIMPIA Y BIEN ENGRASADA.
- *ASEGURARSE DE QUE RECIBA SUFICIENTE AIRE COMPRIMIDO.

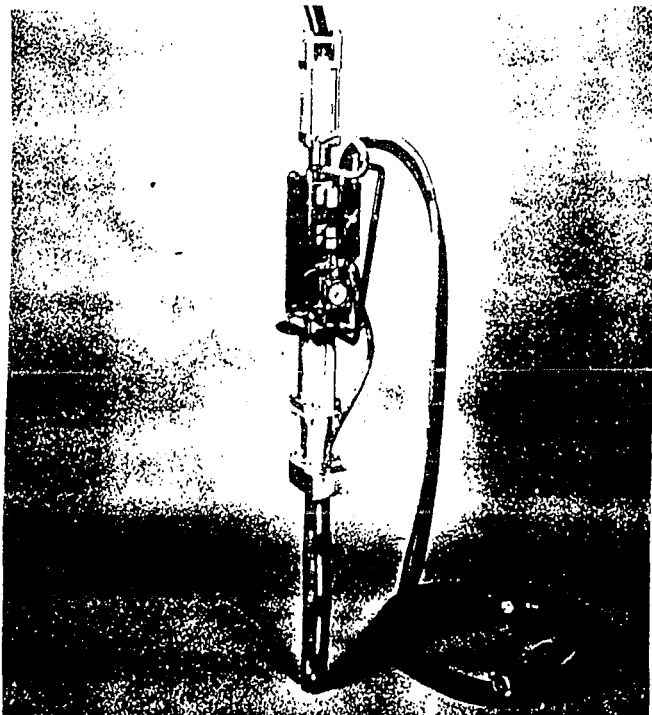




FIG. 7.6

CARGADOR AUTOMATICO

LAS CARGADORAS AUTOMATICAS HAN SIDO UTILIZADAS PRINCIPALMENTE DEBAJO DE LA SUPERFICIE PARA CARGAR BARRENOS DE GRAN LONGITUD, PERO TAMBIEN SE HAN PROBADO EN LOS ULTIMOS AÑOS EN VOLADURAS EN BANCO.

ESTA MAQUINA REALIZA EL RETACADO CON UN TUBO O MANGUERA DE CARGA. SU PRINCIPIO BASICO ES UNA MORDAZA NEUMATICA QUE MANTIENE FIRMEAMENTE EN POSICION A LA MANGUERA MIENTRAS SE MUEVE HACIA ATRAS Y ADELANTE, ACCIONADA MEDIANTE UN CILINDRO AUTOMATICO DE DOBLE ACCION.

SI SE VARIA LA PRESION DEL AIRE EN EL ELEMENTO DE AGARRE, VARIA TAMBIEN LA FRICCION ENTRE LA MANGUERA Y LA MORDAZA, Y CON ELLO EL GRADO DE RETACADO DE LA CARGA. UTILIZANDO UNA CARGADORA AUTOMATICA, UN HOMBRE PUEDE REALIZAR LA OPERACION CON UN OBTURADOR SEMIAUTOMATICO. ESTO IMPLICA QUE LA CAPACIDAD DE CARGA ALZANZADA ES MUY BUENA. EL CONJUNTO DE AMBOS ELEMENTOS CONSTITUYE UN SISTEMA DE CARGA QUE PROPORCIONA UNAS BUENAS POSIBILIDADES DE REALIZAR LA OPERACION CON ALTO RENDIMIENTO Y PLENA UTILIZACION DEL VOLUMEN DEL BARRENO.

ADEMAS, LA CARGADORA AUTOMATICA CONSTITUYE UN METODO MAS FAVORABLE DESDE EL PUNTO DE VISTA OPERACIONAL, ESPECIALMENTE EN EL CASO DE BARRENOS LLENOS DE AGUA O DE GRAN LONGITUD DIRIGIDOS HACIA ARRIBA.

LA TABLA SIGUIENTE MUESTRA LAS POSIBILIDADES DE UTILIZACION DE LOS BARRENOS PARA DIFERENTES DIAMETROS DE LOS MISMOS Y DISTINTAS CONCENTRACIONES DE CARGA. EL EJEMPLO ESTA BASADO EN UNA PROFUNDIDAD DE PERFORACION DE 12 M, CON UN ERROR DE PERFORACION DE 3 CM/M, Y UN ERROR DE EMBOQUILLE DE 5 CM.

DIAMETRO DEL BARRENO		CARGA MANUAL, EN CARTUCHOS O FUNDAS DE PLASTICO		CARGADORA DE AIRE COMPRIMIDO		CARGADORA NEUMATICA AUTOMATICA	
		aprox. 1.15 kg/dm ³		aprox. 1.25 kg.dm ³		aprox. 1.40	
MM	CONC. KG/M	PIEDRA V1	CONC. KG/M	PIEDRA V1	CONC. KG/M	PIEDRA V1	
38	1.3	1.2	1.4	1.3	1.6	1.4	
45	1.8	1.5	2.0	1.6	2.2	1.7	
48	2.1	1.7	2.3	1.8	2.6	1.9	
51	2.4	1.8	2.6	1.9	2.9	2.0	
64	3.8	2.4	4.1	2.5	4.6	2.6	
75	5.1	2.8	5.6	3.0	6.3	3.2	
88	7.1	3.4	7.7	3.6	8.6	3.8	
100	9.2	3.9	10.0	4.1	11.2	4.3	

ESTA TABLA MUESTRA CLARAMENTE LA INFLUENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE CARGA SOBRE LA POSIBILIDAD DE AUMENTAR LA PIEDRA DEL BARRENO. LA MEJOR FORMA DE CALCULAR LA DIFERENCIA, SIN EMBARGO, ES CALCULAR LAS AREAS CORRESPONDIENTES A CADA BARRENO:

DIAMETRO DEL BARRENO MM	CARGA MANUAL, EN CARTUCHOS O FUNDAS DE PLASTICO V1 X E1	CARGADORA NEUMATICA AUTOMATICA V1 X E1	INCREMENTO DE AREA POR BARRENO %
38	1.8	2.4	33
45	2.8	3.6	28
48	3.6	4.6	28
51	4.0	5.0	25
64	7.2	9.0	25
75	9.8	12.3	25
88	14.4	18.0	25
100	19.1	23.2	21

LOS CALCULOS INDICAN QUE EL AREA POR BARRENO AUMENTA DE UN 20 A UN 30% APROXIMADAMENTE, UTILIZANDO AL MAXIMO, CON RELACION A LA CARGA MANUAL CON CARTUCHOS O EN TUBOS DE PLASTICO. ESTO LLEVA CONSIGO LA CORRESPONDIENTE REDUCCION EN EL COSTO DE PERFORACION, ADEMAS DE UN MAYOR VOLUMEN DE ROCA DESPRENDIDO POR BARRENO Y UNIDAD DE TIEMPO.

LA REDUCCION DE COSTO POR METRO CUBICO DE ROCA PUEDE CALCULARSE SOBRE LA BASE DEL VALOR DE LA PERFORACION ESPECIFICA Y DEL COSTO DE PERFORACION POR METRO, APARTIR DEL EJEMPLO ANTERIOR Y PARA UNA PROFUNDIDAD DEL TALADRO DE 12 M. PUEDE CALCULARSE LA CANTIDAD DE LA PERFORACION NECESARIA POR METRO CUBICO DE ROCA VOLADA SUPONIENDO PARA LA SOBREPERFORACION UN VALOR NORMAL DE 0.3 Vmax.

DIAMETRO DE LOS BARRENO MM CORONAS/M	PERFORACION ESPEC. CARGA EN CARTUCHOS O TUBO EN PLASTICO M PERF/M3	CARGADORA COSTO NEUMATICA PERF. AUTOMAT. SUPUESTO M PERF/M3	REDUCCION DE COSTO CORONAS/M
38	0.61	0.46	7-9
45	0.40	0.31	7-9
48	0.31	0.24	8-10
51	0.28	0.22	8-10
64	0.16	0.13	12-15
75	0.12	0.09	13-16
88	0.08	0.06	14-17
100	0.06	0.04	15-19

EL COSTO DE PERFORACION PUEDE EVIDENTEMENTE VARIAR EN EL CASO DE VALORES NO INCLUIDOS EN LAS TABLAS. POR OTRA PARTE, HA DE TOMARSE DEBIDAMENTE EN CONSIDERACION EL HECHO DE QUE LA SITUACION DEL BARRENO INFLUYE TAMBIEN SOBRE LA FRAGMENTACION. PARA UNA MISMA CARGA ESPECIFICA, SE OBTIENE UNA MEJOR FRAGMENTACION CON BARRENOS MENOS ESPACIADOS. POR ESTA RAZON, SI LOS BARRENOS SE PERFORAN ALEJADOS UNOS DE OTROS, POR DISPONERSE UNA CONCENTRACION MAS ELEVADA EN LA CARGA DE FONDO, DEBE MANTENERSE UN VALOR ELEVADO DE CARGA ESPECIFICA AUMENTANDO TAMBIEN LA CARGA DE COLUMNA.

VII.II CARGA BAJO EL AGUA.

CUANDO SE REALIZAN OPERACIONES DE VOLADURA BAJO EL AGUA, ES MUY IMPORTANTE QUE SE UTILICEN MAQUINAS CARGADORAS: EL RESULTADO DE LA VOLADURA DEPENDE DE LA POSIBILIDAD DE OBTENER EXACTAMENTE LA CONCENTRACION DE CARGA PREVISTA.

LAS OPERACIONES DE CARGA SON MAS DIFICULTOSAS POR LA CONTRAPRESION QUE EJERCE EL AGUA. CUANDO SE TRABAJA A PROFUNDIDAD CONSIDERABLE, ESTA CONTRAPRESION PUEDE SER COMPENSADA SUMERGIENDO LA VALVULA DE REDUCCION EN EL AGUA. LA COMPENSACION SERA DE 1.0 KP/CM² POR 10 M DE PROFUNDIDAD DE AGUA. LJUNGBERG RECOMIENDA QUE LA PRESION EN LA BOQUILLA DE LA MANGUERA DE CARGA SEA DE 1.5 A 2.0 KP/CM². ESTO SIGNIFICA QUE LA VALVULA DE REDUCCION HA DE SER BAJADA DE 5 A 8 METROS POR DEBAJO DE LA SUPERFICIE DEL AGUA CUANDO SE ESTA EFECTUANDO LA CARGA A 20 M DE PROFUNDIDAD.

EL METODO SUECO DE VOLADURAS SUBACUATICAS ESTA BASADO FUNDAMENTALMENTE EN REALIZAR LA CARGA CON MAQUINAS NEUMATICAS. PARA LAS VOLADURAS DE ESTA CLASE, LA CARGA ESPECIFICA ES CORRIENTEMENTE DE 1.0 A 2.0 KG POR M³ DE ROCA, CON LO QUE ESTA OPERACION SE CONSTITUYE EN UNA PARTE IMPORTANTE DEL TRABAJO A REALIZAR EN LA VOLADURA. UNA VENTAJA ADICIONAL CONSISTE EN QUE LOS BARRENOS SON CARGADOS EN CONDICIONES DE PLENA CONFIANZA, PUES LA MANGUERA PUEDE SER INTRODUCIDA HASTA EL FONDO DEL BARRENO ANTES DE COMENZAR A CARGAR, LO QUE GARANTIZA QUE EL BARRENO QUEDA CARGADO HASTA LA PROFUNDIDAD DESEADA. SOBRE TODO EN EL CASO DE ROCA CON BARRENOS ROTOS, RESULTA DIFICIL CARGAR ESTOS COMPLETAMENTE USANDO CARGAS ENVASADAS Y DE GRAN DIAMETRO. EN CUANTO A LOS DETONADORES, SE INTRODUCEN A TRAVES DEL TUBO O MANGUERA DE CARGA.

ES PARTICULARMENTE IMPORTANTE CUANDO SE OPERA BAJO EL AGUA EMPLEAR UNA PRESION DE CARGA CONVENIENTEMENTE ADAPTADA, Y DEBEN EFECTUARSE ENSAYOS A ESTE RESPECTO HACIENDO BAJAR LA VALVULA DE REDUCCION A DIFERENTES PROFUNDIDADES.

EN CIERTOS TIPOS DE ROCA CON GRANDES OQUEDADES, LA CARGA PUEDE REALIZARSE USANDO CARGAS ALARGADAS RIGIDAS QUE SE INTRODUCEN EN LOS BARRENOS. EL ENCENDIDO DE ESTAS CARGAS SE EFECTUA ENTONCES CON AYUDA DE MECHA DETONANTE, QUE ESTA HERMETICAMENTE PROTEGIDA CONTRA LA HUMEDAD.



FIG. 7.7
CARGA DE ASA 1" X 8" BAJO LA SUPERFICIE

VII.III CARGADORAS PARA EXPLOSIVOS EN FORMA DE MATERIALES SUELTOS (ANFO)

LOS EXPLOSIVOS EN FORMA GRANULAR, CORRIENTEMENTE LOS DE NITRATO AMONICO, REQUIEREN UNAS MAQUINAS CARGADORAS ESPECIALES, ENTRE LAS QUE PUEDEN DIFERENCIARSE DOS TIPOS: DE CUBA DE PRESION, Y DE EYECTOR.

LAS MAQUINAS DEL PRIMER TIPO SON ESPECIALMENTE ADECUADAS PARA EXPLOSIVOS CRISTALINOS DE NITRATO DE AMONIO LA CAPACIDAD DE CARGA LOGRADA CON ELLAS PUEDE SER MUY BUENA.

LOS EYECTORES FUNCIONAN ASPIRANDO EL EXPLOSIVO DE UN RECIPIENTE A TRAVES DE UN CONDUCTO; EL EXPLOSIVO ES INYECTADO A CONTINUACION AL INTERIOR DEL BARRENO A TRAVES DE LA MANGUERA DE CARGA.

EXISTEN TAMBIEN MAQUINAS COMBINADAS DE PRESION Y EYECTOR.

EN RELACION CON EL EMPLEO DE LAS MAQUINAS CARGADORAS DE EXPLOSIVOS PULVERULENTOS, ES IMPORTANTE ASEGURARSE DE QUE LA MANGUERA DE CARGA UTILIZADA SEA DE UN TIPO AUTORIZADO.

EL METODO EMPLEADO PARA EL TRANSPORTE DEL EXPLOSIVO POR LA CONDUCCION IMPLICA UN RIESGO CONSIDERABLE DE ACUMULACION DE ENERGIA ESTATICA, POR LO QUE LAS MANGUERAS DE CARGA UTILIZADAS HAN DE SER CONDUCTORAS DE LA ELECTRICIDAD. DE ACUERDO CON LAS NORMAS DEL DEPARTAMENTO SUECO DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, LA MANGUERA DE CARGA PARA LOS TRABAJOS CON EXPLOSIVOS ANFO HA DE TENER UNA RESISTENCIA ELECTRICA DE AL MENOS 1 K /M, Y DE 30 K /M COMO MAXIMO.

ESTE SENCILLO Y RACIONAL METODO DE CARGA HA SUPUESTO UNA VALIOSA CONTRIBUCION AL EXITO DE LOS EXPLOSIVOS DE NITRATO AMONICO. EXISTEN ASIMISMO EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DEL EXPLOSIVO A LUGARES SUBTERRANEOS DE DIFICIL ACCESO Y DONDE HAN DE EFECTUARSE OPERACIONES DE CARGA.

SE ESTA TRABAJANDO EN EL DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS PARA UNA MAS COMPLETA ADAPTACION DE LOS EQUIPOS DE CARGA A LOS DIVERSOS TIPOS DE EXPLOSIVOS DE NITRATO AMONICO QUE SE PRODUCEN EN LA ACTUALIDAD. ADEMÁS DEL NITRATO AMONICO CRISTALINO Y EN GRANULOS, SE EMPLEAN TAMBIEN MEZCLAS DE AMBOS TIPOS. EXISTE TAMBIEN UN EXPLOSIVO DE NITRATO DE AMONIO (PRILL) QUE CONTIENE UNA CIERTA PROPORCION DE ALUMINIO PULVERIZADO Y QUE TAMBIEN PUEDE SER CARGADO CON MAQUINAS NEUMATICAS.

EN EL CASO DE VOLADURAS PARA PRODUCCION, USANDO DIAMETROS DE BARRENOS DE MAS DE 150 MM, EL EXPLOSIVO DE

ELECCION MAS RACIONAL ES UN ASA-G (REOLIT): ELLO SE FUNDAMENA EN GRAN MEDIDA EN EL HECHO DE QUE SE HAN DESARROLLADO HOY EN DIA UNOS EFICACES METODOS DE CARGA PARA EL BOMBEO DE LAS EMULSIONES A GRANEL EN EL CASO DE BARRENOS DE GRAN DIAMETRO, MAS DE 250 MM, PUEDE ALCANZARSE UNA CAPACIDAD DE CARGA DE 150 KG/MIN. SI LOS BARRENOS ESTAN ROTOS, PUEDEN SER ENTUBADOS CON UNA DELGADA FUNDA DE PLASTICO.

NATURALMENTE, EL EXPLOSIVO UTILIZADO HA DE POSEER UNA CONSISTENCIA ADECUADA QUE LO HAGA APTO PARA EL BOMBEO. EN EL CASO DE VOLADURAS A GRAN ESCALA A NIVEL DE LA SUPERFICIE Y CON UN EMPLEO DE CANTIDADES CONSIDERABLES DE EXPLOSIVO, ES RECOMENDABLE ESTABLECER UNA PEQUEÑA PLANTA DE PRODUCCION DE LOS MISMOS PROXIMA AL LUGAR DE LAS VOLADURAS.

EN TALES CASOS, PARA QUE EL SISTEMA CITADO RESULTE VENTAJOSO, EL CONSUMO DE EXPLOSIVO DEBE SER CERCANO A LAS 200 T/AÑO.

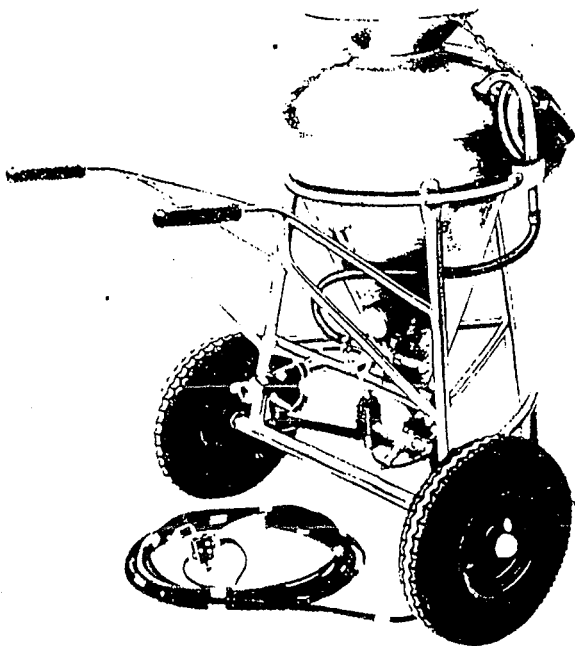


FIG. 7.8

MAQUINA CARGADORA PARA GRANULADO

EL SISTEMA DE LA EMULSION A GRANEL HA SIDO TAMBIEN ENSAYADO PARA TRABAJOS DE EDIFICACION, EMPLEANDO BARRENOS DE 64 A 75 MM DE DIAMETRO; SIN EMBARGO, EL PROCEDIMIENTO NO HA RESULTADO APROPIADO PARA ESTE TIPO DE VOLADURAS, PUES LA CARGA POR BARRENO ES DEMASIADO PEQUEÑA PARA CARGAR CON BOMBAS.



FIG. 7.9
INYECTANDO ASA - G



FIG. 7.10 MODERNO CAMION DE CARGA

VII.IV CARGA A GRANEL

EN ESTE MOMENTO EL SISTEMA DE CARGA A GRANEL ES EL MAS INNOVADOR YA QUE CON EL SE PUEDEN CARGAR INFINIDAD DE BARRENOS CON UNA VELOCIDA DE 300 KG/MIN. LA OPERACION REPRESENTA UN AHORRO CONSIDERABLE EN CUANTO AL TIEMPO Y AL COSTO DEL EXPLOSIVO.

UNA DE LAS VENTAJAS DE LA CARGA A GRANEL ES LA DE QUE EL BARRENO ES COMPLETAMENTE LLENO. COMO EL BARRENO ES COMPLETAMENTE LLENO LA ACCION DEL EXPLOSIVO ES MUCHO MAS EFICIENTE SOBRE LA ROCA YA QUE LOS ESFUERZOS QUE PRODUCE EL EXPLOSIVO SON UNIFORMES EN TODA LA LONGITUD DEL BARRENO.

LA CARGA A GRANEL PUEDE SER DE DOS FORMAS: UNA POR BOMBEO Y LA OTRA POR GRAVEDAD.

POR BOMBEO (FIG. 7.11)

ES REALIZADA CUANDO EL DIAMETRO DEL BARRENO SE ENCUENTRA ENTRE 1 7/8" Y 4".

POR GRAVEDAD (FIG. 7.12)

ESTE SISTEMA ES UTILIZADO EN DIAMETROS MAYORES DE 4 1/4" Y CONSTA DE UN CAMION CON TOLVAS.

FIG. 7.12
POR BOMBEO

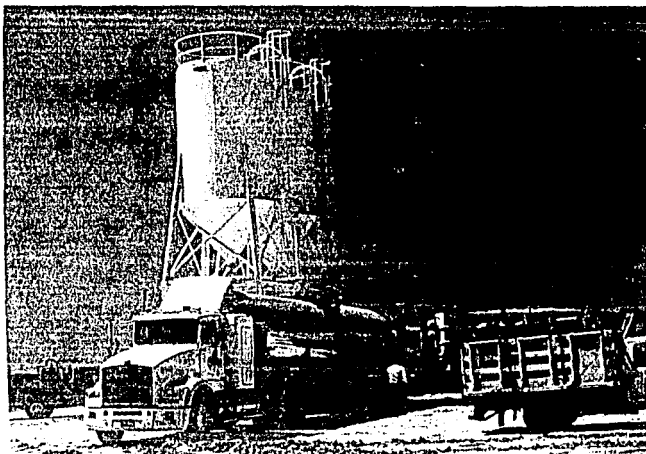


FIG. 7.13
TRANSPORTACION Y ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVO ASA-G
(EMULSION A GRANEL)

PRIMERA OCASION DE ESTA TRANSPORTACION DEL EXPLOSIVO EN
MEXICO
TECNOLOGIA ASA-IRECO

CAPITULO VIII

CARGA DE FONDO Y CARGA DE COLUMNA

LOS SISTEMAS DE VOLADURAS ACTUALES AUNADOS AL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA DEL EXPLOSIVO Y A LA GENERACION DE GASES PARA EL DESPLAZAMIENTO DE LA PIEDRA FRENTE AL BARRENO, EN EL CASO DE BARRENOS A TRABAJARSE PARA FRAGMENTAR ROCA, PERMITEN DETERMINAR CON EXACTITUD TECNICA LOS MATERIALES EXPLOSIVOS Y/O AGENTES EXPLOSIVOS QUE HAN DE CARGARSE EN EL BARRENO PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS, LA RELACION ENTRE LOS MISMOS Y LA NECESIDAD DE UNA INICIACION APROPIADA.

LA CARGA DE FONDO Y DE COLUMNA VAN INTIMAMENTE RELACIONADOS AL DIAMETRO DEL BARRENO Y AL DISEÑO DE LA PLANTILLA EN OPERACION. TOMAMOS EN CUENTA TAMBIEN, DESPUES DEL ANALISIS DEL MATERIAL A TRABAJARSE Y SUS ESTRATOS COMPLEMENTARIOS, LA ALTURA DEL BANCO Y LA SOBRE-BARRENACION QUE, EN SU CASO, SE DETERMINE PARA MANTENER EL NIVEL DE PISO DICTADO.

ES BASICO, EN TODO MOMENTO, LOGRAR UNA CONFINACION DEL EXPLOSIVO EN EL BARRENO; LOS EFECTOS RESULTANTES DAN LA PAUTA DEL APROVECHAMIENTO CORRECTO DEL EXPLOSIVO AL INICIAR DICHO EXPLOSIVO CONTRA LA PARED DEL BARRENO. LA DENSIDAD DE CARGA DEL BARRENO DICTA LA EFECTIVIDAD DE LOS RESULTADOS.

TEORICAMENTE, SI LOGRASEMOS LLENAR TODOS LOS VACIOS EN LA CARGA CON CARTUCHOS O CON ANFOS TENDREMOS MEJORES RESULTADOS; DE AHI QUE EN LA ACTUALIDAD LA CARGA EFECTUADA CON MEZCLAS DE EMULSIONES CON NITRATOS Y/O ANFOS DAN LOS MEJORES RESULTADOS DE FRAGMENTACION, EMPUJE Y, DESDE LUEGO LO MAS NECESARIO: MENORES COSTOS QUE SE DERIVAN DE MAYOR ENERGIA Y CONCENTRACION EN LA CARGA DEL BARRENO CON LA CONSIGUIENTE AMPLIACION DE LOS PARAMETROS DE LAS PLANTILLAS Y MAYOR TONELAJE O VOLUMEN POR METRO LINEAL DE PERFORACION.

VIII.I CARGA DE FONDO

LA FINALIDAD DE LA CARGA DE FONDO Y SU ADECUADA INICIACION PERMITIRA TRABAJAR LA PARTE MAS DIFICIL DEL FRENTE QUE ES EL FONDO E INICIAR DEBIDAMENTE LA CARGA DE COLUMNA QUE COMPLEMENTA LA CARGA DEL BARRENO.

LA CARGA DE FONDO FRAGMENTARA LA ROCA AL ANGULO DESEADO O PREVISTO POR LA SOBRE-BARRENACION, PARA EVITAR LA PATA Y DAR EL PISO CORRECTO A LA VEZ QUE EN MILISEGUNDOS HABRA INICIADO LA CARGA DE COLUMNA PARA QUE ESTE FRAGMENTE Y EMPUJE EL VOLUMEN DE LA FRENTE DEL BANCO.

LA CARGA DE FONDO ES IMPERATIVA PARA LOGRAR BUENOS RESULTADOS. ESTO SIGNIFICA QUE LA MISMA DEBE SER INICIADA CORRECTAMENTE, LA CARGA DE FONDO HA DE SER INICIADA CON LA POTENCIA Y VELOCIDAD QUE REQUIERE EL EXPLOSIVO DE LA COLUMNA Y ASI LOGRAR QUE LA ENERGIA DEL BARRENO SEA APROVECHADA AL MAXIMO EVITANDO DESPERDICIO DE LA MISMA Y LOGRANDO LA FRAGMENTACION REQUERIDA.

SE UTILIZA UNA PROPORCION DEL 20% DE CARGA DE FONDO POR EL 80% DE LA CARGA DE COLUMNA. ESTA RELACION SE HA IDO MODIFICANDO CON LA INTRODUCCION DE LAS EMULSIONES A GRANEL QUE PERMITEN UNA ENERGIA UNIFORME DE ABAJO HACIA ARRIBA.

LA CARGA DE FONDO HA DE INICIAR LA CARGA DE COLUMNA, PERO LA PRIMERA SI ES INICIADA CON INICIADORES DE ALTA PRESION DETONANTE DARA MUCHO MEJORES RESULTADOS DEBIDO A QUE ES BASICO QUE LA INICIACION DE LA CARGA DE FONDO SEA TAN POTENTE COMO NECESARIA PARA LOGRAR EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA POTENCIA Y VELOCIDAD DEL EXPLOSIVO Y DE LOS ANFOS QUE COMPLEMENTAN LA CARGA EN UN BARRENO.

LA INICIACION PROPIA DE LA CARGA DE FONDO NO PERMITIRA LA DISTORCION DE LOS EFECTOS DE LOS CORDONES DETONANTES SOBRE LAS CARGAS DE COLUMNA EN BARRENOS DE DIAMETROS MEDIOS Y/O GRANDES. DEBE TOMARSE EN CUENTA SI LOS EXPLOSIVOS DE CARGA DE COLUMNA SE INICIARAN O NO AL PASO DE LA DETONACION DEL CORDON DETONANTE EN LA COLUMNA.

VIII.II CARGA DE COLUMNA

(SIN TACOS INTERMEDIOS)

LA CORRECTA DISTRIBUCION DE LOS EXPLOSIVOS EN UNA DETERMINADA SECCION EN EL BARRENO ES EN LAS VOLADURAS LA FUENTE PRINCIPAL DE ENERGIA Y UNO DE LOS FACTORES MAS IMPORTANTES PARA LA VOLADURA CON EXCELENTES RESULTADOS.

SE HA MENCIONADO ANTERIORMENTE PARA LA CARGA DE FONDO COMO AHORA PARA LA CARGA DE COLUMNA LA IMPORTANCIA DEL ACOPLAMIENTO DE LOS EXPLOSIVOS A LA PARED DEL BARRENO. ESTO TENDRA RESULTADOS OPTIMOS CON LA INICIACION CORRECTA DE LA CARGA DE FONDO.

UNA COLUMNA INICIADA CORRECTAMENTE POR SU CARGA DE FONDO TAMBIEN DEBIDAMENTE INICIADA HARA QUE EL EXPLOSIVO DE LA COLUMNA TRABAJE AL MAXIMO, FRAGMENTANDO Y GENERANDO LOS GASES PARA EL EMPUJE, CORTANDO LA FRENTE Y NO DEJANDO PATA PARA LOGRAR EL NIVEL DE PISO DESEADO.

LA INTERRUPCION DE LA EXPLOSION CUANDO SE DECIDE TENER TACOS INTERMEDIOS REQUIERE QUE EN SU CASO SE CONSIDEREN LAS CARGAS DE FONDO INTERMEDIAS O EN SU DEFECTO QUE EL EXPLOSIVO

O AGENTE EXPLOSIVO SOBRE LOS TACOS INTERMEDIOS SEA O NO SENSITIVO PARA INICIAR SIMULTANEAMENTE LAS CARGAS DE COLUMNA SOBRE LOS TACOS INTERMEDIOS.

LA INTERRUPCION DE LAS VOLADURAS POR TACOS INTERMEDIOS DEBE EVITARSE AL MAXIMO O EN SU DEFECTO DEBE DE OPERARSE CON LOS INICIADORES DE RETARDO APROPIADOS A LO LARGO DE LA COLUMNA TRABAJANDOSE.

DEBEMOS DE CONSIDERAR EN TODA VOLADURA QUE DENTRO DEL CONCEPTO DE LOS EXPLOSIVOS TENEMOS LA VELOCIDAD ESTABLE DEL EXPLOSIVO Y LAS VELOCIDADES CAMBIABLES CONFORME SE DESARROLLA LA EXPLOSION.

EL CONCEPTO DE VELOCIDAD ESTABLE SIMPLEMENTE INDICA QUE BAJO CONDICIONES DEFINIDAS LA COMPOSICION DEL EXPLOSIVO DETONA A UNA Y UNA SOLA VELOCIDAD; A ESTA SE LE IDENTIFICA COMO LA VELOCIDAD ESTABLE DEL EXPLOSIVO. COMO UN EJEMPLO, EL ANFO, BAJO CONDICIONES DEFINIDAS DE DENSIDAD, CONFINAMIENTO, DIAMETRO DEL BARRENO Y SU GRAMOMETRIA TENDRA UNICAMENTE UNA VELOCIDAD A LA QUE DETONARA SI SUS CONDICIONES NO CAMBIAN.

VIII.III VELOCIDADES ESTABLES DE ANFO

DIAMETRO BARRENO	(M/S)	VELOCIDAD (FPS)
3 1/2	3 749	12,300
4	3 810	12,500
6	4 237	13,900
12	4 450	14,600

nota: LA VELOCIDAD DE DETONACION VARIA AL AUMENTARSE EL DIAMETRO DEL BARRENO, LA MAXIMA VELOCIDAD A LA -- QUE EL ANFO PUEDE DETONAR ES DE 14,600 PIES. (4.450 MT/SEG).

LA VELOCIDAD TRANSITORIA O DE CAMBIO INDICA SIMPLEMENTE EL TIEMPO ENTRE LA INICIACION INSTANTANEA DEL EXPLOSIVO Y LOGRAR SU VELOCIDAD ESTABLE, LA CUAL ES AFECTADA POR LA NATURALEZA DEL INICIADOR.

LA VELOCIDAD TRANSITORIA DE UN EXPLOSIVO LA DENOMINAMOS POTENCIA BAJA, (UNA VELOCIDAD MAS BAJA QUE LA VELOCIDAD ESTABLE DEL EXPLOSIVO O SOBRE POTENCIA CUANDO ES MAYOR A LA VELOCIDAD ESTABLE).

DE AHI LA IMPORTANCIA DE QUE LA CARGA DE COLUMNA SEA INICIADA A LA BREVEDAD POSIBLE A SU VELOCIDAD ESTABLE DE DETONACION LOGRANDOSE LO ANTERIOR CON UNA INICIACION APROPIADA.

SI LA INICIACION DE LA COLUMNA NO ES DE LA POTENCIA Y VELOCIDAD ADECUADA EXISTIRA UN PERIODO DE DETONACION EN POTENCIA BAJA Y AL CONTRARIO, SI TENEMOS INICIACION CON SOBREPOTENCIA VEREMOS QUE LA INICIACION DEL EXPLOSIVO DE COLUMNA ES INSTANTANEO, NO DESPERDIANDOSE LA VELOCIDAD ESTABLE DE DICHO EXPLOSIVO.

PARA DEFINIR LA INICIACION CORRECTA DE LA CARGA DE COLUMNA SE DETERMINA DE QUE LA IMPORTANCIA DEL INICIADOR ES SU PRESION DE DETONACION Y SU DIAMETRO.

LA PRESION DE DETONACION ES EL VALOR MAS ALTO DE UNA FUERZA A LA COMPRESION GENERADA POR UN EXPLOSIVO. ESTA PRESION ES EN FUNCION DE LA VELOCIDAD Y DENSIDAD DE UN EXPLOSIVO.

PUEDE SER COMPARADA POR LA FUERZA DE PEGAR CON UN MARRO, ENTRE MAS PESADO Y MAS RAPIDO EL GOLPE MAYOR SERA LA FUERZA DESARROLLADA POR EL MARRO EN DETERMINADA SUPERFICIE.

LA PRESION DE DETONACION ES UN VALOR REGISTRABLE. ESTAN EXPRESADOS EN LAS UNIDADES CONVENIENTES DE KILOBAR (1 KILOBAR = 14.700 PSI) = 10.200 KG/M², POR LO TANTO 137 KB = 1397400 K/M² = 10397400 TONS/CM². KILOBAR = 1.020 X 10 A LA POTENCIA 4 PARA OBTENER KG/M².

EN LA CARGA DE COLUMNA PODEMOS OBSERVAR QUE LA INICIACION DE LA MISMA VA RELACIONADA AL DIAMETRO DE LA CARGA DE FONDO E INICIADORA DE LA COLUMNA.

LA INICIACION DEL ANFO ES AFECTADA POR LA TRANSFERENCIA DE LA PRESION DE DETONACION DE LA CARGA DE FONDO.

EN EL CASO DE QUE LOS DIAMETROS DE CARGA DE LA CARGA DE FONDO Y DE COLUMNA SON LOS MISMOS LA ONDA DE PRESIONES TRANSFERIDA UNIFORMEMENTE A TODA LA SUPERFICIE DEL ANFO. SI LA PRESION DE DETONACION ES SUFICIENTEMENTE ALTA LOS RESULTADOS DARAN LA CORRECTA INICIACION DE LA COLUMNA DE ANFO, QUIZAS CON SOBREPOTENCIA, EN CASO CONTRARIO, SI LA INICIACION POR LA CARGA DE FONDO Y SU DIAMETRO ES INFERIOR A LA COLUMNA DE ANFO LA VELOCIDAD INICIAL DEL ANFO SERA RELACIONADA AL DIAMETRO DEL EXPLOSIVO QUE LO INICIO.

LA COMBINACION ADVERSA DEPRESION CON BAJA DETONACION Y DIAMETRO PEQUEÑO HA DADO VELOCIDADES DE ANFO TAN BAJAS COMO 610 m/s (2000 pies/s).

POR LAS CONSIDERACIONES ANTERIORES, SIEMPRE ES CONVENIENTE QUE LA CARGA DE COLUMNA SEA INICIADA CON UNA CARGA DE FONDO DEBIDAMENTE CALCULADA:

- A) CON ALTA PRESION DE DETONACION.
- B) EN DIAMETRO Y ALTURA ADECUADA.
- C) CON INICIADOR DE CARGA DE FONDO.

VIII. IV CALCULO DEL PESO DEL EXPLOSIVO EN LA COLUMNA

EL PESO DEL EXPLOSIVO EN LA COLUMNA ES EN FUNCION DE LA DENSIDAD DEL EXPLOSIVO Y LA LONGITUD DE LA COLUMNA. PUEDE SER CALCULADA DE ACUERDO A LA SIGUIENTE FORMULA:

$$E_w = 0.34 \times D_e^2 \times P \times E_j$$

E_w = PESO DEL EXPLOSIVO DE LA COLUMNA (LBS)
 D_e = DIAMETRO DE LA COLUMNA DE BARRENACION (PULGS).
 P = DENSIDAD DEL EXPLOSIVO (GR/CM³)
 0.34 = COEFICIENTE DE DETERMINACION
 E_j = LONGITUD DE LA COLUMNA DE EXPLOSIVOS.

FACTOR DE CARGA

EL FACTOR DE CARGA ES UNA RELACION MATEMATICA ENTRE EL PESO DEL EXPLOSIVO Y UNA CANTIDAD DADA DE ROCA. EL EXPLOSIVO ES GENERALMENTE IDENTIFICADO EN KILOS, LIBRAS Y LA ROCA EN YARDAS O TONELADAS O METROS CUBICOS. SE TIENEN CUATRO METODOS DE EXPRESAR EL FACTOR DE CARGA:

1. LIBRAS O KILOS DE EXPLOSIVO POR YARDA O METRO CUBICO DE ROCA.
2. LIBRAS O KILOS POR TONELADA DE ROCA.
3. YARDAS O METROS CUADRADOS POR LIBRA O KILO DE EXPLOSIVO.
4. TONELADAS DE ROCA POR LIBRA O KILO DE EXPLOSIVO.

FACTOR/ENERGIA

$$\text{FACTOR DE ENERGIA (FE)} = \frac{\text{KILOCALORIAS}}{\text{CANTIDAD DE ROCA}}$$

VIII.V CALCULO DEL ESPACIO EN LA ROCA DEL BARRENO QUE SE DENOMINA TACO O TAPON Y QUE HA DE QUEDAR SIN CARGA DE EXPLOSIVOS

NECESARIAMENTE SE DEBE DEJAR UNA SECCION DEL BARRENO EN LA PARTE SUPERIOR QUE NO LLEVA EXPLOSIVO Y SI GRAVA O TIERRA APIZONADA PARA CONSTITUIR EL TAPON QUE EVITARA EL EXCESO DE PROYECTILES AL EFECTUAR LA VOLADURA Y PROPICIARA BUENA FRAGMENTACION.

LA DETONACION DE LA CARGA DE FONDO Y COLUMNA TOMA UNA FRACCION DE MILISEGUNDOS. EL EFECTO DE LA EXPLOSION EMPUJARA LA FRENTE HACIA ADELANTE QUITANDO LA PATA Y EFECTUANDO EL CORTE EN LA LINEA DE BARRENOS. EL EXPLOSIVO EN LA PARTE ALTA DE LA COLUMNA REQUIERE DE TRABAJAR HACIA ADELANTE Y HACIA LOS LADOS ENTRE BARRENO Y BARRENO. EL CALCULO DEL TACO ES FACTOR DETERMINANTE PARA PROPICIAR ESTOS RESULTADOS Y EVITAR LA VOLADURA DE PIEDRAS HACIA ARRIBA PROYECTANDO ESTAS PELIGROSAMENTE.

LA VOLADURA Y FRAGMENTACION DEL ESTRATO EN LA PARTE ALTA DEL BARRENO DEBE SER TAN EFICIENTE COMO LO ES EN LA COLUMNA LO CUAL REQUIERE PARA EVITAR ROCA GRANDE EN ESTA SECCION QUE LA ENERGIA Y DISTRIBUCION DEL EXPLOSIVO PERMITA QUE LA ALTURA DE LA CARGA DE LA COLUMNA TAMBIEN DURANTE LA EXPLOSION FRAGMENTE ESTA SECCION.

LA SEPARACION ENTRE BARRENO Y BARRENO, (BORDO Y ESPACIAMIENTO), PERMITIRA QUE EL EXPLOSIVO FRAGMENTE EL AREA MENCIONADA, EL TACO PRACTICAMENTE AYUDA A QUE LA FUERZA DIRECCIONAL ANGULAR HACIA ARRIBA DEL EXPLOSIVO FRAGMENTE ESTA PARTE DE LA PIEDRA.

LA ALTURA DEL TACO O TAPON SE RELACIONA TANTO AL DIAMETRO DEL BARRENO COMO A LA ALTURA DE LA COLUMNA Y A LA CARGA QUE SE EFECTUA DEL BARRENO.

SE TOMA EN CUENTA TAMBIEN PARA DETERMINAR LA ALTURA DEL TACO LA INICIACION DEL BARRENO, SI ES DE FONDO CON INICIACION AL FONDO, CON SEPARACIONES INTERMEDIAS, CON CORDON DETONANTE O INICIADOR ELECTRICO O NO ELECTRICO.

LA ALTURA DEL TACO REQUERIDO PUEDE CALCULARSE PARTIENDO DE LA DISTANCIA "BORDO" USANDO LA SIGUIENTE FORMULA:

$$T = 0.7 - 1.3 \times (B)$$

donde:

T = TACO EN PIES O METROS
B = BORDO EN PIES O METROS

- UN BALANCE DELICADO EXISTE ENTRE EL TACO NO SUFICIENTE Y DEMASIADO TACO.
- ROCA LANZADA Y EXCESIVA ONDA DE EXPLOSION PUEDE SER CAUSADA CON TACO INSUFICIENTE, EN CAMBIO DEMASIADO TACO PUEDE CAUSAR ALTA VIBRACION Y MALA FRAGMENTACION.
- PARA MEJORES RESULTADOS DE FRAGMENTACION DE LA ROCA EN LA PARTE ALTA DEL BARRENO HA DE USARSE GRAVILLA QUE SE PODRA COMPACTAR FUERTEMENTE EN LA BOCA DEL BARRENO, NO DEBE DE USARSE EN EL TACO GRAVA DE ARISTAS CORTANTE O PIEDRAS QUE PUEDAN DAÑAR EL SISTEMA DE INICIACION.

VIII.VI NUEVA TECNOLOGIA

LOS SLURRIES Y LAS EMULSIONES A GRANEL ESPECIALMENTE ESTAS ULTIMAS CARGADAS YA NO EN CARTUCHOS SINO A GRANEL PERMITEN UNA DISTRIBUCION Y ENERGIA DE CARGA UTIL EN BARRENOS SECOS O CON AGUA QUE MEJORA LA FRAGMENTACION Y PERMITE AHORROS MUY IMPORTANTES POR LA AMPLIACION DE LA PLANTILLA MAS ALLA DEL 30%.

EL AHORRO POR BARENACION ES DETERMINANTE CON LOS EXPLOSIVOS A GRANEL.

EL DISEÑO DE VOLADURA SE VUELVE CADA VEZ MAS TECNICO. LOS RESULTADOS SE MEJORAN SIN EMBARGO EN EL BARRENO. SU CARGA DE FONDO Y SU INICIACION DE LA COLUMNA, COMO ASI SU TACO, DEBEN SER CONSIDERADOS COMO BASE PARA OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS.

CAPITULO IX

REGLAS DE SEGURIDAD CUANDO SE MANEJAN EXPLOSIVOS

CAPITULO IX

REGLAS DE SEGURIDAD CUANDO SE MANEJAN EXPLOSIVOS

XI. I SEGURIDAD EN VOLADURAS

LA PREVENCIÓN EN ACCIDENTES CAUSADOS POR EXPLOSIVOS DEPENDE DE LA CUIDADOSA PLANEACIÓN Y FIEL OBSERVANCIA DE LAS PRÁCTICAS DE VOLADURA ADECUADA. EL MENOR ABUSO O DIRECCIÓN INADECUADA PUEDE, YA SEA MATAR O CAUSAR SERIAS LESIONES A USTED U OTRAS PERSONAS.

MAS ADELANTE DAREMOS LOS "SIEMPRE Y NUNCAS", PUBLICADO POR EL INSTITUTO DE VENTAS DE EXPLOSIVOS EN LOS ESTADOS UNIDOS. ESTOS DEBEN DE LEERSE, COMPRENDERSE Y SEGUIRSE POR TODO USUARIO DE EXPLOSIVOS, ASI COMO LA INFORMACION SOBRE SU USO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS.

LAS PRECAUCIONES GENERALES SIGUIENTES SE APLICAN A LA MAYORIA DE LAS OPERACIONES DE VOLADURA Y SE PRESENTAN BAJO LOS TITULOS:

- A) PERSONAL.
- B) REGRESO AL AREA DE VOLADURA.
- C) PREPARACIONES EN EL AREA DE VOLADURA.

PERSONAL

PUEDEN CONSIDERARSE DOS PRINCIPIOS GENERALES REFERENTES A LA SEGURIDAD Y AL USO DE EXPLOSIVOS:

1. TODO USUARIO DE EXPLOSIVOS DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD COMO SU RESPONSABILIDAD MAS GRANDE.
2. LA SEGURIDAD EN TODA OPERACION DE VOLADURA DEPENDE DE SU GENTE.

LOS EXPLOSIVOS, POR SI SOLOS, NO CAUSAN ACCIDENTES. LOS ACCIDENTES SON CAUSADOS POR LA FALTA DE CUIDADO O ACTOS SIN PENSAR DE LA GENTE. EL INGREDIENTE MAS IMPORTANTE EN UN PROGRAMA DE SEGURIDAD ES LA CALIDAD DE LA GENTE, DE SU ENTRENAMIENTO.

LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES DEBERAN DE TOMARSE EN LA SELECCION DEL PERSONAL QUE UTILIZARA EXPLOSIVOS.

IX. II TIPO DE PERSONAL

EL PERSONAL DESIGNADO PARA MANEJAR EXPLOSIVOS DEBERA TENER INTELIGENCIA, SENTIDO COMUN Y ESTAR ENTRENADO EN EL USO DE LOS EXPLOSIVOS. LA GENTE DEBERA DE SABER QUE COSA ES SEGURA Y QUE COSA NO LO ES.

LA MAYORIA DE LAS PERSONAS QUE UTILIZAN EXPLOSIVOS ESTAN ENTRENADOS PARA MANEJARLOS Y UTILIZAN SUS HABILIDADES CON DISCRECION Y BUEN JUICIO. UNA PEQUEÑA MINORIA, SIN EMBARGO, NUNCA TENDRA LA DEBIDA ACTITUD PARA VOLVERSE USUARIO SEGURO Y EFICIENTE. NO IMPORTA CUANTO SE LES ENTRENE O QUE TAN BIEN APRENDAN LOS ASPECTOS TECNICOS DE LAS VOLADURAS. PERSONAS QUE, A TRAVES DE LA IGNORANCIA, FALTA DE CUIDADO O VALENTIA SIGUEN PRACTICAS INSEGURAS, CONSTITUYEN EL MAYOR PROBLEMA PARA LA SEGURIDAD EN VOLADURAS. SI UN HOMBRE ES DESCUIDADO, IRRESPONSABLE O NO TIENE DESEOS DE ENMENDARSE, DEBERA DE SER RETIRADO DE TODO CONTACTO CON LOS EXPLOSIVOS.

IX.III VIGILANDO EL AREA DE VOLADURAS

UN PLAN DETERMINADO DEBE PREPARARSE PARA LIMPIAR EL AREA DE VOLADURA DE GENTE Y EQUIPO. DEBEN DE TOMARSE LAS DEBIDAS PRECAUCIONES PARA ASEGURAR LA SEGURIDAD DEL PERSONAL Y DEL PUBLICO EN GENERAL. AL VIGILAR UN TAJO ABIERTO O UNA VOLADURA DE CONTRUCCION NUNCA SUPONGA QUE EL AREA DE VOLADURA ESTA LIMPIA, ASEGURESE QUE REALMENTE SE ENCUENTRA LIMPIA. LA MAYORIA DE LAS LESIONES POR EXPLOSIVOS OCURREN DEBIDO A QUE EL AREA DE VOLADURA NO FUE LIMPIADA ADECUADAMENTE. LA ROCA EN VUELO PUEDE PRODUCIR LESIONES A UNA DISTANCIA CONSIDERABLE DEL AREA DE DISPARO, RECUERDE QUE EL PUBLICO ES CURIOSO PERO IGNORANTE DEL PELIGRO. A CONTINUACION SE DAN UNOS PRINCIPIOS DE SEGURIDAD IMPORTANTES PARA VOLADURAS DE SUPERFICIE.

DEBERAN DE COLOCARSE GUARDIAS PARA BLOQUEAR LOS CAMINOS DE ACCESO AL AREA DE VOLADURA, DEBIENDO ASEGURAR DE QUE LOS GUARDIAS ESTAN COLOCADOS A UNA DISTANCIA SEGURA PARA LIBRAR CUALQUIER ROCA QUE SE ENCUENTRE EN VUELO POR LA VOLADURA. LOS GUARDIAS DEBERAN ESTAR INFORMADOS DE CUANDO DEBEN DE PARAR TODO EL TRAFICO DE VEHICULOS, DEBEN DE ENTENDER QUE TODO TRAFICO DEBE DETENERSE SIN NINGUNA EXCEPCION. TODOS LOS GUARDIAS DEBEN DE TENER SU RADIO DE COMUNICACION PARA ESTAR EN CONTACTO DIRECTO CON EL COORDINADOR DE LA VOLADURA. DEBE RECORDARSE QUE HOY EN DIA, PARA LOS EXPLORADORES Y MOTOCICLETAS DE CAMPO TRAVIESA, UN CAMINO NO ES EL UNICO ACCESO AL AREA DE VOLADURA, POR LO TANTO PUEDE SER NECESARIO COLOCAR GUARDIAS ESPECIALES PARA SOLUCIONAR ESTE TIPO DE PROBLEMAS.

BARDAS ALTAS Y QUE ESTEN FLOJAS Y SE ENCUENTREN ALEJADAS DEL AREA DE VOLADURA PUEDEN REPRESENTAR UN PELIGRO DEBIDO A LAS VIBRACIONES. CUIDE Y EVITE ESTAS AREAS.

LOS AVIONES QUE VUELAN A BAJA ALTURA DEBERAN DE ESTAR INFORMADOS DE LA HORA DE LOS DISPAROS Y DEBERA DE HABER GUARDIAS PARA PREVENIR ESTE RIESGO POTENCIAL.

LOS VECINOS DE LA ZONA DEBERAN MOVERSE A UNA POSICION SEGURA BASTANTE TIEMPO ANTES DE LA VOLADURA.

NUNCA PERMITA QUE ALGUIEN SE COLOQUE ENFRENTA A LA VOLADURA. VOLADURAS RUTINARIAS CONSIDERADAS SEGURAS MUCHAS VECES HAN REBASADO LA DISTANCIA DE LOS PROYECTILES, DE ANTERIORES VOLADURAS.

UN SISTEMA DE SEÑALES COLOCADO POR TODO EL PERSONAL DEBE FORMAR PARTE DEL PROGRAMA DE VOLADURA. ESTE SISTEMA DEBE DE BRINDAR SUFICIENTE TIEMPO ENTRE EL MOMENTO QUE ES SONADO Y EL TIEMPO REAL DEL DISPARO. GENERALMENTE LA PRIMERA SEÑAL ES CINCO MINUTOS ANTES DEL DISPARO. EN ESE MOMENTO TODOS LOS GUARDIAS DEBEN DE REPORTAR Y EL COORDINADOR DE LA VOLADURA DEBERA DE CONOCER LA LOCALIZACION EXACTA DE TODO EL PERSONAL. UN MINUTO ANTES DE LA VOLADURA OTRA SEÑAL ES EMITIDA DEBIENDO OBSERVAR UN SILENCIO ABSOLUTO EN EL RADIO. DEJAR EL CANAL DE RADIO ABIERTO PARA QUE LA VOLADURA PUEDA DETENERSE POR CUALQUIER GUARDIA QUE OBSERVE ALGUNA CONDICION INSEGURA.

DESPUES DE LA VOLADURA TODOS LOS GUARDIAS Y PERSONAL DEBEN PERMANECER EN SUS POSICIONES HASTA QUE SE EMITA LA SEÑAL DE REGRESO.

IX.IV ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL

UN NOVATO DEBERA DE SER ENTRENADO EN LA SEGURIDAD DE VOLADURAS, REGLAMENTOS GUBERNAMENTALES Y LOS "SIEMPRE Y NUNCAS", ANTES DE MANEJAR EXPLOSIVOS.

TODO ENTRENAMIENTO EN EL TRABAJO DEBERA DE SER SUPERVISADO POR PERSONAS EXPERIMENTADAS Y CUIDADOSAS. HASTA QUE EL PERSONAL ENTRENADO DEMUESTRE SER CAPAZ DE PROSEGUIR SIN UNA SUPERVISION TAN ESTRECHA.

LOS BUENOS PROGRAMAS DE SEGURIDAD EN VOLADURAS REQUIEREN TIEMPO, ESFUERZO Y UNA PLANEACION CUIDADOSA, SI ES QUE INTENTAN LOGRAR SU META DE CERO ACCIDENTES. ALGUNO DE LOS ELEMENTOS QUE DEBEN DE CONSIDERARSE AL PLANEAR UN PROGRAMA COMPLETO SON:

REPETICION

LA SEGURIDAD ES UN HABITO QUE SOLO PUEDE DESARROLLARSE MEDIANTE REPETICION. ES IRREAL ESPERAR QUE TODA ACCION EFECTUADA POR UN HOMBRE, DURANTE SU DIA DE TRABAJO SEA UN ACTO BIEN PENSADO Y CONSCIENTE. DURANTE ESTOS BREVES LAPROS A MENUDO MENORES DE UN SEGUNDO, UNICAMENTE NUESTROS ACTOS NOS PROTEGEN DE UNA LESION.

LOS BUENOS HABITOS SE DESARROLLAN SOLAMENTE MEDIANTE EL ENTRENAMIENTO CONSTANTE PARA REALIZAR UNA TAREA DE LA MANERA CORRECTA HASTA QUE NOSOTROS INSITINTIVAMENTE REALIZEMOS ESE ACTO DE UNA FORMA SEGURA.

CONTACTO CON EL PERSONAL

EL DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD O EL DIRECTOR DE SEGURIDAD DE UNA COMPAÑIA PUEDE BRINDAR UNICAMENTE LAS BASES Y LA DIRECCION GENERAL DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD. LA MAYOR RESPONSABILIDAD PARA EL EXITO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD

DEPENDE DEL SUPERVISOR DE LINEA, QUIEN SE ENCUENTRA EN CONSTANTE CONTACTO CON LA BRIGADA DE VOLADURA. ESTE CONTACTO CON LA BRIGADA DEBERA DIRIGIRSE HACIA UNA ACCION PREVENTIVA. LA ACCION CORRECTIVA ES SIEMPRE EL RESULTADO DE UN ACCIDENTE O SITUACION CERCANA A EL.

JUNTAS DE SEGURIDAD

LA JUNTA FORMAL DE SEGURIDAD ES GENERALMENTE UN INSTRUMENTO PARA TRANSMITIR CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS A UN GRUPO RELATIVAMENTE GRANDE DE GENTES. ES IMPERATIVO QUE LA GERENCIA A TODOS LOS NIVELES PARTICIPE ACTIVAMENTE EN ESTAS JUNTAS.

SI LA GERENCIA Y LA SUPERVISION NO PROMUEVEN ACTIVAMENTE LA SEGURIDAD CON SINCERIDAD EL PROGRAMA NO PUEDE TENER EXITO.

IX.V RETROALIMENTACION

LA ESENCIA DE TODAS LAS JUNTAS DE SEGURIDAD ES LA RESPUESTA DEL AUDITORIO.

LA MAYORIA DE TODAS LAS JUNTAS DE SEGURIDAD INVOLUCRA MUY Poca RESPUESTA DADO EL TAMAÑO DE LA JUNTA Y EL NIVEL DE GERENCIA QUE SE ENCUENTRA PRESENTE. FRECUENTEMENTE, LA JUNTA FORMAL PRESENTARA IDEAS Y CONCEPTOS QUE SON RELATIVAMENTE NUEVOS Y QUE REQUIEREN DE UNA REFLEXION PROFUNDA ANTES DE FORMULAR PREGUNTAS.

ESTA JUNTAS, SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, DEBERAN LLEVARSE A CABO PERMITIENDO QUE EXISTA SUFICIENTE TIEMPO AL TERMINAR PARA QUE LAS PERSONAS PUEDAN HACER PREGUNTAS EN BASE INFORMAL Y SEMIPRIVADA.

IX.VI ANUNCIOS

LA SEGURIDAD DEBERA PROMOVERSE EN BASE DIARIA POR MEDIO DE POSTERS O CARTELONES PREPARADOS EN FORMA ARTISTICA Y EXPUESTOS EN FORMA VISIBLE EN LOS LUGARES DE REUNION DEL PERSONAL.

IX.VII REGLAS DE SEGURIDAD Y REGULACIONES.

LAS REGLAS DE SEGURIDAD DEBERAN EXPLICARSE AL PERSONAL EXPONIENDO LAS RAZONES POR LAS QUE EXISTE CADA UNA DE ELLAS Y DEBEN DE LLEVARSE A CABO EN UNA BASE JUSTA Y DE IGUALDAD. EN FORMA CONTRARIA LAS CONTRIBUCIONES SOBRESALIENTES Y DESEMPEÑOS EN SEGURIDAD, DEBERAN RECONOCERSE PUBLICAMENTE Y RECOMPENSARSE DE TAL FORMA QUE EXPONGAN AMPLIAMENTE EL ENFASIS Y LA IMPORTANCIA DE ESTAR UNIDOS A LA SEGURIDAD.

IX.VIII EL USUARIO OCASIONAL

NO UTILICE EXPLOSIVOS EN UNA FORMA "DE VEZ EN CUANDO". LOS EXPLOSIVOS DEBERAN DE SER USADOS POR PERSONAS BIEN ENTRENADAS, CON EXPERIENCIA Y DIESTRAS, QUE ESTEN LIGADAS AL USO DIARIO DE EXPLOSIVOS.

LA TECNOLOGIA DE LOS EXPLOSIVOS SE HA MOVIDO TAN RAPIDAMENTE EN LA ULTIMA DECADA QUE EL CONOCIMIENTO DE HACE ALGUNOS AÑOS PUEDE NO UNICAMENTE SER OBSOLETO SINO TAMBIEN PELIGROSO.

POR LEY, EN ALGUNOS SITIOS SE REQUIERE QUE UN INDIVIDUO ESTE RECONOCIDO PARA EL USO DE EXPLOSIVOS. NUNCA UTILICE EXPLOSIVOS A MENOS QUE HAYA SIDO ENTRENADO Y SEA DIESTRO EN SU USO.

IX.IX TAMAÑO DE LA BRIGADA DE VOLADURA

COMPATIBLE CON EL TAMAÑO DE TRABAJO, UNA BRIGADA DE VOLADURA DEBERA DE SER LO MAS PEQUEÑA POSIBLE. OPERARIOS EVENTUALES DEBERAN UTILIZARSE UNICAMENTE CUANDO SE ENCUENTREN BAJO UNA SUPERVISION DIRECTA Y CONSTANTE DE ALGUIEN CON EXPERIENCIA.

LAS LLAVES DE LOS POLVORINES DE ALMACENAMIENTO DEBERAN ESTAR LIMITADAS Y UNICAMENTE A UNA PERSONA LA CUAL SERA RESPONSABLE DE LA DISTRIBUCION DE LOS EXPLOSIVOS.

DEBEN DE LLEVARSE INVENTARIOS DIARIOS COMO LO MARCA LA LEY DE ARMAS Y EXPLOSIVOS.

CUALQUIER TRANSPORTACION DEBERA DE HACERSE EN UN VEHICULO AUTORIZADO, SEGURO Y DISEÑADO PARA ESTE PROPOSITO.

LA RESPONSABILIDAD TOTAL PARA "AMARRAR" LA VOLADURA, PROBAR EL SISTEMA DE VOLADURA Y DISPARAR A UNA SEÑAL PREDETERMINADA DEBERA SER EL SUPERVISOR DE LA VOLADURA.

"LIMPIAR EL AREA" DEBERA SER RESPONSABILIDAD DE UNA SOLA PERSONA. EL AREA DEBERA SER LIMPIADA DE UNA FORMA ORDENADA BAJO UN PLAN DETERMINADO QUE ELIMINE CUALQUIER SUPOSICION PELIGROSA.

IX.X ACTITUD

MUY POCOS ACCIDENTES EN VOLADURAS SON CAUSADOS POR FALTA DE CONOCIMIENTO O DE EXPERIENCIA. SON, CON MAS FRECUENCIA, EL RESULTADO DE UNA ACTITUD MENTAL QUE NO PONE A LA SEGURIDAD ANTES DE CUALQUIER OTRA CONSIDERACION. LAS REGLAS, REGLAMENTOS, INCLUSO EL SUPERVISAR MAS SEGURO Y ALERTA POR SI SOLO PUEDEN PREVENIR ACCIDENTES. UNICAMENTE LA DEBIDA ACTITUD HACIA LA SEGURIDAD POR PARTE DE CADA UNO DE LOS MIEMBROS DE LA BRIGADA DE SEGURIDAD PODRA PREVENIR ACCIDENTES. LA SEGURIDAD ES LA RESPONSABILIDAD INDIVIDUAL DE CADA PERSONA, POR LA SEGURIDAD DE SU PERSONA Y POR LA SEGURIDAD DE SUS ASOCIADOS. EN SEGURIDAD USTED ES REALMENTE QUIEN CUIDA A SU HERMANO.

IX.XI REGRESANDO AL AREA DE VOLADURA

EN TODA OPERACION DE VOLADURA, EL SUPERVISOR DEBERA DE ASEGURARSE QUE LA VOLADURA PREVIA NO PRODUJO NINGUN PELIGRO NUEVO O IMPREVISTO, ANTES DE REGRESAR EL EQUIPO Y PERSONAL AL AREA RECIENTEMENTE VOLADA. EL PERSONAL RESPONSABLE ENCARGADO DEBERA:

A) ESPERAR A QUE LOS HUMOS Y GASES PRODUCIDOS POR LA VOLADURA SE ENCUENTREN A NIVEL SEGURO.

B) INSPECCIONAR LOS RESULTADOS DE LA VOLADURA EN BUSCA DE EXPLOSIVOS SIN DETONAR, ESPECIALMENTE EN LA ROCA QUEBRADA O BIEN EN BARRENOS QUE HAYAN QUEDADO SIN DISPARAR.

C) RECONOCER Y CORREGIR CONDICIONES PELIGROSAS DE ROCA QUE PUEDAN CAER, ESPECIALMENTE EN OPERACIONES SUBTERRANEAS.

IX.XII GASES, HUMO Y POLVO

LOS SITIOS DE VOLADURA NO DEBERAN REOCUPARSE DESPUES DE UN DISPARO, HASTA QUE LA RECONCENTRACION DE GASES, HUMO Y POLVO SE HAYAN REDUCIDO A LOS LIMITES DE SEGURIDAD, EL HUMO Y EL POLVO PUEDEN OBSCURECER A TAL GRADO QUE EL PERSONAL NO SEA CAPAZ DE RECONOCER CONDICIONES PELIGROSAS DEL TECHO ROCA QUE PUEDA CAER ASI COMO PELIGROS DE RESBALONES.

LOS TRABAJADORES QUE REGRESEN APRESURADAMENTE A ESTA AREA DE POCA VISIBILIDAD PUEDEN LASTIMARSE AL CAER SOBRE PEDAZOS DE ROCA EN CONCENTRACIONES SUFICIENTES PARA DAÑAR AL PERSONAL QUE REGRESE AL AREA DE VOLADURA DEMASIADO PRONTO. ES DE PARTICULAR IMPORTANCIA, EN OPERACIONES BAJO TIERRA, QUE LOS NIVELES DE GASES SE MIDAN Y QUE LOS TRABAJADORES OBSERVEN PERIODOS SEGUROS DE ESPERA ANTES DE REGRESAR AL AREA DEL DISPARO.

AUN CUANDO LOS PRODUCTOS DE LA VOLADURA GENERALMENTE SE DISPARAN MAS RAPIDAMENTE EN OPERACIONES DE SUPERFICIE, SIGUEN PRESENTANDO UN RIESGO, LOS GASES DE SUPERFICIE NO SON MENOS PELIGROSOS QUE LOS GASES SUBTERRANEOS. EL APRESURARSE AL VER LOS RESULTADOS DE LA VOLADURA PUEDE NO SER SOLAMENTE DESAGRADABLE SINO PELIGROSO Y POSIBLEMENTE FATAL.

LOS GASES SE INCREMENTAN POR CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES CIRCUNSTANCIAS:

- A) USO DE LOS PRODUCTOS QUE NO BRINDAN UNA RESISTENCIA ADECUADA AL AGUA.
- B) CONFINAMIENTO INSUFICIENTE.
- C) USO DE LOS EXPLOSIVOS CEBADOS INADECUADAMENTE, DAÑADOS O DETERIORADOS.

IX.XIII MINAS SUBTERRANEAS

ALGUNAS NORMAS QUE LOS MINEROS BAJO TIERRA DEBEN SEGUIR:

MINIMIZAR LA CANTIDAD DE GASES, SELECCIONANDO Y CEBANDO ADECUADAMENTE EL EXPLOSIVO PROPICIO PARA EL TRABAJO. EL BALANCE DE OXIGENO QUE NO SEA RESISTENTE AL AGUA, TAL COMO EL ANFO, PUEDE ALTERARSE SEVERAMENTE AL CARGARLO EN UN BARRENO MOJADO. ESTO PRODUCIRA CANTIDADES CONSIDERABLES DE GASES TOXICOS. TODO USUARIO DEBERA DE TOMAR MEDIDAS PARA ELIMINAR ESTOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA PRODUCCION DE GASES NOCIVOS.

BRINDE UNA ADECUADA VENTILACION Y ESPERE UN PERIODO DE TIEMPO SEGURO ANTES DE REGRESAR AL AREA DE DISPARO.

EL PERIODO ENTRE EL DISPARO Y EL REGRESO AL FRENTE, PUEDE ACORTARSE CONSIDERABLEMENTE CON UNA VENTILACION ADECUADA. UN BUEN SISTEMA DE VENTILACION REMUEVE EL HUMO Y GASES PRODUCIDOS POR LA VOLADURA Y ASEGURA UN SUMINISTRO DE AIRE PURO EN TODO MOMENTO.

UN METODO TIPICO DE SUMINISTRAR AIRE ES SOPLAR A TRAVES DE TUBERIA RIGIDA O FLEXIBLE HASTA EL FRENTE. UNA BUENA VENTILACION REDUCE EL TIEMPO DE TRABAJO PERDIDO MIENTRAS SE ESPERA A QUE LOS GASES SE DISIPEN E INCREMENTA LA EFICIENCIA DEL PERSONAL, SE RECOMIENDA EFECTUAR PRUEBAS FRECUENTES PARA DETERMINAR EL PERIODO DE ESPERA SEGURO, PUES VARIA DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES LOCALES.

ROCIE EL FRENTE Y LA REZAGA CON AGUA.

ESTE PROCEDIMIENTO ASIENTA EL HUMO Y EL POLVO DEL AIRE MEJORANDO LA VISIBILIDAD, REDUCE EL NIVEL DE CIERTOS GASES TOXICOS SOLUBLES Y DESPLAZA OTROS GASES INSOLUBLES DE LA ROCA QUEBRADA PARA QUE ESTOS PUEDAN SER MOVIDOS MAS FACILMENTE POR EL SISTEMA DE VENTILACION, EL AGUA NO RETIRA EN FORMA SATISFATORIA EL MONOXIDO DE CARBONO, EL CUAL ES INCOLORO, INODORO E INSIPIDO.

UNA ATOMOSFERA VISUALMENTE CLARA NO GARANTIZA EL QUE NO SE ENCUENTRE UNA CONCENTRACION LETAL DE MONOXIDO DE CARBONO.

IX.IV DISPAROS QUEDADOS

SI EL USUARIO SIGUE LOS METODOS PARA PREPARAR LOS CEBOS: CEBAR, CARGAR, COLOCACION DEL TACO Y DISPARO, LA POSIBILIDAD DE QUE UNA CARGA NO DETONE ES EXTREMADAMENTE PEQUEÑA, DADO QUE TODO DISPARO QUEDADO ES UN POTENCIAL DE ACCIDENTE. EL METODO MAS SEGURO DE MANEJARLO ES PREVINIENDOLO. SIN EMBARGO, SI UNA FALLA EN UN DISPARO LLEGARA A OCURRIR, EL USUARIO DEBERA CONOCER LA FORMA DE MANEJARLO CON SEGURIDAD.

EXISTEN TANTOS TIPOS DIFERENTES DE VOLADURAS QUE ES IMPOSIBLE DAR INSTRUCCIONES PRECISAS PARA MANEJARLOS. EL USUARIO DEBERA DE GUIARSE POR LAS CONDICIONES LOCALES TENIENDO EN MENTE QUE EL TRABAJO EN EL LUGAR O CERCANO A UN BARRENO "QUEDADO" ES UNA OPERACION DE LO MAS PELIGROSO. BARRENAR O EXCAVAR EN MATERIALES QUE CONTIENEN EXPLOSIVOS SIN DETONAR ES EXTREMADAMENTE PELIGROSO.

IX.V EN CASO DE FALLA

SI UNA FALLA OCURRE, LOS SIGUIENTES PASOS O PRECAUCIONES GENERALES DEBERAN TOMARSE:

A) NO PERMITA A PERSONAL INNECESARIO EL REGRESO AL AREA DE VOLADURA.

NO HAGA SONAR LA SEÑAL DE REGRESO Y ESTE SEGURO DE QUE TODOS LOS GUARDIAS PERMANEZCAN EN SUS POSICIONES. CUANDO SE UTILICEN ESTOPINES ELECTRICOS NADIE DEBERA DE REGRESAR AL FRENTE CUANDO MENOS EN UNOS 15 MINUTOS. DESCONECTE LA LINEA DE CONEXION DE LA FUENTE DE PODER Y COLOQUE EN CORTO LAS PUNTAS DE LA LINEA. CUANDO SE TENGAN FALLAS CON MECHA Y FULMINANTE NADIE DEBERA DE REGRESAR HASTA QUE PASE UN TIEMPO EQUIVALENTE A TRES VECES EL TIEMPO QUE TARDARIA LA MECHA EN QUEMARSE Y NUNCA ANTES DE TREINTA MINUTOS.

B) NO INICIE NINGUN TRABAJO EN EL AREA DE FALLA EXCEPTO EL QUE SE REALICE PARA CONTROLAR EL PELIGRO.

C) INVESTIGUE Y CORRIJA LAS FALLAS CON PERSONAL EXPERIMENTADO AL QUE SE LE PERMITA TRABAJAR DE UNA MANERA METODICA Y SIN NINGUNA INTERFERENCIA.

D) EXAMINE CUIDADOSAMENTE LOS BARRENOS QUEDADOS Y EL AREA QUE LOS RODEA PARA DETERMINAR CUANTOS BARRENOS Y CUANTO EXPLOSIVO FALLO.

LAS CONDICIONES Y CANTIDADES DE ROCA ALREDEDOR DE LOS BARRENOS DEBERA DETERMINARSE. TODO EXPLOSIVO QUE SE ENCUENTRE DISEMINADO EN EL AREA DEL DISPARO DEBERA RECOGERSE Y SER DESTRUIDO.

CUANDO EL EXPLOSIVO SE ENCUENTRE DENTRO DE LOS BARRENOS SIN DETONAR, ESTE DEBERA DE TRATAR DE INICIARSE DESDE LA SUPERFICIE. SI ESTO NO FUERA POSIBLE, LO MAS CONVENIENTE Y SEGURO SERIA EL DE APLICARLE UN CHORRO DE AGUA A PRESION PARA QUE DESINTEGRASE EL EXPLOSIVO Y ESTE EMPEZARA A FLOTAR LIMPIANDO ASI EL BARRENO.

IX.VI RAZONES FRECUENTES DE FALLA

UNA INVESTIGACION EXHAUSTIVA DE LA FALLA EN EL DISPARO GENERALMENTE DETERMINA SU CAUSA, ALGUNAS DE LAS RAZONES MAS FRECUENTES SON:

- A) CEBOS PREPARADOS INADECUADAMENTE.
- B) USO DE EXPLOSIVOS NO RESISTENTES AL AGUA EN TRABAJOS HUMEDOS.
- C) CARGADO INADECUADO.
- D) DAÑO A LOS ALAMBRES DE CONEXION A LOS ESTOPINES ELECTRICOS, DAÑO A LA CONEXION DE CORDON DETONANTE O MECHA DURANTE LA CARGA.
- E) FALLA AL ENCENDER LA MECHA O CONECTAR EL ESTOPIN ELECTRICO AL CIRCUITO DE VOLADURA.
- F) INADECUADA CONEXION ELECTRICA.
- G) INSUFICIENTE CORRIENTE ELECTRICA.

SIEMPRE INVESTIGUE LA CAUSA DE LA FALLA Y TOME UNA ACCION CORRECTIVA PARA PREVENIR FALLAS FUTURAS.

EN ALGUNAS OCASIONES EL CEBO DETONA PERO NO INICIA UNA PORCION DE LA CARGA EN EL BARRENO. ESTAS FALLAS DEBEN DE MANEJARSE COMO FALLAS DE CARGA ENTERA.

LAS FALLAS PARCIALES SON PROVOCADAS POR LO GENERAL:

A) CORTES DE LOS BARRENOS

B) CEBADO INADECUADO.

C) EXPLOSIVOS DETERIORADOS.

D) CARGADO INADECUADO O LIMADURAS DE BARRENACION ENTRE LOS CARTUCHOS.

PARA MINIMIZAR LOS CORTES EN LOS BARRENOS SE DEBE CEBAR ADECUADAMENTE LA VOLADURA Y DISEÑAR LA BARRENACION CONSIDERANDO LOS BORDOS, ESPACIAMIENTOS Y TODAS LAS FALLAS Y FIGURAS VISIBLES.

IX.VII PREPARACION EN EL AREA DE VOLADURA

BARRENACION

BARRENAR SOBRE LOS EXPLOSIVOS ES UNA DE LAS CAUSAS MAS FRECUENTES DE ACCIDENTES EN VOLADURAS. PATRONES DE DISPARO PERFORADOS DEFICIENTEMENTE PUEDEN CAUSAR CORTES, ROCA EN VUELO Y RESULTADOS MALOS. UNA BUENA BARRENACION NO ES SOLAMENTE ESENCIAL PARA OBTENER BUENOS RESULTADOS EN UNA VOLADURA, SINO QUE TAMBIEN ES NECESARIA PARA CONDUCCIR EN FORMA SEGURA UNA OPERACION DE VOLADURA.

LA MEJOR MANERA DE ELIMINAR UNA BARRENACION QUE TENGA QUE VER CON EXPLOSIVOS ES ASEGURANDOSE QUE TODOS LOS EXPLOSIVOS CARGADOS EN LA VOLADURA ANTERIOR DETONARON EXITOSAMENTE. SIN EMBARGO, SI OCURREN FALLAS O CORTES EL EXPLOSIVO DEBE DE MANEJARSE ADECUADAMENTE.

ADVERTENCIA.

FALLAS DE IGNICION PELIGROSAS PUEDEN RESULTAR DEL USO DE ESTOPINES ELECTRICOS QUE HAYAN SIDO DAÑADOS O QUE HAYAN SIDO RECUPERADOS COMO FALLAS DE UNA BARRENACION DISPARADA INADECUADAMENTE, QUE NO HAN PASADO LA PRUEBA DE CONTINUIDAD HECHA CON UN GALVANOMETRO DE VOLADURA.

BARRENACIONES DISPARADAS CON MAQUINAS EXPLOSORAS.

PUEDEN OCURRIR FALLAS EN LAS BARRENACIONES INICIADAS CON MAQUINAS EXPLOSORAS.

UTILIZANDO UNA MAQUINA EXPLOSORA QUE NO PROPORCIONA LA CANTIDAD DE ENERGIA ESPECIFICADA AL CIRCUITO DE ESTOPINES (SE RECOMIENDA QUE LA MAQUINA EXPLOSORA SE PRUEBE POR UNA AGENCIA DE REPARACION AUTORIZADA, POR LO MENOS UNA VEZ AL AÑO O SIEMPRE QUE SE OBSERVEN SEÑALES ANORMALES EN LA OPERACION DE LA MAQUINA)

IX.VIII INSTRUCCIONES Y ADVERTENCIAS.

NOTA: TODOS LOS "SIEMPRE" Y LOS "NUNCAS" SON DE SUMA IMPORTANCIA Y DEBEN DE LEERSE, PUES SE REFIEREN A TODOS LOS EXPLOSIVOS O ACCESORIOS DEL RAMO DE MATERIALES PARA VOLADURAS. LEALOS USTED DETALLADAMENTE Y APLIQUE CON CUIDADO LAS INSTRUCCIONES, ADVERTENCIAS Y SUGERENCIAS.

CONCENTRADO

AL TRANSPORTAR EXPLOSIVOS.

SIEMPRE: OBEDEZCA TODA LA LEY Y REGLAMENTACION FEDERAL, ESTATAL Y LOCAL.

SIEMPRE: VIGILE QUE EN CUALQUIER VEHICULO QUE SE EMPLEA PARA LA TRANSPORTACION DE EXPLOSIVOS ESTE EN BUEN ESTADO DE OPERACION Y DOTADO DE CUBIERTA O PISO SIN ABERTURAS O GRIETAS Y HECHO DE MADERA O DE ALGUN METAL QUE NO GENERE CHISPAS, LOS COSTADOS Y EXTREMOS SEAN DE SUFICIENTE ALTURA PARA IMPEDIR QUE CAIGA EL EXPLOSIVO. LOS CAMIONES ABIERTOS DEBERAN DE IR CUBIERTOS CON UNA LONA A PRUEBA DE AGUA Y RESISTENTE AL FUEGO Y NO DEBE DE PERMITIR EL CONTACTO ENTRE EL EXPLOSIVO Y CUALQUIER FUENTE DE CALOR, COMO SERIA EL TUBO DE ESCAPE. TODO EL ALUMBRADO DEL VEHICULO ESTARA BIEN AISLADO PARA IMPEDIR CUALQUIER CORTO CIRCUITO Y SE CONTARA CON UN MINIMO DE DOS EXTINGUIDORES DE FUEGO. LOS CAMIONES SE IDENTIFICAN PLENAMENTE PARA DAR ADVERTENCIA AL PUBLICO DEL TIPO DE CARGA.

NUNCA: DEBE PERMITIR QUE EL METAL, SALVO LAS CARROCERIAS METALICAS DE CAMION APROBADAS, ENTREN EN CONTACTO CON LAS CAJAS DE EXPLOSIVO. NO SE TRANSPORTEN SUBSTANCIAS METALICAS, INFLAMABLES, FACILMENTE OXIDABLES O CORROSIVAS JUNTO CON EXPLOSIVOS. PERMITA QUE EL METAL, SALVO LAS CARROCERIAS METALICAS DE CAMION APROBADOS, ENTREN EN CONTACTO CON LAS CAJAS DE EXPLOSIVOS. NO SE TRANSPORTARAN SUBSTANCIAS METALICAS INFLAMABLES, FACILMENTE OXIDABLES O CORROSIVAS JUNTO CON EXPLOSIVOS.

NUNCA: SE PERMITIRA FUMAR ABORDO DEL VEHICULO, O QUE VAYAN A BORDO PERSONAS NO AUTORIZADAS O INNECESARIAS.

SIEMPRE: CARGUE O DESCARGUE LOS EXPLOSIVOS CON SUMO CUIDADO. NUNCA DEBE TIRARSE ALGUN EXPLOSIVO DESDE EL CAMION.

SIEMPRE: ASEGURESE QUE LOS DEMAS EXPLOSIVOS, INCLUSIVE LAS MECHAS DETONADORAS, QUEDEN SEPARADAS DE LOS DETONADORES Y/O DETONADORES ELECTRICOS CUANDO SE PERMITA TRANSPORTARLOS JUNTOS EN UN SOLO VEHICULO.

NUNCA: MANEJE UN CAMION CON EXPLOSIVO A TRAVES DE LA CIUDAD O DE ALGUN PUEBLO O ALDEA, NI TAMPOCO LO DEJE ESTACIONADO CERCA DE LUGARES HABITADOS (MUY IMPORTANTE).

SIEMPRE: SOLICITE QUE SE HAGA LA ENTREGA DE LOS EXPLOSIVOS EN EL POLVORIN O EN EL DEPOSITO MISMO O ALGUN OTRO LUGAR FUERA DE LAS ZONAS POBLADAS.

NUNCA: SE DEBEN DE COMBATIR LOS INCENDIOS DESPUES DE QUE ENTREN EN CONTACTO CON LOS EXPLOSIVOS. SE EVACUARA TODO EL PERSONAL A UN AREA SEGURA Y SE CUIDARA CONTRA LA ENTRADA DE INTRUSOS.

CUANDO SE ALMACENAN LOS EXPLOSIVOS

SIEMPRE: DEBERAN ALMACENARSE LOS EXPLOSIVOS DE ACUERDO CON LAS LEYES Y REGLAMENTACION FEDERAL, ESTATAL Y LOCAL.

SIEMPRE: SE ALMACENARAN LOS EXPLOSIVOS EN UN DEPOSITO LIMPIO, SECO, BIEN VENTILADO, RAZONABLEMENTE TEMPLADO, CORRECTAMENTE UBICADO DE CONSTRUCCION ROBUSTA, RESISTENTE A LAS BALAS, LOS INCENDIOS Y CERRADO (ASEGUANDO CON LLAVE).

NUNCA: SE ALMACENEN EXPLOSIVOS, MECHAS, ENCENDEDORES DE MECHA JUNTO CON PAPEL, MADERA O TPAOS, NI CERCA DE PETROLEO, GASOLINA, SOLUCIONES O SOLVENTES DE ASEO U OTRO MATERIAL EXTRAÑO, INCLUYENDO MATERIALES FACILMENTE OXIDABLES, O CERCA DE RADIADORES, TUBERIAS DE VAPOR, TUBERIAS DE ESCAPE, ESTUFAS U OTRAS FUENTES DE CALOR, NI EN LUGARES HUMEDOS.

NUNCA: ALMACENE CARTUCHOS ROTOS DE EXPLOSIVOS EN BOLSAS DE PAPEL, CAJAS DE CARTON, CAJAS DE MADERA, O RECIPIENTES DE METAL, SALVO QUE ESTEN FORRADOS CON ALGUN PLASTICO INHERTE.

NUNCA: PERMITA QUE LAS CAJAS DE EXPLOSIVOS DAÑADOS O QUE TENGAN FUGA PERMANEZCAN EN EL POLVORIN O EN EL EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO. DEBE ENJUAGARSE EL PISO COMPLETAMENTE CON ALGUNA SOSA DE ASEO (NO DETERGENTE) Y AGUA.

NUNCA: ALMACENE DETONADORES O DETONADORES ELECTRICOS EN LA MISMA CAJA, O EN EL MISMO RECIPIENTE Y/O EN EL MISMO POLVORIN CON OTROS EXPLOSIVOS.

NUNCA: GUARDE HERRAMIENTAS U OTROS OBJETOS DE METAL QUE GENEREN CHISPAS DENTRO DE UN DEPOSITO DE EXPLOSIVOS.

NUNCA: FUME NI SIQUIERA CARGUE CERILLOS O CUALQUIER OTRA FUENTE DE FUEGO O DE LLAMA DENTRO O CERCA DE UN DEPOSITO DE EXPLOSIVOS.

NUNCA: PERMITA QUE SE ACUMULEN HOJAS, ZACATES, RAMAS O BASURAS DENTRO DE UN AREA DE 10 METROS DE UN DEPOSITO DE EXPLOSIVOS.

NUNCA: DISPARE SOBRE LOS EXPLOSIVOS NI TAMPOCO PERMITA EL DISPARO DE ARMAS CERCA DE EXPLOSIVOS.

SIEMPRE: ESTABLEZCA LOS DEPOSITOS DE EXPLOSIVOS EN LOS SITIOS MAS AISLADOS CON QUE SE DISPONGA. DEBEN ESTAR SEPARADOS ENTRE SI Y DE LOS EDIFICIOS HABITADOS, CARRETERAS Y FERROCARRILES, POR UNA DISTANCIAS MINIMA EQUIVALENTE A LAS RECOMENDACIONES ASENTADAS EN LA "TABLA DE DISTANCIAS".

AL HACER USO DE LOS EXPLOSIVOS

NUNCA: USE HERRAMIENTAS HECHAS DE METAL QUE GENEREN CHISPAS PARA ABRIR LOS TAMBORES O CAJAS DE MADERA DE LOS EXPLOSIVOS. SE PODRAN EMPLEAR CUCHILLAS METALICAS PARA ABRIR CAJAS DE CARTON SIEMPRE Y CUANDO LA CUCHILLA NO ENTRE EN CONTACTO CON LAS GRAPAS METALICAS DE LA CAJA.

NUNCA: SE FUME, NI SE CARGUEN FOSFOROS O CUALQUIER OTRA FUENTE DE FUEGO O LLAMAS, DENTRO DE UNA DISTANCIA DE 30 METROS DE UNA ZONA EN QUE SE ESTEN MANEJANDO O EMPLEANDO EXPLOSIVOS.

NUNCA: SE COLOQUEN EXPLOSIVOS DONDE PUEDAN QUEDAR EXPUESTOS A LLAMAS, AL CALOR EXCESIVO, A LAS CHISPAS O AL IMPACTO.

SIEMPRE: SE REPONE O SE CIERRA LA TAPA DE LA CAJA DE EXPLOSIVOS, O DEL PAQUETE EN QUE VENIAN DESPUES DE US USO.

NUNCA: CARGUE EXPLOSIVOS EN LAS BOLSAS DE SU ROPA O EN CUALQUIER OTRA PARTE DE SU PERSONA.

NUNCA: INTRODUZCA NADA, SALVO LA MECHA, EN EL EXTREMO ABIERTO DE UN DETONADOR.

NUNCA: GOLPEE, NI MANIPULE, NI TRATE DE REMOVER NI INVESTIGAR EL CONTENIDO DE ALGUN DETONADOR O DETONADOR ELECTRICO, NI TRATE DE ARRANCAR LOS ALAMBRES DE UN DETONADOR ELECTRICO.

NUNCA: PERMITA QUE SE ACERQUEN NIÑOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS Y/O PERSONAS INNESCESARIAS A UNA ZONA EN QUE SE MANEJA O USAN EXPLOSIVOS.

NUNCA: MANEJE NI USE, NI SE MANTENGA CERCA DE LOS EXPLOSIVOS MIENTRAS SE ACERCA O PASA UNA TORMENTA ELECTRICA. DEBEN RETIRARSE TODAS LAS PERSONAS A ALGUN SITIO SEGURO.

NUNCA: USE EXPLOSIVOS O EQUIPO O ACCESORIOS QUE EVIDENTEMENTE ESTEN DETERIORADOS Y QUE HAYAN SUFRIDO ALGUN DAÑO.

NUNCA: TRATE DE RECUPERAR O DE EMPLEAR MECHAS, DETONADORES, DETONADORES ELECTRICOS O EXPLOSIVOS QUE SE HAYAN EMPAPADO DE AGUA AUN SI YA ESTEN SECOS. CONSULTESE AL FABRICANTE.

SIEMPRE: USE SOLO Y EXCLUSIVAMENTE LAS CAPSULAS DE ALUMINIO O COBRE QUE EL PROVEEDOR Y SU EXPERIENCIA LE INDIQUEN.

SIEMPRE: USE UN CEBO ADECUADO CON LAS DINAMITAS O CON LOS MATERIALES NO SENSITIVOS.

SIEMPRE: EVITE EL CONTACTO ENTRE EL EXPLOSIVO Y LOS OJOS, LA PIEL O LA ROPA. EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS, ENJUAGUESE INMEDIATAMENTE CON BASTANTE AGUA DURANTE MINIMO 15 MINUTOS Y OBTENGA ATENCION MEDICA.

SIEMPRE: LAVASE LAS MANOS EN FORMA COMPLETA DESPUES DEL CONTACTO CON LOS EXPLOSIVOS.

AL PREPARAR EL CEBO

NUNCA: PREPARE EL CEBO DENTRO DEL POLVORIN, O CERCA DE CANTIDADES EXCESIVAS DE EXPLOSIVOS O EN EXCESO DE SUS NECESIDADES INMEDIATAS.

NUNCA: TRATE DE ASENTAR CON PRESION EL DETONADOR O EL DETONADOR ELECTRICO DENTRO DEL EXPLOSIVO. DEBE INTRODUCIRSE EL DETONADOR DENTRO DE UN AGUJERO ABIERTO EN EL EXPLOSIVO, PARA ESTE FIN; CON UN PUNZON AGUDO.

SIEMPRE: PREPARE LOS CEBOS DE ACUERDO CON METODOS BIEN ESTABLECIDOS Y COMPROBADOS. ASEGURESE QUE EL CASO DEL DETONADOR ESTE COMPLETAMENTE EMBUTIDO EN EL EXPLOSIVO O EN EL DETONADOR AUXILIAR Y SUJETO DE TAL MANERA QUE CUANDO SE COLOQUE LA CARGA NO EXISTA NINGUNA TENSION SOBRE LOS ALAMBRES O SOBRE LA MECHA EN EL PUNTO DONDE ENTRAN A LA CAPSULA.

AL PERFORAR Y CARGAR LOS BARRENOS

SIEMPRE: CUMPLA CON LA REGLAMENTACION FEDERAL, ESTATAL Y LOCAL APLICABLE A LA PERFORACION Y CARGA DE BARRENO.

SIEMPRE: EXAMINE LA SUPERFICIE O FRENTE CON CUIDADO ANTES DE BARRENAR PARA DETERMINAR LA POSIBLE PRESENCIA DE EXPLOSIVOS NO DETONADOS. NUNCA PERFORE UN BARRENO CON EXPLOSIVOS.

SIEMPRE: COMPRUEBE CUIDADOSAMENTE EL INTERIOR DEL BARRENO CON ATACADOR DE MADERA O CINTA DE MEDIR PARA CONOCER SU CONDICION, ANTES DE COLOCAR LA CARGA.

SIEMPRE: TOME EN CUENTA LOS POSIBLES PELIGROS QUE IMPLICA LA ELECTRICIDAD ESTATICA CAUSADA POR LA CARGA NEUMATICA Y TOME MEDIDA PREVENTIVAS ADECUADAS. DONDE EXISTA CUALQUIER DUDA, CONSULTE A SU PROVEEDOR DE EXPLOSIVOS.

NUNCA: AMONTONE LOS EXPLOSIVOS CERCA DE LAS ZONAS DE TRABAJO AL CARGAR LOS BARRENOS.

SIEMPRE: CORTE Y LIBRE DEL CARRETE LA LINEA DE MECHA DETONANTE QUE SE EXTIENDE DENTRO DEL BARRENO, ANTES DE COLOCAR EL RESTO DE LA CARGA.

NUNCA: CARGUE EXPLOSIVOS EN UN BARRENO QUE SE HAYA SECANTEADO EN SU FONDO O AL COMPLEMENTARSE LA PERFORACION, SIN ANTES ASEGURARSE QUE SE HAYA ENFRIADO Y QUE NO CONTIENE NINGUN METAL CALIENTE O ALGUN OTRO MATERIAL ENCENDIDO. LAS TEMPERATURAS EN EXCESO DE 65 GRADOS C SON PELIGROSAS.

NUNCA: SECANTEE UN BARRENO MEDIANTE EXPLOSION CERCA DE OTRO BARRENO CARGADO.

SIEMPRE: PROCURE EVITAR DAÑOS A LOS ALAMBRES DEL DETONADOR AL COLOCAR LA CARGA.

NUNCA USE EXPLOSIVOS BAJO UNA CARGA HIDROSTATICA ELEVADA SIN HABER CONSULTADO CON EL FABRICANTE SOBRE EL CEBO Y DETONADOR MAS ADECUADOS.

NUNCA USE DETONADORES ELECTRICOS CON ALAMBRES FORRADOS DE NYLON.

NUNCA INTRODUZCA EXPLOSIVOS EN UN BARRENO CON PRESION NI LO FORCE A TRAVES DE CUALQUIER OBSTRUCCION DENTRO DEL BARRENO. RESULTA PELIGROSA ESTA PRACTICA SOBRE TODO EN LOS BARRENOS SECOS Y CUANDO SE CEBE LA CARGA.

NUNCA RASGUE, DEJE CAER, DEFORME O ABUSE DEL CEBO. NUNCA DEJE CAER ALGUN CARTUCHO GRANDE Y PESADO DIRECTAMENTE SOBRE EL CEBO.

SIEMPRE EVITE EXPONER INNECESARIAMENTE CUALQUIER PARTE DEL CUERPO POR ENCIMA DEL BARRENO AL COLOCAR LA CARGA.

NUNCA COLOQUE CARGA DENTRO DE CUALQUIER BARRENO CERCA DE LAS LINEAS DE ENERGIA ELECTRICA, SALVO QUE LA LINEA DE DETONACION INCLUYENDO LOS ALAMBRES DEL DETONADOR ELECTRICO, SEA TAN CORTA QUE NO PERMITA ALCANZAR LA LINEA DE ENERGIA.

NUNCA CONECTE LOS DETONADORES O DETONADORES ELECTRICOS A LA LINEA DE DETONACION, SALVO QUE SE HAGA CON TECNICAS RECOMENDADAS POR EL FABRICANTE.

AL APISONAR

NUNCA APISONE NINGUN EXPLOSIVO QUE SE HAYA SACADO DEL CARTUCHO.

NUNCA ATAQUE CON DISPOSITIVOS METALICOS DE CUALQUIER INDOLE, INCLUSIVE EL EXTREMO METALICO DE ATACADORES DE CARGA, USE EXCLUSIVAMENTE ATACADORES DE MADERA, SALVO QUE LOS ATACADORES EN SECCION TENGAN CONEXIONES DE METAL QUE NO GENERE CHISPAS. EVITASE TODO APISONADO VIOLENTO. NUNCA APISONE UN CEBO.

SIEMPRE ASIENDE LOS EXPLOSIVOS DENTRO DEL BARRENO CON ARENA, TIERRA, ARCILLA O ALGUN OTRO MATERIAL INCOMBUSTIBLE Y ADECUADO PARA FORMAR TACO.

NUNCA IMPONGA DOBLES U OTROS DAÑOS EN LAS MECHAS O EN LOS ALAMBRES AL APISONAR.

AL DETONAR ELECTRICAMENTE

NUNCA DESENROLLE LOS ALAMBRES NI HAGA USO DE DETONADORES ELECTRICOS, MIENTRAS PASE UNA TOLVANERA O ESTE CERCA CUALQUIER OTRA FUENTE DE CARGAS MASIVAS DE ELECTRICIDAD ESTATICA.

NUNCA DESENROLLE LOS ALAMBRES NI HAGA USO DE DETONADORES ELECTRICOS CERCA DE TRANSMISORAS DE RADIO FRECUENCIAS, SALVO QUE ESTEN A UNA DISTANCIA SEGURA.

SIEMPRE MANTENGA EL CIRCUITO DETONADOR COMPLETAMENTE AISLADO DE LA TIERRA O DE OTROS CONDUCTORES, TALES COMO ALAMBRES DESCUBIERTOS, RIELES, TUBERIAS U OTRAS RUTAS PARA CORRIENTES VAGABUNDAS.

NUNCA MANTENGA ALAMBRES O CABLES ELECTRICOS DE CUALQUIER INDOLE CERCA DE LOS DETONADORES ELECTRICOS O DE CUALQUIER OTRO EXPLOSIVO, SALVO EN EL MOMENTO Y CON EL FIN DE DETONAR LA CARGA.

SIEMPRE COMPRUEBE TODO DETONADOR ELECTRICO, YA SEA EN FORMA INDIVIDUAL O DENTRO DE UN CIRCUITO EN SERIE, EMPLEANDO EXCLUSIVAMENTE UN GALVANOMETRO DE VOLADURA DISEÑADO ESPECIFICAMENTE PARA ESTE FIN.

NUNCA EMPLEE DENTRO DE UN SOLO CIRCUITO NI DETONADORES ELECTRICOS HECHOS POR DISTINTOS FABRICANTES NI DETONADORES ELECTRICOS DE DISTINTO MODELO O FUNCION AUN CUANDO LOS PRODUZCA EL MISMO FABRICANTE, SALVO QUE EL FABRICANTE HAYA AUTORIZADO TAL USO.

NUNCA TRATE DE DISPARAR UN DETONADOR ELECTRICO INDIVIDUAL NI UN CIRCUITO DE DETONADORES ELECTRICOS CON UNA CORRIENTE MENOR A LA QUE ESPECIFICA EL FABRICANTE.

AL PERFORAR Y CARGAR LOS BARENOS

SIEMPRE ASEGURESE QUE LOS EXTREMOS DE LOS ALAMBRE POR CONECTARSE HAYAN QUEDADO LIMPIOS Y BRILLANTES.

SIEMPRE MANTENGA LOS ALAMBRES DEL DETONADOR ELECTRICO O LOS ALAMBRES DE CONEXION DESCONECTADOS DE LA FUENTE DE ENERGIA O EN CORTO CIRCUITO HASTA QUE TODO ESTE LISTO PARA DISPARAR.

SIEMPRE MANEJE LA MECHA CON CUIDADO PARA EVITAR DAÑOS AL REVESTIMIENTO. EN CLIMAS FRIOS DEBE CALENTARSE LIGERAMENTE ANTES DE SU EMPLEO, PARA EVITAR QUE SE ROMPA EL MATERIAL A PRUEBA DE AGUA. CONSULTE A SU PROVEEDOR.

NUNCA EMPLEE UNA MECHA CORTA. ENTERESE DE LA VELOCIDAD DE ENCENDIDO DE LA MECHA Y ASEGURESE SUFICIENTE TIEMPO PARA ALCANZAR ALGUN SITIO SEGURO. NUNCA USE MENOS DE 65 CM.

NUNCA CORTE LA MECHA SINO HASTA CUANDO YA ESTE LISTA PARA INTRODUCIRLA EN EL DETONADOR. RECORTELE UNA PULGADA O DOS PARA ASEGURARSE UN CEBOS SECO. SE CORTA CON UNA TAJADA TRANSVERSAL LIMPIA, USANDO UNA NAVAJA LIMPIA Y FILOSA

SE DESCANSA LA MECHA LIGERAMENTE CONTRA LA CARGA DEL DETONADOR Y SE EVITA TODA TORCEDURA UNA VEZ QUE ESTE EN SU SITIO.

NUNCA DEBE PRENSARSE LOS DETONADORES CON INSTRUMENTO O MEDIO CUALQUIERA QUE NO SEAN UNAS PINZAS PARA PRENSAR, DISEÑADAS ESPECIALMENTE PARA ESTE FIN. ASEGURESE QUE EL DETONADOR ESTE PRENSADO EN FORMA SEGURA SOBRE LA MECHA.

SIEMPRE ENCIENDA LA MECHA CON UN ENCENDEDOR ESPECIAL DISEÑADO PARA ESTE FIN. SI ES QUE SE LLEGA A USAR UN FOSFORO, DEBE ABRIRSE UNA RANURA EN EL EXTREMO DE LA MECHA PARA INTRODUCIR LA CABEZA DEL FOSFORO Y MANTENERLA EN CONTACTO CON EL CENTRO DE POLVORA. ENTONCES SE RASPA LA CABEZA DEL FOSFORO CON UNA SUPERFICIE ABRASIVA PARA ENCENDER LA MECHA.

NUNCA DEBE ENCENDERSE LA MECHA SINO HASTA HABERSE COLOCADO SUFICIENTE MATERIAL DE EMPAQUE SOBRE EL EXPLOSIVO, PARA IMPEDIR QUE CUALQUIER CHISPA O CABEZA VOLADORA DE FOSFORO ENTRE EN CONTACTO CON EL EXPLOSIVO.

NUNCA SOSTENGA EXPLOSIVOS EN LA MANO PARA ENCENDER UNA MECHA.

EN EL TRABAJO SUBTERRANEO

SIEMPRE HAGA USO DE LOS EXPLOSIVOS AUTORIZADOS SOLO EXCLUSIVAMENTE EN LA MANERA ESPECIFICADA POR LA AUTORIDAD COMPETENTE DEL GOBIERNO Y DE SU PROVEEDOR.

NUNCA INTRODUZCA CANTIDADES EXCESIVAS DE EXPLOSIVOS EN UNA MINA EN UN SOLO VIAJE.

NUNCA HAGA USO DE POLVORA NEGRA O POLVORA DE GRANO GRUESO, JUNTO CON LOS EXPLOSIVOS AUTORIZADOS O CON OTROS EXPLOSIVOS DENTRO DE UN SOLO BARRENO EN UNA MINA DE CARBON.

ANTES Y DESPUES DE LA DETONACION

NUNCA DISPARE UNA CARGA SIN HABER RECIBIDO UNA SEÑAL POSITIVA DE LA PERSONA ENCARGADA DE VIGILAR QUE TODO EXPLOSIVO SOBRANTE HA QUEDADO EN UN LUGAR SEGURO, QUE TODAS LAS PERSONAS Y VEHICULOS ESTEN A UNA DISTANCIA SEGURA O BAJO SUFICIENTE PROTECCION Y QUE HAYA DADO ADECUADA ADVERTENCIA.

NUNCA REGRESE AL SITIO DE LA VOLADURA SINO HASTA QUE SE HAYAN DISIPADO EL HUMO Y LOS GASES DE LA EXPLOSION.

NUNCA TRATE DE INVESTIGAR DEMASIADO PRONTO UNA DETONACION FALLIDA. APEGUESE A LA REGLAMENTACION ESTABLECIDA. SI NO EXISTE REGLAMENTACION DEJE PASAR POR LO MENOS UNA HORA.

NUNCA PERFORE, BARRENE O LEVANTE UN CARTUCHO DE EXPLOSION CUYA DETONACION FALLO. ESTAS CARGAS DEBEN SER MANEJADAS EXCLUSIVAMENTE POR O BAJO LA DIRECCION DE ALGUNAS PERSONAS COMPETENTES Y EXPERIMENTADAS.

COMO DESHACERSE DE LOS EXPLOSIVOS

NUNCA DEJE EXPLOSIVOS ABANDONADOS.

SIEMPRE DISPONGA DE LOS EXPLOSIVOS O DESTRUYALOS DE ACUERDO CON LOS METODOS APROBADOS. CONSULTE CON EL FABRICANTE.

NUNCA DEJE MATERIAL EXPLOSIVO O CARTUCHOS VACIOS O CAJAS O FOSFOROS DE CUALQUIER OTRO MATERIAL EMPLEADO EN EL EMPAQUE DE LOS EXPLOSIVOS DONDE LOS PUEDAN ALCANZAR NIÑOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS Y/O ANIMALES.

NUNCA PERMITA QUE CUALQUIER PLASTICO, MADERA, PAPEL O MATERIAL USADO EN EL EMPAQUE DE LOS EXPLOSIVOS SE QUEMEN EN ALGUNA ESTUFA, CHIMENEA O EN CUALQUIER OTRO ESPACIO ENCERRADO, O QUE SE USEN PARA CUALQUIER OTRO FIN. TODO ESTE MATERIAL DEBE QUEDAR DESTRUIDO, QUEMANDOSE EN ALGUN SITIO AISLADO Y A LA INTERPERIE, Y NO DEBE ACERCARSE NINGUNA PERSONA MAS DE 30 MTS. UNA VEZ QUE HAYA EMPEZADO A ARDER.

SUGERENCIAS PARA REDUCIR AL MINIMO LOS PELIGROS DE GASES TOXICOS LIBRADOS POR LOS EXPLOSIVOS.

USE EL CARTUCHO DE EXPLOSIVOS CON EL DIAMETRO MAXIMO COMPATIBLE CON EL TRABAJO QUE SE PRETENDA LOGRAR.

NO DEBEN EMPLEARSE EXPLOSIVOS QUE MANIFIESTEN DETERIORO O DAÑO.

NO DEBEN SACARSE LOS EXPLOSIVOS DE SU CARTUCHO.

NO DEBE COLOCARSE CARGA EXCESIVA.

NO DEBEN AGREGARSE PAPEL O CUALQUIER OTRO MATERIAL COMBUSTIBLE A LA CARGA.

SE EVITARA TODA CONDICION QUE PODRIA DAR LUGAR AL SIMPLE ENCENDIDO EN VEZ DE LA DETONACION DE LOS EXPLOSIVOS.

CUANDO SE TRABAJA EN HUMEDO, SIEMPRE DEBEN USARSE EXPLOSIVOS DE UNA RESISTENCIA ADECUADA AL AGUA Y SE DETONARA EN EL PRIMER MOMENTO FACTIBLE DESPUES DE HABER CONCLUIDO LA COLOCACION DE LA CARGA.

DEBE CONTENERSE LA CARGA CON MATERIAL INCOMBUSTIBLE DE EMPAQUE.

SE ASEGURARA VENTILACION ADECUADA CON EL AIRE DIRIGIDO HACIA LOS PUNTOS DE TRABAJO.

HAGA PRUEBAS REPETIDAS PARA ASEGURAR QUE EL AIRE EMPLEADO PARA LA VENTILACION ESTE LIBRE DE MONOXIDO DE CARBONO Y OTROS GASES NOCIVOS.

ROCIE LA REZAGA CON AGUA.

DEJE PASAR EL TIEMPO MAXIMO FACTIBLE, DESPUES DE LA VOLADURA ANTES DE REGRESAR A REVISAR EL SITIO DE TRABAJO.

"SIEMPRE Y NUNCA" ADICIONALES CON REFERENCIA A LA EXPLORACION SISMICA

SIEMPRE COLOQUE LETREROS DE "EXPLOSIVOS" DE MANERA VISIBLE EN EL SITIO DEL DEPOSITO DE EXPLOSIVOS. DEBEN COLOCARSE ESTOS LETREROS DE TAL MANERA QUE UNA BALA QUE LOS ATRAVIESE EN ANGULO RECTO NO DE A LOS EXPLOSIVOS.

SIEMPRE QUE PERMITA LA TRANSPORTACION COMUN EN UN SOLO VEHICULO DE EXPLOSIVOS Y DE DETONADORES ELECTRICOS, SE DISPONDRAN EN FORMA SEPARADA. LOS COMPARTIMIENTOS EN QUE SE COLOCAN IRAN REVESTIDOS DE ALGUN MATERIAL SUAVE COMO MADERA O HULE. SI SE VA A EMPLEAR UNA MECHA DETONADORA ESTA DEBE IR EN EL COMPARTIMIENTO DE LOS EXPLOSIVOS.

NUNCA PREPARE MAS CARGA QUE LAS QUE SE COLOCARAN Y DISPARARAN EN UNA SOLA TRONADA.

SIEMPRE DEBE USARSE MAS DE UNA VUELTA CON LOS ALAMBRES DEL DETONADOR ALREDEDOR DEL CARTUCHO. UNA SOLA VUELTA PODRIA RESULTAR INSUFICIENTE PARA IMPEDIR QUE SE DESPRENDA EL DETONADOR DEL CARTUCHO MEDIANTE LA TENSION SOBRE LOS ALAMBRES.

SIEMPRE ASEGURESE SOBRE TODO EN LOS BARRENOS SECOS, QUE LA TEMPERATURA ESTE FRIA DENTRO DEL BARRENO Y QUE NO SE HAYA QUEDADO NINGUNA PIEZA DE METAL CALIENTE DE LA BARRENA. SI EXISTE ALGUNA DUDA, VIERTA SUFICIENTE AGUA O TIERRA PARA CUBRIR EL FONDO DEL BARRENO, O ESPERE UN MINIMO DE UNA HORA ANTES DE COLOCAR LA CARGA. LAS TEMPERATURAS EN EXCESO DE 65 GRADOS CENTIGRADOS SON PELIGROSAS.

NUNCA PERMITA QUE CAIGA DENTRO DE UN BARRENO UNA CARGA EXPLOSIVA CON CAPSULA DETONADORA ELECTRICA. NUNCA DEJE CAER LA UNIDAD EXPLOSIVA QUE SIGUE, SI ES QUE ALGUNA VA A QUEDAR ENCIMA DE LA QUE CONTIENE LA CAPSULA.

SIEMPRE ASEGURESE QUE LA CARGA HAYA SIDO FIJADA EN FORMA SEGURA Y A UNA PROFUNDIDAD ADECUADA DENTRO DEL BARRENO. HAGA USO DE ANCLAS SI SE NOTA CUALQUIER POSIBILIDAD DE QUE LA CARGA SE QUEDE "FLOTANDO", POR EJEMPLO, EN LODO PESADO DE PERFORACION O EN AGUA CON GASES DE PANTANO.

SIEMPRE FIJE ANCLA EN LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO SI ES QUE EXISTE CUALQUIER POSIBILIDAD DE QUE VUELE FUERA DEL BARRENO.

NUNCA SE ACERQUE A CUALQUIER EXPLOSIVO IMPULSADO DEL BARRENO HASTA ESTAR CON CLARA EVIDENCIA DE QUE NO ESTE ENCENDIDO.

NUNCA REGRESE A CUALQUIER BARRENO SINO HASTA QUE SE HAYAN DISIPADO LOS HUMOS Y GASES DE LA EXPLOSION Y SE PUEDAN CONTAR CON SEGURIDAD DE QUE EL BARRENO YA NO ESTE "ACTIVO". EN CASO DE SURGIR ALGUNA DUDA EN RELACION A LOS DATOS ANTERIORMENTE EXPUESTOS HEMOS DE AGRADECER SE SIRVAN COMUNICAR CON NUESTRO DEPARTAMENTO DE VENTAS DE EXPLOSIVOS DONDE LES ATENDERAN NUESTROS TECNICOS ESPECIALIZADOS.

CAPITULO X

EFFECTOS DE LA VIBRACION

DADO EL INCREMENTO DE LA UTILIZACION DE LOS EXPLOSIVOS EN LOS DIFERENTES CAMPOS (MINAS, CANTERAS, OBRAS DE CONSTRUCCION, ETC), ES NECESARIO ESTABLECER CRITERIOS DE DAÑOS A ESTRUCTURAS PARA ESTABLECER PARAMETROS DE DISEÑO QUE UN EXPERTO DEBE DE CONSIDERAR ANTES DE REALIZAR UNA VOLADURA PARA OPTIMIZAR RESULTADOS MINIMIZANDO LOS EFECTOS DE VIBRACION Y RUIDO.

EL EFECTO DE LAS VIBRACIONES Y RUIDO POR EXPLOSIVO ASI COMO EL EFECTO PRACTICO QUE CAUSAN ESTOS FENOMENOS FISICOS A LOS ESTRATOS ROCOSOS Y ESTRUCTURAS (CASAS, EDIFICIOS, ETC.), NOS HAN LLEVADO A ESTABLECER CONTROLES Y NORMAS DE SEGURIDAD.

ES NECESARIO TENER UN CONTROL ESTRICTO EN LAS VIBRACIONES Y RUIDO DE UNA VOLADURA YA QUE SE PUEDEN PRESENTAR PROBLEMAS DE ESTABILIDAD DE TALUDES, DAÑOS A CONSTRUCCIONES CERCANAS, DAÑO A EQUIPO DE TRABAJO, ASI COMO CAUSAR CONFLICTO CON LOS HABITANTES DE LAS ZONAS ALDEAÑAS AL LUGAR DE LAS VOLADURAS.

LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN AL INICIARSE LA DETONACION SON:

		ONDAS "P"
	ONDAS INTERNAS	
		ONDAS "S"
A)	VIBRACIONES EN EL SUELO	
		ONDAS EXTERNAS

B) GOLPE DE AIRE (ONDA DE PRESION DE AIRE Y RUIDO).

LAS ONDAS INTERNAS (FIGURA 1)

A) ONDAS PRIMARIAS O DE COMPRESION "P".

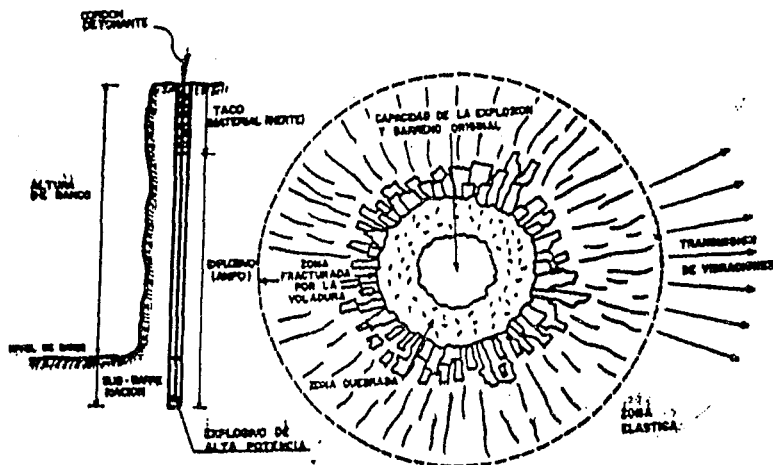
ESTAS ONDAS SE PROPAGAN DENTRO DE LOS MATERIALES, PRODUCIENDO COMPRESION Y TENSION DE LOS MATERIALES, LA ACELERACION DE LA PARTICULA ES NORMALMENTE MAYOR DE LOS 4,500 MT/S. ESTAS SON LAS MAS RAPIDAS Y LAS QUE PRODUCEN CAMBIOS DE VOLUMEN PERO NO DE FORMA EN LOS MATERIALES A TRAVES DE LOS QUE SE PROPAGAN.

ESTAS ONDAS DE COMPRESION PUEDEN PASAR A TRAVES DE SOLIDOS LIQUIDOS O GASES.

B) ONDAS TRANSVERSALES O DE CIZALLAMIENTO "S".
 ESTAS ONDAS DAN LUGAR A UN MOVIMIENTO DE LA PARTICULA (VIBRACIONES) PERPENDICULAR A LA DIRECCION DE LA ONDA "P", CON UNA VELOCIDAD DE PROPAGACION DEL ORDEN DE 2/3 DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA "P" APROXIMADAMENTE 3000 MT/S.

LOS MATERIALES A CAUSA DE ESTAS ONDAS EXPERIMENTAN CAMBIOS DE FORMA, PERO NO DE VOLUMEN, ESTAS ONDAS NO PUEDEN PASAR A TRAVES DE LIQUIDOS O GASES DEBIDO A QUE ESTOS MATERIALES NO PRESENTAN RESISTENCIA AL CORTE.

FIG. 1



B) ONDAS SUPERFICIALES.

ESTAS ONDAS VIAJAN EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA. TAMBIEN SE LES LLAMA ONDAS DE DESCOSTRAMIENTO Y SON PRODUCIDAS CUANDO LAS ONDAS "P" Y "S" INSIDEN SOBRE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA.

B.1) ONDAS DE RAYLEIGH. "R".

ESTAS ONDAS IMPRIMEN A LAS PARTICULAS UN MOVIMIENTO SEGUN UNA TRAYECTORIA ELIPTICA CON UN SENTIDO CONTRARIO AL DE LA PROPAGACION DE LA ONDA.

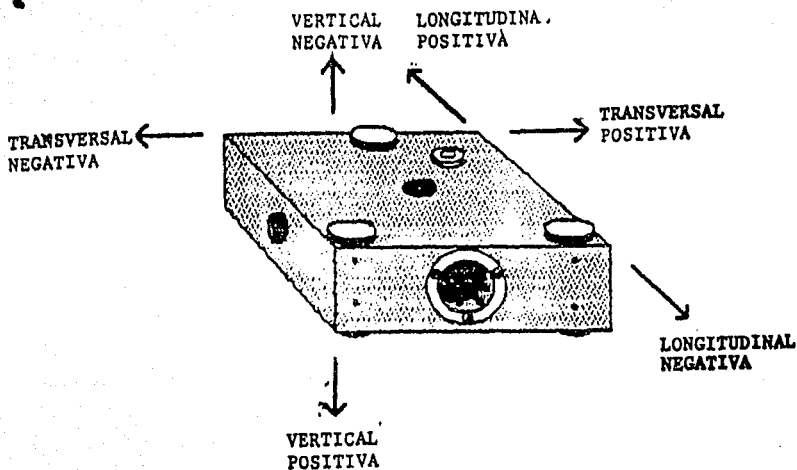
B.2) ONDAS LOVE. "Q".

ESTAS ONDAS SON MAS RAPIDAS QUE LAS "R" Y DAN LUGAR A UN MOVIMIENTO DE PARTICULA EN DIRECCION TRANSVERSAL A LA DE LA PROPAGACION.

X.I DIRECCION DE LAS ONDAS

LAS ONDAS GENERADAS POR UNA VOLADURA (VIBRACIONES) TIENEN UNA DIRECCION EN TODO SENTIDO, PERO PARA INTERPRETACION SE CLASIFICAN EN TRES SENTIDOS (FIGURA 2).

FIG. 2



X.II PARAMETROS DE LA ONDA.

LOS PARAMETROS BASICOS DE ANALISIS SON:

VELOCIDAD MAXIMA DE PARTICULA.

ES LA VELOCIDAD A LA QUE EL SUELO SE MUEVE POR LA VIBRACION PRODUCIDA Y ESTA DADA EN MM/SEG. O PULG./SEG.

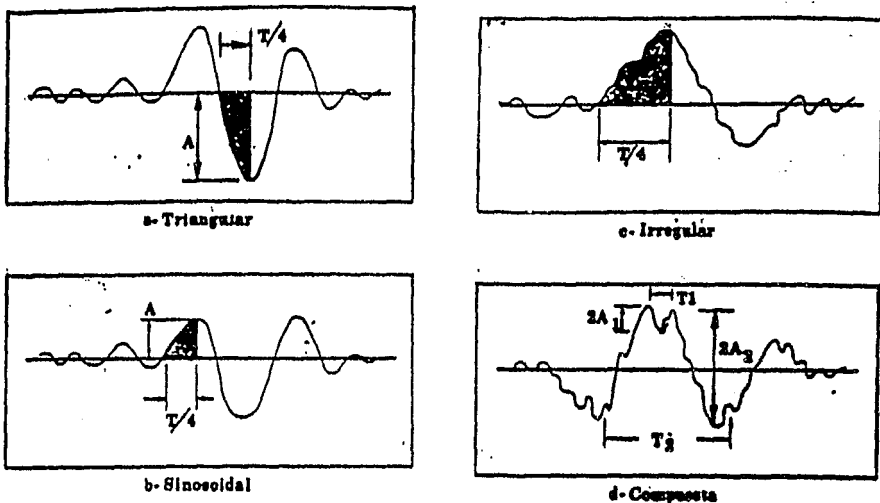
FRECUENCIA.

ES EL NUMERO COMPLETO DE OSCILACIONES O CICLOS POR SEGUNDO Y SE EXPRESA EN HZ, DONDE HZ = 1 CICLO/SEG.

AMPLITUD O DESPLAZAMIENTO

ES EL DESPLAZAMIENTO MAXIMO DE UN PUNTO DESDE SU POSICION DEL SUELO Y SE EXPRESA EN MM. O PULGADAS.

FIG. 3



D) EN LOS SUELOS LAS VELOCIDADES DE PROPAGACION DE LAS ONDAS Y LAS FRECUENCIAS DISMINUYEN, PERO EL DESPLAZAMIENTO AUMENTA CONFORME LOS ESPESORES DE RECUBRIMIENTO SON MAYORES.

DE UN ESTUDIO LLEVADO A CABO POR STAGG Y DOWING (1980), SE OBSERVA QUE LAS FRECUENCIAS DE LAS VIBRACIONES EN MINAS DE CARBON SON MENORES QUE LAS GENERADAS EN VOLADURAS DE OTRO TIPO DE MINAS, CANTERAS Y CONSTRUCCIONES, LO CUAL SE JUSTIFICA POR LA COMPLEJIDAD DE LAS ESTRUCTURAS GEOLOGICAS Y LA PRESENCIA DE SUELOS DE RECUBRIMIENTO.

PESO DE LA CARGA EXPLOSIVA

LA MAGNITUD DE LAS VIBRACIONES EN UN PUNTO DETERMINADO VARIA SEGUN LA CARGA EXPLOSIVA DETONADA. EN VOLADURAS DONDE SE EMPLEA MAS DE UN TIEMPO DE RETARDO, LA MAYOR CARGA POR RETARDO ES LA QUE INFLUYE DIRECTAMENTE EN LA INTENSIDAD DE LAS VIBRACIONES Y SIEMPRE QUE EL INTERVALO DE RETARDO SEA LO SUFICIENTEMENTE GRANDE (CUANDO MENOS 8 MILISEGUNDOS DE DIFERENCIA O SU EQUIVALENTE EN DISTANCIA DEPENDIENDO DE LA VELOCIDAD DE LA ROCA O ESTRATO) PARA QUE LAS ONDAS GENERADAS NO SE ACUMULEN CON LAS GENERADAS CON LOS DISTINTOS GRUPOS DE BARRENOS.

DISTANCIA DE LA VOLADURA AL PUNTO DE REGISTRO.

LA DISTANCIA A LAS VOLADURAS, AL IGUAL QUE LA CARGA EXPLOSIVA, TIENE UNA GRAN IMPORTANCIA SOBRE LA MAGNITUD DE LAS VIBRACIONES. CONFORME LA DISTANCIA AUMENTA LA INTENSIDAD DE LAS VIBRACIONES DISMINUYE. ESTA DISMINUCION DE LA VIBRACION TAMBIEN ESTA EN FUNCION DE LA VELOCIDAD DE LA ROCA YA QUE SI ESTA ES ALTA LA DISMINUCION SERA LENTA A LO LARGO DE LA DISTANCIA.

CONSUMO ESPECIFICO DE CARGA (FACTOR DE CARGA)

OTRO ASPECTO INTERESANTE Y EN OCASIONES CONFUSO PARA ALGUNOS OPERADORES, ES EL CONSUMO DE EXPLOSIVOS POR BARRENO.

FRENTE A PROBLEMAS DE VIBRACIONES ALGUNOS USUARIOS PLANEAN REDUCIR EL CONSUMO DE EXPLOSIVO, PERO SE HA LLEGADO A COMPROBAR QUE VOLADURAS EN LAS QUE SE HA BAJADO UN 20% CON RESPECTO AL OPTIMO, LOS NIVELES DE VIBRACION MEDIDOS SE HAN MULTIPLICADO POR 2 O 3. ESTO ERA DEBIDO A CONSECUENCIA DE LA REDUCCION DEL EXPLOSIVO EN LOS BARRENOS ORIGINANDO UNA FALTA DE ENERGIA PARA DESPLAZAR Y ESPONJAR LA ROCA FRAGMENTADA Y ESTA ENERGIA COMO NO PUEDE SER LIBERADA AL MAXIMO SE MANIFIESTA EN UN INCREMENTO EN VIBRACIONES.

UNA REDUCCION DE LOS NIVELES DE VIBRACION INFLUYE DIRECTAMENTE EN EL COSTO DE LA VOLADURA.

- A) 20% SE MULTIPLICA EL COSTO 2 VECES
- B) 45% SE MULTIPLICA EL COSTO 3 VECES
- C) 60% SE MULTIPLICA EL COSTO 4 VECES
- D) 73% SE MULTIPLICA EL COSTO 7 VECES
- E) 80% SE MULTIPLICA EL COSTO 10 VECES

X.III GOLPE DE AIRE. (RUIDO)

EL GOLPE DE AIRE ES UNA ONDA DE COMPRESION PROVENIENTE DE LA DETONACION DE UN EXPLOSIVO.

AL GENERARSE LA GRAN CANTIDAD DE GASES POR LA REACCION DEL EXPLOSIVO, HABRA UN DESPLAZAMIENTO DE LAS MASAS QUE RODEAN A LA VOLADURA. ESTE DESPLAZAMIENTO DE LAS MASAS DE AIRE PROVOCARA UNA PRESION SOBRE LOS CUERPOS O SUPERFICIES QUE ESTEN EN CONTACTO CON EL AIRE, GENERANDOLE UNA PRESION DE CHOQUE QUE ES DETERMINADA EN UNIDADES DE PRESION (DECIBELES, PSI O PASCAL).

REGISTRO Y ANALISIS DE LAS VIBRACIONES Y RUIDO

MEDICIONES EN EL CAMPO

PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE CAMPO ES NECESARIA LA UTILIZACION DE UN SISMOGRAFO. EL DARA LAS VIBRACIONES EN LOS TRES SENTIDOS (LONGITUDINAL (+,-), VERTICAL (+,-), TRANSVERSAL (+,-)).

ESTOS APARATOS ESTAN DISEÑADOS PARA CAPTAR NIVELES DE VIBRACION Y GOLPES DE AIRE, DEBEN DE AJUSTARSE PARA QUE CAPTEN CUALQUIER VIBRACION POR PEQUEÑA QUE ESTA SEA.

LOS RESULTADOS QUE NOS PROPORCIONA EL SISMOGRAFO

SON:

- A) GRAFICA DE LAS ONDAS DE VIBRACION Y GOLPE DE AIRE.
- B) VELOCIDAD DE LA PARTICULA EN SUS TRES DIRECCIONES.
- C) SUMA VECTORIAL DE LAS TRES ONDAS EN PULG/SEG. Y MM/SEG.
- D) NIVEL DE RUIDO EN DECIBELES Y LIBRAS/PULG² (PSI).

X.IV ANALISIS DE LAS VIBRACIONES

DE LAS GRAFICAS EMITIDAS POR EL SISMOGRAFO, SE ANALIZA EL TIPO DE ONDA GENERADA POR LA ACELERACION DE LA PARTICULA ASI COMO SU DIRECCION EN LOS TRES SENTIDOS. ESTO PARA OBTENER MATEMATICAMENTE:

- A) FRECUENCIA EN HZ
- B) DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN MM O PULG.
- C) ACELERACION MAXIMA EN MM/SEG² O PULG/SEG².

PREDICCION DE LA VELOCIDAD MAXIMA DE LA PARTICULA.

HABLANDO DE VOLADURA, SE CONSIDERA QUE UNA MEDIDA PRACTICA DE LA INTENSIDAD DE LA VIBRACION DEL SUELO EN UN PUNTO DETERMINADO ES LA VELOCIDAD MAXIMA DE LA PARTICULA EN ESE SITIO Y ESTE HECHO ES EL MAS PRACTICO PARA REGULAR EL POTENCIAL DE DAÑO PARA DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURAS CON CARACTERISTICAS DEFINIDAS.

PARA PREDECIR APROXIMADAMENTE LOS NIVELES DE VIBRACION SE EMPLEA LA ECUACION GENERAL:

$$V = K X [R/W]^{.5 - N}$$

DONDE:

- V = VELOCIDAD MAXIMA DE LA PARTICULA EN PULG/SEG
- K = CONSTANTE DE TRANSMISION DEL SUELO
- M Y N = CONSTANTES EMPIRICAS QUE DEPENDEN DE LA GEOLOGIA ENTRE EL SITIO DE EXPLOSION Y EL DE RECEPCION
- R = DISTANCIA ENTRE EL SITIO DE LA EXPLOSION Y EL DE RECEPCION EN PIES.
- W = CARGA DE EXPLOSIVO POR PERIODO DE RETARDO EN LIBRAS.

X.V CRITERIO DE DAÑO

VIBRACIONES
ESTRUCTURAS EDIFICIOS.

LOS DAÑOS OBSERVADOS EN ESTRUCTURAS POR VIBRACIONES DE VOLADURAS, ESTAN CONDICIONADOS POR DIVERSOS FACTORES COMO LOS EFECTOS DE LAS ONDAS "P" Y "S" (FIG. 3), ADEMAS OTROS FACTORES COMO:

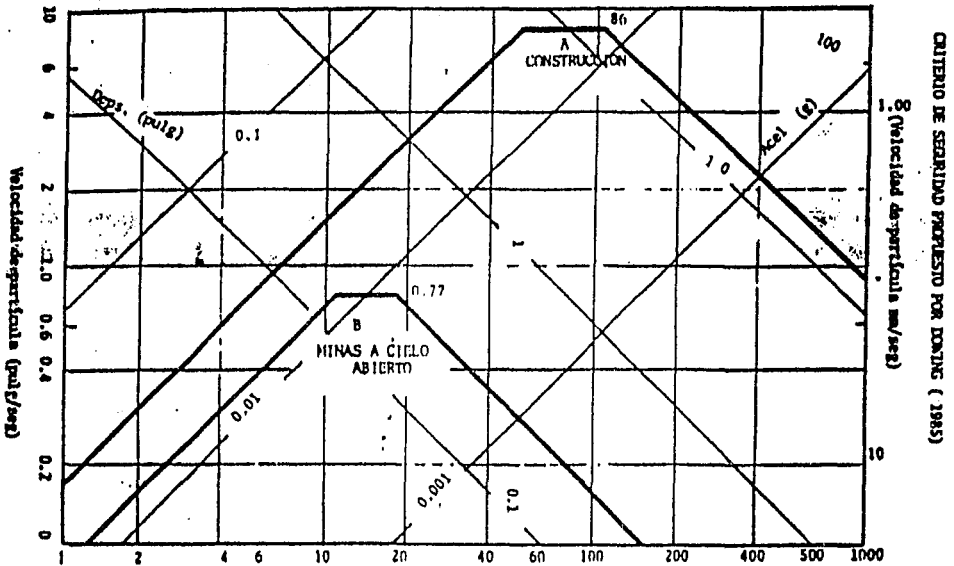
- A) TIPO Y CARACTERISTICAS DE LAS VIBRACIONES, DURACION, FRECUENCIA, ENERGIA TRANSMITIDA, ETC.
- B) TIPO DE TERRENO SOBRE EL QUE SE ASIENTA LA ESTRUCTURA.
- C) CARACTERISTICAS VIBRATORIAS DEL CONJUNTO ESTRUCTURAL.

LOS PARAMETROS MAS IMPORTANTES PARA CONTROLAR LOS DAÑOS DE LAS VIBRACIONES DEBIDAS A VOLADURAS SON LA VELOCIDAD DE LA PARTICULA Y FRECUENCIA DOMINANTE DE ESTA.

EN LOS ULTIMOS AÑOS, DIVERSOS INVESTIGADORES HAN DIRIGIDO SUS ESFUERZOS PARA ESTABLECER CRITERIOS DE DAÑO A LAS ESTRUCTURAS POR DISTINTAS INTENSIDADES DE VIBRACIONES CAUSADAS POR VOLADURAS.

LOS CRITERIOS MAS USADOS EN MEXICO PARA EVALUAR Y REGULAR LOS DAÑOS A ESTRUCTURAS CONVENCIONALES POR VIBRACION SON LOS QUE PROPONE EL BUFETE DE MINAS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA (BUREAU OF MINES OF THE UNITED STATES (U.S.B.M.) Y DOWING (FIG. 4 Y 5).

FIG. 4



CRITERIO DE SEGURIDAD PARA VOLADURA
 PROPUESTO POR USBM.
 SEGUN REPORTE RI8507 (NOVIEMBRE DE 1980).
 GRAFICA

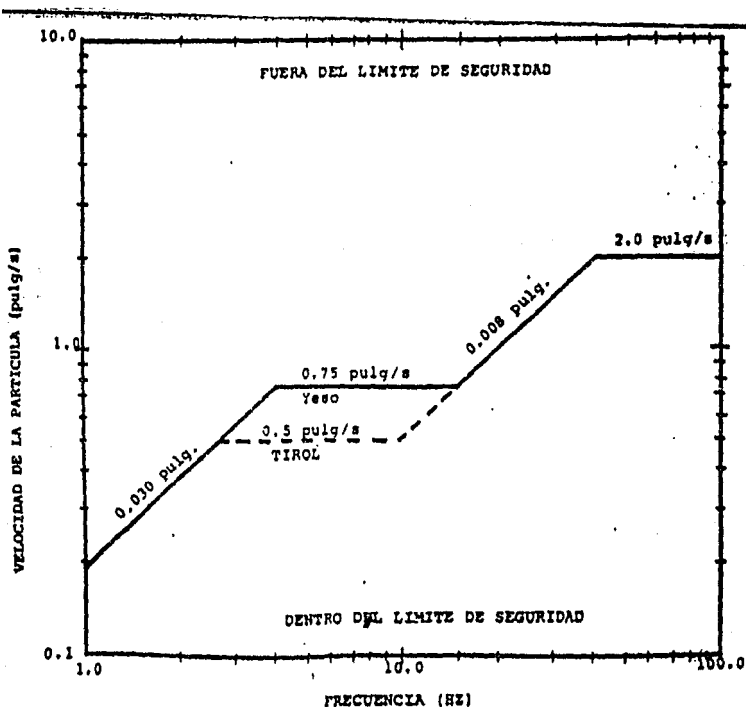


FIG. 5
 CRITERIO DE SEGURIDAD PROPUESTA POR DOWING
 ESTABILIDAD DE TALUDES
 LAS VIBRACIONES TIENEN UN DOBLE EFECTO EN LAS

ROCAS:

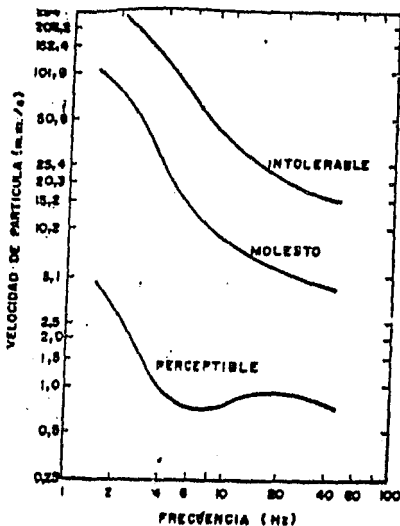
- A) AFECTAN A LA INTENSIDAD DE LA ROCA
 B) PUEDEN LLEGAR A PROVOCAR CAIDAS EN TALUDES EN OBRAS SUPERFICIALES Y TUNELES.

SEGUN ORIARD(1970), EL LIMITE DE DAÑO EN TALUDES DE ROCA ES DE 23 PULG/SEG O 60 CM/SEG. DE VELOCIDAD DE LA PARTICULA.

TOLERANCIA HUMANA A LAS VIBRACIONES.

TECNICAMENTE ES UN PROBLEMA CUANTIFICAR LA RESPUESTA HUMANA PORQUE SIMULTANEAMENTE A LAS VIBRACIONES DEL TERRENO OCASIONADAS POR VOLADURAS SE PRODUCE EL EFECTO DEL GOLPE DE AIRE, ADEMÁS DE LOS DIVERSOS EFECTOS SECUNDARIOS COMO MOVIMIENTO DE VIDRIOS, PLATOS, CRUJIDOS DE ESTRUCTURA, ETC., QUE AFECTAN MÁS AL ASPECTO PSICOLÓGICO DE LAS PERSONAS QUE EL FISIOLÓGICO DE LAS MISMAS.

SIN EMBARGO, ESTUDIOS REALIZADOS POR GOLDMAN (1948), SE APLICAN COMO CRITERIOS DE DAÑO A LA RESPUESTA HUMANA A LAS VIBRACIONES CONSIDERANDO LA VELOCIDAD DE PARTICULA DE MM/SEG. Y LA FRECUENCIA EN HZ. (FIG. 6).



Respuestas humanas a las vibraciones según Goldman (1948).

FIG. 6
 GOLPE DE AIRE (RUIDO).

TOLERANCIA A DAÑOS ESTRUCTURALES.

LA ONDA AEREA IMPLICA GENERALMENTE MENOS PROBLEMAS QUE LAS VIBRACIONES. LA ROTURA DE CRISTALES ES EL PRIMER EFECTO QUE SE TIENE CUANDO LA VOLADURA NO HA SIDO CONTROLADA. EN OCASIONES MUY ESPECIALES EL GOLPE DE AIRE PUEDE CAUSAR DAÑOS A UNA ESTRUCTURA PERO EN LA MAYORIA DE LOS CASOS NO SUCEDE NADA.

LOS CRITERIOS DE SEGURIDAD PARA DAÑOS ESTRUCTURALES POR GOLPE DE AIRE PROVOCADO POR VOLADURA CON EXPLOSIVOS SON LOS QUE PROPONE EL BUFETE DE MINAS DE LOS ESTADOS UNIDOS (FIG. 7).

FIG. 7

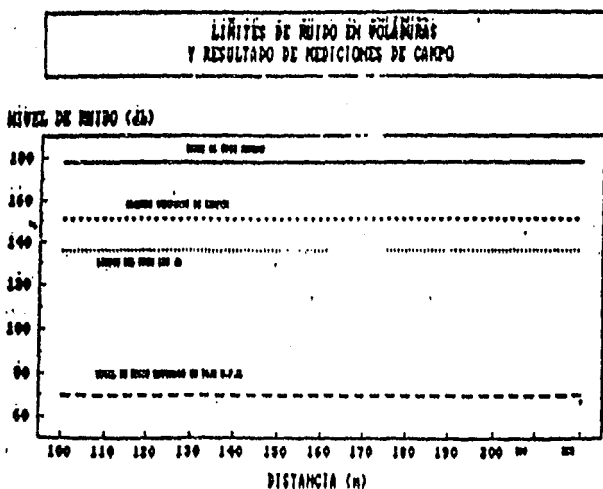
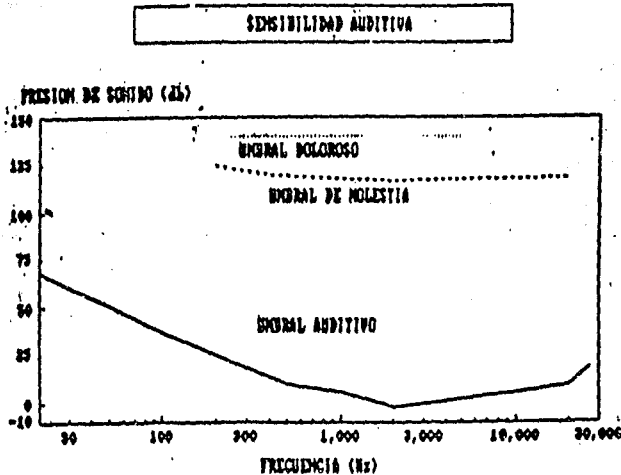


FIG. 7
TOLERANCIA HUMANA.



AUNQUE LOS NIVELES DE GOLPE DE AIRE SE MANTENGAN POR DEBAJO DE LOS QUE OCASIONAN DAÑOS MATERIALES ESTE RESULTA MOLESTO POR LO QUE DEBE PROCURARSE DISMINUIR EN LO POSIBLE EL NIVEL DE RUIDO.

EL AUTOR HIRSCH ANALIZO EL POTENCIAL DE DAÑO DE RUIDOS IMPULSIVOS (DE CORTA DURACION) CONCLUYENDO EN SUS ESTUDIOS QUE EL LIMITE PARA LA ROTURA DEL TIMPANO Y DEL OIDO INTERNO SE SITUA ENTRE LOS 178 Y 185 DECIBELES (DB) (FIG. 8).

VIBRACIONES.

A) REDUCIR LA CARGA EXPLOSIVA POR PERIODO DE RETARDO, UTILIZANDO UN TIEMPO DE RETARDO POR BARRENO O MAS DENTRO DEL MISMO BARRENO (CON TACOS INTERMEDIOS).

B) PUEDE TOMARSE COMO ALTERNATIVA EL DE REDUCIR EL DIAMETRO DEL BARRENO O REDUCIR LA ALTURA DEL BANCO PERO ESTAS DOS ALTERNATIVAS INCREMENTAN EL COSTO MUCHO MAS QUE LA PRIMERA OPCION.

C) REDUCIR BORDO, ESPACIAMIENTO Y SUB-BARRENACION PARA TENER UN MEJOR ALIVIO EN LA CARA LIBRE DEL BANCO.

D) UTILIZAR LOS TIEMPOS DE RETARDO ADECUADOS A LA VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL MATERIAL EN CUESTION (ESTO SE HACE AUXILIANDOSE CON LA CAMARA DE ALTA VELOCIDAD).

E) UTILIZAR EL FACTOR DE CARGA ADECUADO, YA QUE UNA DISMINUCION DE ESTE NO ES CAPAZ DE DESPLAZAR EL MATERIAL Y ESTA ENERGIA INCREMENTA LA VIBRACION, O DE LO CONTRARIO UN CONSUMO EXCESIVO DA LUGAR A UN DESPERDICIO DE ENERGIA, SOBREFRAGMENTACION Y VIBRACION EXCESIVA.

F) UTILIZAR LA INFORMACION GEOLOGICA -ESTRUCUTRAL- DE MECANICA DE ROCAS PARA DISEÑAR EL MEJOR SISTEMA DE INICIACION Y SECUENCIA DE RETARDOS PARA LA VOLADURA, DANDO EL MEJOR ALIVIO A LOS ESTRATOS.

G) NO REALIZAR VOLADURAS CUANDO SE TENGA MATERIAL SUELTO AL FRENTE DE LA CARA LIBRE DEL BANCO.

H) NO REALIZAR VOLADURAS DE MAS DE UN SEGUNDO DE DURACION PARA EVITAR DAÑOS POR FRECUENCIA.

RUIDO

A) MINIMIZAR LA CARGA EXPLOSIVA POR PERIODO DE RETARDO.

B) SELECCIONAR LOS TIEMPOS DE RETARDO ADECUADOS DE TAL FORMA QUE LA VOLADURA PROGRESE A LO LARGO DEL FRENTE A UNA VELOCIDAD INFERIOR A LA DEL SONIDO EN EL AIRE (MENOR DE 340 MTS/SEG)

C) EVITAR EL EMPLEO DE CORDON DETONANTE O TAPARLO CON TIERRA EN LAS CONEXIONES DE SUPERFICIE. OTRA FORMA PUEDE SER EL USO DE NONEL-PRIMADET SILENCIOSO (NOISELESS) EN LAS LINEAS TRONCALES.

D) NO DISPARAR LAS VOLADURAS CUANDO LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS SEAN CRITICAS.

CONCLUSIONES

MEXICO, COMO EL MUNDO ENTERO, VIVE UNA EPOCA DE CAMBIOS Y DE LA NECESIDAD ABSOLUTA DE SER MAS EFECTIVOS Y COMPETITIVOS EN LA REALIZACION DE RESULTADOS.

NUESTRO FUTURO ESTA INTIMAMENTE LIGADO A LOS CAMBIOS QUE DEBEMOS REALIZAR DENTRO DE NOSOTROS MISMOS Y EN BIEN DE NUESTRO PAIS, LOS REQUERIMIENTOS DE ESTA EPOCA OBLIGAN A LA INVESTIGACION Y APLICACION DE LO APRENDIDO COMO A LA ENSEÑANZA DE LAS TECNICAS QUE SE HAN DESARROLLADO A TRAVES DE LA HISTORIA. NUESTRA ESPECIALIDAD EN EL MUNDO DE LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS NOS EXIGE SER MEJORES, NOS DEMANDA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS Y RETOS TRAZADOS COMO APLICAR LAS MEJORES TECNICAS DISPONIBLES PARA LOGRAR SER MAS TECNICOS Y SIEMPRE TRABAJAR BAJO TODAS LAS NORMAS ETICAS Y DE SEGURIDAD QUE SON PRIORITARIAS.

LOS HOMBRES DE ESTUDIO INVESTIGAN TODAS Y CADA UNA DE LAS POSIBILIDADES DE CAMBIOS HACIA EL FUTURO, LOS EXPLOSIVOS SE HAN DESARROLLADO A GRANDES PASOS, POLVORAS, DINAMITAS, EXPLOSIVOS ACIDOS, EMULSIONES, GELATINAS, EXPLOSIVOS A BASE DE NITRATOS DE AMONIO, ETC, ETC. TODOS PARTICIPAMOS, TODOS DEBEMOS APORTAR LO MEJOR DE NOSOTROS MISMOS PARA LA APLICACION, EVALUACION Y RESULTADOS, ASI MISMO TODOS ESPERAMOS QUE EL MUNDO QUE CAMBIA, TAMBIEN DESARROLLE LO QUE HASTA AHORA ES IMPREVISTO. LA REALIDAD Y LOS CAMBIOS LOS DARA EL TIEMPO.... LA HISTORIA...

COMO UNA CONCLUSION Y RESUMEN A LO ANTERIOR Y A TODO LO QUE INCLUYE EL MUNDO DE LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS SE EXPONE LA NECESIDAD DE CAPACITACION CONTINUA, DESARROLLO DE LAS MEJORES TECNICAS DISPONIBLES, APLICACION ETICA Y TECNICA DE LOS ELEMENTOS AHORA DISPONIBLES.

ASI TAMBIEN ES NECESARIA LA PARTICIPACION Y ENSEÑANZA HACIA LOS NUEVOS ELEMENTOS QUE SE FORMAN PARA FORTALECER ESTE CAMPO TAN IMPORTANTE DE LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS.

LA MEZCLA DE LOS EXPLOSIVOS ES TAN IMPORTANTE COMO LA MEZCLA DE LAS MENTES HUMANAS PARA QUE ELLAS FUNCIONEN JUNTAS EFECTIVAMENTE, UN ERROR EN EXPLOSIVOS ES EL ULTIMO ERROR. TENEMOS QUE TRABAJAR CON DIRECCION, CAPACIDAD, SEGURIDAD.

ENTRE OTROS Y TANTOS PUNTOS QUE SE PODIAN TRATAR PARA INCLUIRLOS EN CONCLUSIONES VALE LA PENA MENCIONAR ESTE LEMA:

"NO NOS CONFORMEMOS CON ALGO SI NO ES LO EXCELENTE"

PARA PODER LOGRAR LA EXCELENCIA NOSOTROS DEBEMOS DESARROLLAR EL HABITO DEL PENSAMIENTO POSITIVO SABRIENDO PARA QUE ESTAMOS, NO PENSANDO EN CONTRA DE QUE ESTAMOS.

SI EL CAMPO DE LOS EXPLOSIVOS NOS HACE HOMBRES RUDOS, MAS A NUESTRO FAVOR, SEREMOS HOMBRES POSITIVOS Y SIEMPRE DISPONIBLES PARA APRENDER Y EMPRENDER LOS RETOS QUE MEXICO Y EL MUNDO NOS OFRECE.

- SE NECESITA EMINENTEMENTE DE UNA PREPARACION TECNICA DEL PERSONAL QUE EN UNA O EN OTRA FORMA MANEJAN EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS.

- ES VITAL EL CONOCIMIENTO DE LOS MISMOS, ES IMPORTANTE QUE ESTA ACTIVIDAD TENGA TODO EL RESPALDO TECNICO Y QUE NO UNICAMENTE SEA LA PRACTICA QUE PERMITA LA APLICACION DE EXPLOSIVOS. LA NECESIDAD DE PREPARAR ELEMENTOS REQUIERE DE UNA PLANEACION POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD PARA ESTA ESPECIALIDAD, AGRUPAR LOS PROFESORES Y EXPERTOS PARA DIFUNDIR A NIVEL APROPIADO ESTE TEMA.

MEXICO REQUIERE QUE TODOS PARTICIPEMOS EN EL CAMBIO NECESARIO HACIA NUESTRO FUTURO, QUE SEAMOS MAS POSITIVOS, QUE APRENDAMOS APLICANDO LO MEJOR DE NOSOTROS MISMOS, NUESTRO PAIS LO REQUIERE, NUESTRO RETO SE DEBE UNIR AL DE NUESTRO PAIS, CUMPLAMOS CON EL Y CON NOSOTROS MISMOS, SEAMOS POSITIVOS.

R E C O M E N D A C I O N E S

DEBIDO A QUE MEXICO CONSUME UN GRAN TONELAJE DE EXPLOSIVOS EN LA INGENIERIA CIVIL, MINERA, PETROLERA Y OTRAS APLICACIONES Y NUESTRO FUTURO INDICA QUE LA IMPORTANCIA DE LOS EXPLOSIVOS SE IRA INCREMENTANDO YA QUE ES BASE PARA EL DESARROLLO DE LOS PAISES Y MUY ESPECIALMENTE AHORA EN NUESTRO PAIS ES VITAL RECOMENDAR:

- A. QUE A NIVEL SUPERIOR YA PARA TERMINAR UNA CARRERA ESPECIALMENTE EN LA INGENIERIA CIVIL, SE IMPARTAN LOS CONOCIMIENTOS BASICOS Y SE PERMITA AL FUTURO INGENIERO CONOCER LAS BASES Y CAMBIOS QUE SE PRESENTAN EN ESTE CAMPO TAN IMPORTANTE.
- B. QUE SE INTENSIFIQUE EL CONOCIMIENTO Y RESULTADOS DE LA APLICACION DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS CON LAS VISITAS AL CAMPO QUE FUESEN NECESARIAS.
- C. QUE SE CONOZCA A LOS NIVELES DE FUTUROS INGENIEROS LOS CONTROLES QUE OFICIALMENTE SON NECESARIOS Y MARCA LA LEY Y SU REGLAMENTO (SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL, DIRECCION GENERAL DEL REGISTRO FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS.
- D. QUE SE PARTICIPE A NIVEL INTERNACIONAL EN LAS EXPOSICIONES Y PRESENTACIONES SOBRE EL MUNDO DE LOS EXPLOSIVOS, QUE SE INTERCAMBIE INFORMACION CON LOS PAISES QUE SE DESARROLLAN CAMBIOS IMPORTANTES EN NUEVOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS.
- E. QUE SE DESARROLLEN CONFERENCIAS CON LOS MEJORES ELEMENTOS DISPONIBLES EN ESTE CAMPO.

B I B L I O G R A F I A

1. MEMORIAS, ING. ANTONIO SANCHEZ ALDANA SELDERS, PIONERO EN LA CONSTRUCCION DE LA PRIMERA PLANTA DE EXPLOSIVOS A BASE DE ACIDOS Y NITRATOS DE AMONIO -AQUAREX, AQUANITE, ACUARAM, ATLAS DE MEXICO, SA DE CV.
ELABORACION PRIMEROS EXPLOSIVOS A BASE DE NITRATOS DE AMONIO Y ALUMINIOS. ATLAS DE MEXICO, SA DE CV E ICI DE MEXICO, SA CV. CONSTRUCCION PRIMERA PLANTA EN MEXICO PARA EMULSIONES A BASE DE NITRATO DE AMONIO, EXPLOSIVOS MEXICANOS, SA DE CV. SOCIO FUNDADOR DE EXPLOSIVOS MEXICANOS, SA DE CV, CUATRO CIENEGAS. SOCIO FUNDADOR ALTA TECNOLOGIA EN VOLADURAS, DEMOLICION DE COQUILAS, EDIFICIOS. DISEÑADOR PROCEDIMIENTO ESTIMULACION POZOS EN ESTRATOS CALIZA-AZUFRE A 500 MTS. POZOS EN COACHAPA, VER., DESARROLLO SISTEMA VOLADURAS SUB-ACUATICAS BASE TIEMPOS NONEL, -14 MTS (200 BARRENOS POR VOLADURA).
SOCIO FUNDADOR PRIMERA PLANTA, ASA ORGANIZACION INDUSTRIAL, SA DE CV, PARA LA ELABORACION DE EXPLOSIVOS A BASE DE NITRATO DE AMONIO EN EMULSION REBOMBEABLE CON TECNOLOGIA DE IRECO INCORPORATED.
INTRODUCCION EN MEXICO DEL SISTEMA NONEL.
COLABORACION CON PEMEX DE DINAMITAS SISMOGRAFICAS, BRASIL Y USA A PEMEX.
COLABORADOR DE NITRONOBEL SUECIA Y NOBEL FILIPINAS.
2. APPLIED EXPLOSIVES TECHNOLOGY, STIG O. OLOFSSON.
3. BUREAU OF MINES, EFFECT OF SODIUM NITRATE ON THE INCENTIVITY OF EXPLOSIVES IN COAL DUST GAS AIR MIXTURES.
4. BUREAU OF MINES, EXPLOSION HAZARDS OF AMMONIUM NITRATE FIRE EXPLOSURE.
5. BUREAU OF MINES, MARLING J. ANKENY, BULLET SENSITIVITY ON AMMONIUM NITRATE, FUEL OIL MIXTURES.
6. EFFICIENT BLASTING, THE ENSIGN BICKFORD CO.
7. ENGINEERING DESIGN HANDBOOK, PRINCIPLES OF EXPLOSIVES BEHAVIOR, HEADQUARTERS, U.S., ARMY MATERIAL COMMAND.
8. EXPLOSIVES AND ROCK BLASTING, ATLAS POWDER CO., OLD POWDER MAN, JOAN WILLIAMS.

9. EXPLOSIVES TRAINING MANUAL ABA BLASTER'S LIBRARY, THE SCIENCE OF INDUSTRIAL EXPLOSIVES, MELVIN A. COOK, FOUNDER AND CHAIRMAN OF THE BOARD, IRECO CHEMICALS, SALT LAKE CITY, UTAH.
10. IRECO INCORPORATED, EXPLOSIVES ENGINEERS GUIDE, HERCULES POWDER CO.
11. MANUAL DE EXPLOSIVOS, IRECO CHILE LTDA.
12. 175th ANNIVERSARY EDITION BLASTER'S HANDBOOK US., BLASTER'S HANDBOOK, CIL, CANADA, HANDBOOK ELECTRIC BLASTING, ATLAS POWDER, CO.
13. MEMORIAS, ING. EDMUNDO SANCHEZ ALDANA QUINTANA
14. MEMORIAS, ING. JOSE ANTONIO SANCHEZ ALDANA GARCIA
15. MEMORIAS, ING. RAUL CUELLAR
16. SAFETY RECOMMENDATIONS FOR SENSITIZED AMMONIUM NITRATE BLASTING AGENTS, METHODS FOR EVALUATING EXPLOSIVES AND HAZARDOUS MATERIALS.
17. SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ROCK FRAGMENTATION BY BLASTING, KEY, COLORADO, AUGUST 23-26, 1987
18. SWEDISH BLASTING TECHNIQUE, RUNE GUSTAFSSON, INSTITUTE OF MAKERS OF EXPLOSIVES.
19. THE AUSTIN POWDER COMPANY, CLEVELAND, OHIO.
20. THE HANDLING OF EXPLOSIVES, DEPT. OF ENERGY, MINES AND RESOURCES, OTTAWA, CANADA
21. VOLADURA DE ROCAS, LANGERFORS & KIHLLSTRON, 1968