

4
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE
EXPLOSIVOS APLICADOS A LA
INDUSTRIA MINERA Y A LA
INGENIERIA CIVIL**

MARISA ERIKA REYES SANABRIA

Tesis Profesional para obtener el Titulo de
INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA

Directores: Ing. Victor Manuel López Aburto
Dr. Felipe Lara Rosano



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CIUDAD UNIVERSITARIA D.F.

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-I-021

SRITA. MARISA ERIKA REYES SANABRIA
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Victor Manuel López Abuto y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero de Minas y Metalurgia:

**SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE EXPLOSIVOS APLICADOS A LA INDUSTRIA
MINERA Y A LA INGENIERIA CIVIL**

- I PRESENTACION
INTRODUCCION
FUNDAMENTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS
EXPERTOS
- II APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA INDUSTRIA
MINERA
- III LOS EXPLOSIVOS EN EL MUNDO MODERNO. CASO DE
APLICACIÓN AL PROGRAMA TUTEXP
- IV APLICACIONES Y PERSPECTIVAS
- V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFIA
ANEXOS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a 20 de marzo de 1997
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

A mis amados padres:

***Sr. Serafin Hilario Reyes Tellez
Sra. Amalia Sanabria de Reyes***

porque les debo lo que soy.

Mamita gracias por todo . . .

A mis hermanos:

Tavo, David, Judith, Héctor y Saúl

por su cariño y apoyo constante.

A todos mis sobrinos y a Raúl:

por su presencia.

A coquita:

por ser el pilar que me regalo la vida.

INDICE

PRESENTACIÓN	i
INTRODUCCIÓN	ii
CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS	1

1.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL (I.A.)	2
1.1.1 Historia	2
1.1.2 Definiciones	6
1.1.3 Cómputo convencional contra I.A.	7
1.1.4 Técnicas y Lenguajes	9
1.1.5 Campo de Aplicación	13
1.1.6 Ventajas y Desventajas	16
1.2 SISTEMAS EXPERTOS (S.E.)	18
1.2.1 Historia	18
1.2.2 Definición y Estructura	20
1.2.3 El Elemento Humano	23
1.2.4 Campo de Aplicación	24
1.2.5 Ventajas y Desventajas	25
1.3 INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LOS S.E.	27
1.3.1 Ingeniería del Conocimiento	27
1.3.2 Programación Orientada a Objetos (OOP)	30

CAPÍTULO 2 APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA INDUSTRIA MINERA	33
--	-----------

2.1 ANTECEDENTES.....	34
2.2 SISTEMAS TUTORIALES	35
2.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS "SHELLS"	37
2.4 SELECCIÓN DEL SHELL PARA LA ELABORACIÓN DE "TUTEXP"	39
2.5 ANÁLISIS Y DISEÑO DE "TUTEXP"	41
2.6 ESTRUCTURA DE LA BASE DE CONOCIMIENTO DE "TUTEXP"	50
2.7 OPERATIVIDAD DE "TUTEXP"	57

CAPÍTULO 3 LOS EXPLOSIVOS EN EL MUNDO MODERNO. CASO DE APLICACIÓN AL PROGRAMA "TUTEXP"	60
---	-----------

3.1 ADVERTENCIA	61
3.2 INFORMACIÓN CONTENIDA EN "TUTEXP"	62
3.2.1 Historia de los Explosivos	62
3.2.2 Tipos de Explosivos	67
3.2.3 Accesorios para Voladuras	81
3.2.4 Métodos y Técnicas de Detonación	87
3.2.5 Aplicaciones y Usos de los Explosivos	95
3.3 LA MINERÍA Y LA COMPUTACIÓN	100
3.3.1 Estructuras por computadora y realidad virtual en la industria minera	100
3.3.2 Programación de voladuras por computadora	104
3.4 NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LAS VOLADURAS	106
3.5 RECOMENDACIONES EN EL MANEJO DE EXPLOSIVOS	113

CAPÍTULO 4 APLICACIONES Y PERSPECTIVAS	116
---	------------

4.1 LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO	117
4.2 PERSPECTIVAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA INGENIERÍA	119
4.3 APLICACIÓN DEL PROGRAMA "TUTEXP"	125
4.4 PERSPECTIVAS DEL PROGRAMA "TUTEXP"	126

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
--	------------

BIBLIOGRAFÍA	133
---------------------	------------

ANEXOS	136
---------------	------------

ANEXO I GLOSARIO DE TÉRMINOS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL	136
ANEXO II BASE DE CONOCIMIENTO DE "TUTEXP"	139

PRESENTACIÓN

La siguiente información describe las características y el diseño del *Sistema Tutorial Sobre el Uso de Explosivos aplicados a la Industria Minera y a la Ingeniería Civil*, el cual fue elaborado en el *Laboratorio de Sistemas Inteligentes del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS)* de la UNAM. Este sistema se ha desarrollado por la inquietud de manejar información muy valiosa para difundirla en sectores de la industria que trabajen con sustancias peligrosas, canalizándolas de alguna manera a obtener con su uso, mejores rendimientos.

Durante la elaboración de dicho programa se contó con la dirección y coordinación del Dr. Felipe Lara Rosano y del Ing. Victor Manuel López Aburto, Jefe del Departamento de Ciencias de la Computación y Profesor Titular de la Carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgista, adscritos al IIMAS y a la Facultad de Ingeniería, respectivamente.

INTRODUCCION

La evolución tecnológica en el desarrollo de sustancias explosivas que han servido como herramientas útiles para la explotación racional de yacimientos minerales alojados en la corteza terrestre, y con cuyos productos se ha construido el mundo moderno, tiene su fundamento en las investigaciones de científicos y técnicos que trabajan en estas áreas de la ingeniería.

El uso de la primera mezcla explosiva, la pólvora negra, históricamente se destinó entre los chinos a exhibiciones pirotécnicas, en celebraciones y festividades, actividades que hasta la fecha se siguen practicando en muchas partes del mundo. La fórmula original de la pólvora negra consistía de una mezcla formada por salitre, carbón y azufre, misma que a través del tiempo ha formalizado su composición para destinarla a otros usos industriales.

Del mismo modo y paralelamente al desarrollo industrial, la composición de otros explosivos ha cambiado y se han sustituido algunos compuestos por otros, haciendo que las características y propiedades también varíen de tal manera que los explosivos actuales cuenten con características perfectamente definidas, las cuales son la carta de presentación para hacer su uso adecuado tanto en industria de la construcción, como en la minería y en la industria militar. Las propiedades de los explosivos, tales como su sensibilidad, resistencia al agua, inflamabilidad, velocidad de detonación y la alta peligrosidad que éstas representan para su manejo y almacenaje, hace que el uso y consumo se limite sólo a personal autorizado y debidamente entrenado. El mundo de los explosivos es muy interesante, aunque también muy peligroso, lo que hace necesario permanecer constantemente bien informado, documentado y experimentado para garantizar la eficacia y seguridad en su empleo.

Simultáneamente, con el avance tecnológico en muchos campos de la industria y debido a las necesidades y exigencias del mundo moderno, la ciencia de la computación

tiene actualmente una extensa aplicabilidad. Apoyados es ésto, se ha automatizado el equipo industrial, se han diseñado nuevas y más eficientes máquinas y se han creado sistemas tutoriales que contribuyen de manera ventajosa al rápido crecimiento y desarrollo del país. Por su parte, la Informática ha desarrollado técnicas que permiten a programas de cómputo simular, imitar o actuar como lo hace el ser humano. Esta nueva forma de diseñar un programa, se le conoce como "Inteligencia Artificial" (que en adelante se denominará como I.A.). Un conjunto de técnicas de la I.A., se están aplicando entre otros, a la construcción de "Sistemas Expertos" (que en adelante se podrá reconocer como S.E.); que permiten a las computadoras ayudar al hombre a la solución de problemas y a la toma de decisiones.

Hoy en día se han desarrollado muchos programas o sistemas basados en el conocimiento de expertos. Tal es el caso, por ejemplo, de un Sistema de Diagnóstico de Enfermedades Infecciosas o de Prospecciones Geológicas, que están siendo aplicados con mucho éxito por numerosos hospitales y por compañías petrolíferas, respectivamente.

El resultado de unir el conocimiento de expertos con las computadoras (ahora más potentes y rápidas) ha creado en algunos países nuevas estrategias de resolución de problemas. La Inteligencia Artificial es considerada en muchos países como uno de los aspectos clave del progreso en los próximos años. Dentro de estos países hay que citar, por su importancia a Japón, que se ha destacado ampliamente en los campos de Sistemas Expertos, Robótica y Lenguaje Natural. La Inteligencia Artificial no pretende construir máquinas que sustituyan en su totalidad la inteligencia humana. Las capacidades de los actuales productos comerciales para producir Inteligencia Artificial, están lejos de exhibir cualquier éxito significativo comparado con la complejidad del cerebro humano. Sin embargo, los programas de I.A. están siendo cada vez mejores y más útiles para conducir tareas que requieren alguna inteligencia humana.

La elaboración de un sistema tutorial sobre el uso y manejo de explosivos, tiene la finalidad de auxiliar a constructores y mineros en el desarrollo de obras ligadas a la

industria minera y de construcción, de tal forma que contribuya de manera directa o indirecta al crecimiento de estas. Por otro lado, se pretende que este programa sea un complemento académico para la preparación profesional de estudiantes de ingeniería y un consultor electrónico para profesionistas y técnicos que trabajen en actividades relacionadas con estos campos.

El programa "*Sistema Tutorial sobre el Uso de Explosivos*", el cual ha sido denominado con el nombre de **TUTEXP**, está dividido en cinco temas principales y éstos a su vez, divididos en subtemas, información que también se encuentra contenida en este documento, complementada con información referente a Inteligencia Artificial y ampliada en el tema de explosivos. Por su parte, este trabajo ha sido organizado de la siguiente manera:

Cap. I Fundamentos de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. El cual ofrece al lector información suficiente y necesaria para introducirlo al campo de la inteligencia artificial.

Cap. II Aplicación de los Sistemas Expertos en la Industria Minera:

En él se explica cómo se diseñó el paquete "*Sistema Tutorial sobre el uso de explosivos*".

Cap. III Los Explosivos en el Mundo Moderno. Caso de Aplicación al Programa TUTEXP.

En este capítulo se presenta la información contenida en TUTEXP e información actualizada sobre el uso, manejo y características de los explosivos.

Cap. IV Aplicaciones y Perspectivas. Aquí se hace un análisis de los espacios adecuados donde se le podrá dar uso al sistema y el alcance que éste pueda tener.

Cap. V Conclusiones y Recomendaciones. Plantea las conclusiones originadas al realizar el sistema, por un lado, y aquellas al realizar la parte escrita de la tesis. Así mismo, ofrece las opiniones al realizar ambos trabajos.

Cabe mencionar que es muy importante que las áreas productivas como lo es la minería se incorpore y aproveche las nuevas tecnologías para difundir y hacer crecer esta y otras disciplinas.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS

1.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL (I.A.)

- 1.1.1 Historia
- 1.1.2 Definiciones
- 1.1.3 Cómputo convencional contra I.A.
- 1.1.4 Técnicas y Lenguajes
- 1.1.5 Campo de Aplicación
- 1.1.6 Ventajas y Desventajas

1.2 SISTEMAS EXPERTOS (S.E.)

- 1.2.1 Historia
- 1.2.2 Definición y Estructura
- 1.2.3 El Elemento Humano
- 1.2.4 Campo de Aplicación
- 1.2.5 Ventajas y Desventajas

1.3 INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LOS S.E.

- 1.3.1 Ingeniería del Conocimiento
- 1.3.2 Programación Orientada a Objetos (OOP)

CAPITULO 1 FUNDAMENTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS

1.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL (I.A.)

1.1.1 HISTORIA

Antiguamente los filósofos griegos intentaron crear herramientas formales para generar un pensamiento basado en la lógica. Estos filósofos tenían que usar papel y lápiz, simulación manual procuradora de la disciplina que ahora se conoce con el nombre de razonamiento automatizado.

Durante el siglo XVII se desarrollaron con éxito máquinas mecánicas que perfeccionaban mecanismos de movimiento, por ejemplo "el pato de Vaucanson" que podía nadar y batir las alas, cada una compuesta por dos mil piezas, además de comer una semilla y devolver excrementos simulados. Dicha máquina impresionó a especialistas de la época e hizo pensar que no había límites para el desarrollo de la mecánica.

A finales del mismo siglo, un autor anónimo publicó, lo que podría llamarse el inicio de la inteligencia artificial: un método automático para componer minuetos y, aunque por supuesto no se contaba con una computadora, en teoría, para la I. A. Basta con que se defina un conjunto de reglas, que permitan que una máquina cumpla con una tarea determinada, una tarea reconocida como "inteligente". Pese a todos los problemas que representa hacer una simulación de ese tipo sin la ayuda de una computadora, el compositor de minuetos supo definir un mecanismo bastante sencillo que permitía efectivamente reproducirlos. Al final de su artículo, el compositor daba una muestra de un minuetto compuesto bajo su método.

En su inicio, las computadoras sólo fueron vistas como poderosas herramientas de cálculo. No paso mucho tiempo antes que surgiera la inquietud de si estas máquinas serían capaces no sólo de procesar información, sino además de procesar conceptos. Movida la ciencia por esta inquietud, se comenzaron a crear programas que resolvían tareas. Tareas que

al ser ejecutadas por un humano se reconoce que necesita de inteligencia¹. En medio de esta dinámica, la gente empezó a desarrollar programas "inteligentes". Curiosamente todo este movimiento generó muchos programas interesantes, pero ninguno útil. El objetivo de que las computadoras puedan razonar surge a partir del concepto que una computadora es un procesador de símbolos, estos símbolos pueden ser números, texto y aún conceptos. Esto dió origen a la hipótesis de "Símbolos Físicos". El fundamento de dicha hipótesis es el siguiente:

- a. Los pensamientos corresponden al lenguaje.
- b. El lenguaje puede ser capturado en símbolos.
- c. Manipulando símbolos en una computadora, se puede simular el proceso de pensamiento.

Basados en la hipótesis de símbolos físicos, muchos investigadores de la aún naciente Inteligencia Artificial, trataron de resolver problemas representándolos en lenguajes simbólicos de computadora. Sin embargo, surgieron las primeras dificultades. El primer problema serio fue la manera de representar y almacenar grandes cantidades de información relevante. No fue sino hasta 1943 cuando surgen los primeros trabajos sobre cibernética, comportamiento y teorías de la computación.

La cibernética² nace como tal a partir de los trabajos de los siguientes investigadores: **Craik** con su teoría sobre la psicología cognitiva; consideraba que los sujetos tenemos lo que llamó una representación interna del mundo, la cual combinada con la información que recibimos del mundo real, produce el comportamiento individual. Por otro lado están los trabajos elaborados por el fisiólogo **Rosenblueth** y los ingenieros **Winer** y **Bigelow**. Estos tres investigadores auspiciados por la segunda guerra mundial, buscaban mecanismos de control para efectos balísticos. Su gran aportación fue la analogía que hicieron con algunos procesos fisiológicos-humanos. En un tercer término se encuentran **McCulloch** y **Pitts** que

¹ El término "inteligencia" es muy controvertido y se ha prestado siempre a debates entre científicos y filósofos, pero popularmente es aceptada como la facultad de comprender y conocer.

² Cibernética: Ciencia que estudia los métodos de comunicación y control apoyada en el comportamiento del organismo humano para desarrollar organismos computacionales y automatismos en general.

retoman los trabajos hechos por **Ramón y Cajal** sobre neuroanatomía y los trabajos de **Sherrington** sobre neurofisiología. Uniendo estos conocimientos generan lo que llamaron "La fisiología de lo computable". Por último en 1947 **Turing** aprovecha un año sabático para considerar la posibilidad de una criatura inteligente distinta al hombre. Estableció un modelo teórico de máquina, llamada máquina de Turing, sencilla pero con una gran potencia de expresión.

La unión de la psicología cognitiva, la neuroanatomía, la neurofisiología, los procesos fisiológicos-humanos y los mecanismos de control permitió crear la cibernética cuyo objetivo era explicar por medio de las matemáticas los fenómenos que ponen en juego los mecanismos de tratamiento de la información. La aproximación de la cibernética se ha traducido por lo tanto en una visión matemática del comportamiento humano o animal.

A principios de los años 50's aparecieron los primeros programas de cálculo formal, consiguiendo que las computadoras pudieran hacer cosas distintas a los cálculos: interpretar símbolos. De este modo, se decidió trabajar con lo que se conoce y se puede observar sobre el funcionamiento del cerebro: las conductas mostradas por las personas.

Una forma de determinar si una computadora se le puede considerar como inteligente, es mediante lo que Turing propuso como "la prueba de Turing". La prueba es sencilla y consiste que de un lado de una pared se coloque a un jurado. Del otro lado de la pared hay una persona y una computadora. El jurado puede preguntar indistintamente a la computadora y a la persona, sin saber cual es la persona ni cual es la computadora. Si el jurado no logra determinar por medio de estas preguntas cuál es la computadora y cuál es la persona, entonces la computadora es inteligente.

A partir de 1958 en una reunión de investigadores del Colegio de Dartmouth, Newell y Simon presentaron su *Logic Theorist* mostrando concretamente a los participantes como utilizar las posibilidades de manipulación de símbolos de la computadora. Es así como la cibernética se fragmenta en Inteligencia Artificial, Estudio del Cerebro, Sistemas de Control

Biológico y Psicología Cognitiva. Fue Mc Carty que durante el transcurso de esta reunión propone el término de "artificial intelligence", quedando definida y aceptada de la siguiente manera: *"Es la ciencia que se dedica a construir sistemas computacionales que llevan a cabo tareas que cuando las realizan los humanos se acepta que requieren de inteligencia"*. Por supuesto esta definición fue modificada más tarde en tres puntos principalmente. Primero en el que dice que es una ciencia, segundo el que indica que lleva a cabo tareas y por último que son tareas que realizan únicamente los humanos.

En la década de los 80's se vuelven a unir más áreas y disciplinas en algo que se llama "*Ciencia Cognitiva*"³. A través de estos años la IA ha ido agregando nuevos tópicos que incluyen planeación, reconocimiento de patrones y robótica, además de muchos otros. Hoy en día una de las definiciones más aceptada de IA, aunque todavía se presta a controversias, es la siguiente:

"La Inteligencia Artificial es una rama de las ciencias de la computación cuyo objetivo es el diseño y construcción de sistemas computacionales que despliegan algunos aspectos del comportamiento que cuando se lleva a cabo por los seres vivos, aceptamos que requiere de inteligencia".

Basados en el deseo de imitar el funcionamiento humano han surgido distintos subcampos de la IA:

- a) Robótica, Reconocimiento de Voz.
- b) Reconocimiento de Patrones.
- c) Procesamiento de Lenguaje Natural.
- d) Comprobación de Teoremas.
- e) Práctica de Juegos y Aprendizaje.

³ Ciencia Cognitiva: Conjunción de modelos computacionales de IA, y técnicas experimentales de la psicología para tratar de construir teorías precisas y comprobables de los mecanismos de la mente humana.

de los cuales, algunos han formalizado su estructura y aumentado sus propiedades que se han vuelto independientes del campo de investigación de la IA.

1.1.2 DEFINICIONES

La Inteligencia Artificial es la rama de las ciencias de la computación que trata con las formas de representar el conocimiento usando símbolos (antes de números), heurística⁴ y métodos para procesar información. Involucra un intento por parte de las máquinas para exhibir capacidades de razonamiento. El agente racional resuelve un problema percibido mediante el razonamiento, el cual consiste en inferir de hechos y reglas usando métodos heurísticos y otras formas de búsqueda de la solución. La IA hace inferencias empleando un método de reconocimiento de patrones, los cuales intentan describir objetos, eventos o procesos en términos de sus características cualitativas y relaciones computacionales y lógicas.

La colección de conocimiento relacionado a un problema para ser usado en un sistema de IA es llamado una *base de conocimiento*. Muchas bases de conocimiento están limitadas en el sentido de que están típicamente enfocadas a algunos temas, áreas y dominios específicos. Una vez que la base de conocimiento es construida, las técnicas de IA son usadas para dar a la computadora la capacidad de inferir. La computadora tendrá entonces la capacidad de hacer inferencias y juicios basados en los hechos y relaciones contenidas en la base de conocimiento.

Procesamiento Simbólico: Cuando los expertos humanos resuelven problemas, particularmente del tipo que son considerados apropiados para la IA., ellos, además de resolver conjuntos de ecuaciones y cálculos matemáticos, escogen símbolos para representar problemas conceptuales y aplicar varias estrategias y reglas para manipular estos conceptos. En términos de la IA., un símbolo es una cadena de caracteres que representa algún concepto

⁴ Heurística: Método empírico utilizado para encontrar la solución de problemas o realizar búsquedas sencillas en la solución de problemas

del mundo real. Estos símbolos pueden ser combinados para expresar relaciones significativas. Cuando estas relaciones son representadas en un programa de I.A. son llamadas estructuras de símbolos.

Para resolver un problema, un programa de I.A. manipula símbolos. La consecuencia de esto es la representación del conocimiento, por lo tanto, la elección, la forma e interpretación de los símbolos usados se convierte en un hecho muy importante. En contraste con los programas de cálculo numérico, basados en el uso de ecuaciones analíticas, los sistemas inteligentes se basan en *reglas heurísticas* (entendiéndose como tales, las reglas empíricas). La heurística hace incapie, dentro del programa, en los aspectos del problema que parecen más críticos y en las partes de la base de conocimiento que parecen más relevantes, y guía al programa en los casos particulares desechando ciertos caminos y centrándose en otros. El resultado es que el programa sigue una línea de razonamiento en vez de seguir una secuencia de pasos fijos en el cálculo.

1.1.3 COMPUTO CONVENCIONAL CONTRA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En la programación convencional para resolver un problema se crea un programa. En este programa, que está constituido por líneas en BASIC, FORTRAN u otro lenguaje de cómputo, se encuentran formando una unidad, tanto la información sobre el método para resolver el problema, como los datos particulares del problema.

Sin embargo, en los programas de Inteligencia Artificial (y más concretamente en los que constituyen los Sistemas Expertos) se consigue diferenciar el método de resolución de problemas (una especie de "solucionador de problemas" pero sin problema que resolver) de la información característica del problema. Esto es muy importante, puesto que facilita enormemente la evolución del sistema al ser modulada su estructura.

Los programas de cómputo convencionales están basados en un algoritmo, el cual está claramente definido, es decir, un procedimiento planteado paso por paso para resolver un determinado problema. El algoritmo usa datos como números, letras o palabras para resolver el problema. Este puede ser una fórmula matemática o un procedimiento secuencial que puede alcanzar una solución. El algoritmo es convertido, dentro de un programa de computadora, en una lista secuencial de instrucciones y comandos, la cual plantea exactamente las operaciones que se llevarán a cabo.

El software utilizado en Inteligencia Artificial está basado en la representación y manipulación de símbolos. En I.A., un símbolo es una letra, palabra o un número que es usado para representar objetos, procesos y sus relaciones. Los objetos pueden ser gente, cosas, ideas, conceptos, eventos o sentencias de hechos. Usando símbolos es posible crear una base de conocimientos que almacene hechos, conceptos y las relaciones entre ellos. Varios procesos son usados para manipular los símbolos con la finalidad de dar un consejo o una recomendación para resolver problemas. El proceso en I.A. es cualitativo más que cuantitativo como lo es en un algoritmo de cómputo convencional.

Virtualmente todas las computadoras digitales son algorítmicas en su operación, basadas en el concepto Von Newman⁵, en el cual las instrucciones almacenadas en la memoria son ejecutadas secuencialmente para llevar a cabo alguna operación deseada. El software algorítmico puede ser escrito en tal forma que permita una representación y manipulación simbólica.

Las técnicas básicas que utiliza el software de I.A. para razonar e inferir, a partir de una base de conocimiento, esta basada en la búsqueda (search) y reconocimiento de patrones (pattern matching). Dando alguna información inicial, el software de I.A. busca en la base de conocimiento un patrón o una condición específica, es decir, busca los criterios exactos de solución de un problema. La computadora literalmente rastrea alrededor de la base de

⁵ Procurador de la ciencia de la computación.

conocimientos hasta encontrar la mejor respuesta si es que la base de conocimientos la contiene.

1.1.4 TÉCNICAS Y LENGUAJES

La Inteligencia Artificial trata entonces, de reproducir conductas de manera estructural y funcional del comportamiento inteligente humano por medio de la computación, basándose en manipulaciones hábiles del software y hardware. De este manera, se puede plantear una analogía con el hombre, éste también tiene un componente soft (su actividad mental) y un componente hard (su cuerpo) que al entrar en interacción proporcionan las conductas antes mencionadas. Existe, sin embargo, la interrogante de cuál es la capacidad de la Inteligencia Artificial para reproducir la inteligencia natural; por un lado se encuentran aquellos practicantes de la inteligencia artificial los cuales defienden la postura de que la creación de la máquina inteligente debe pasar por construcción de sistemas que simulen los mecanismos de razonamiento humano como búsquedas sistemáticas en un espacio de soluciones, aplicación de la heurística, representación de la realidad mediante símbolos, etc; y por otro lado se encuentran los practicantes de la I.A: que promueven la construcción de sistemas que aprenden basados en estructuras muy parecidas, a alto nivel, a las que forman la base de la anatomía cerebral, conocido de otra manera como el campo de las redes neuronales. De esta manera, se pueden mencionar algunas de las líneas de desarrollo de la Inteligencia Artificial, como solución heurística de problemas, representación del conocimiento, sistemas expertos, robótica, recuperación inteligente de la información, percepción y reconocimiento de formas, procesamiento del lenguaje natural y redes neuronales.

Entre los principales pioneros de la I.A. se encuentran: Herbert Simon, Edward Feigenbaum y Allan Newell y el interés común entre ellos era el hallar la manera de formalizar de modo preciso, mecanismos generales para la resolución de problemas. Quizá, la aportación más importante de estos pioneros fue hacer ver que la I.A. ha de empezar por lo

muy particular e ir generalizándose paulatinamente, ya que se ha demostrado que la I.A. está dando mejores resultados cuanto menos general es el campo del saber que intenta abarcar.

Como ya se mencionó, algunos sistemas inteligentes se basan en reglas heurísticas (entendiéndose como tales, las reglas empíricas), en contraste con los programas de cálculo numéricos que se basan en el uso de ecuaciones analíticas. La heurística hace hincapié, dentro del programa, en los aspectos del problema que parecen más críticos y en las partes de la base de conocimiento que parecen más relevantes y guía al programa en los casos particulares desechando ciertos caminos y concentrándose en otros. De esta manera, el programa sigue una línea de razonamiento en vez de seguir una secuencia de pasos fijos de cálculo.

Por otro lado, la I.A. pretende integrar el conocimiento en sistemas inteligentes por medio de lo que se llama *ingeniería del conocimiento* y este último deberá ser representado de tal manera que:

- Capte generalizaciones para no representar separadamente cada situación individual, agrupando aquellas que comparten propiedades importantes.
- Pueda ser comprendido por la máquina o gente con la que se interactúe, aunque para muchos programas la mayor parte de los datos pueden ser adquiridos automáticamente (por ejemplo, tomando lecturas de diversos instrumentos).
- Puedan modificarse fácilmente para corregir errores o modificar algún cambio.
- Pueda ser usado en muchas situaciones.
- Pueda ser usado para ayudar a superar su propia extensión absoluta, ayudando a estrechar el rango de posibilidades que deban considerarse usualmente.

Actualmente se están desarrollando una gran cantidad de métodos y técnicas, todos ellos encaminados a facilitar el razonamiento simbólico y permitir la codificación y aplicación del sentido común. Sin embargo, se ha visto que la obtención del conocimiento necesario para la creación de un sistema inteligente no es una tarea sencilla. En algunos temas el sistema puede aprender a través de su propia experiencia, pero normalmente el experto humano y el programador del sistema, deben trabajar unidos para lograr condensar el conocimiento utilizando ciertas reglas lógicas. Se está trabajando en programas que reciben los conocimientos de expertos humanos mediante sesiones de enseñanza, de tal manera que, el programa realiza una serie de preguntas analizando las respuestas e incorporándolas a su base de datos en forma de reglas lógicas.

A esta actividad se le ha llamado *Métodos de Inferencia*, que son aquellos que trazan una línea de razonamiento a una pregunta dada. Estas técnicas de generación y análisis de hipótesis son técnicas de concentración, pues concentran la atención en determinadas reglas y registros marcando la línea de acción.

Otras de las líneas de desarrollo de la I.A. son los *Sistemas Expertos*, en los cuales se encuentra almacenado el conocimiento de expertos humanos que dominan un área determinada del saber (como zoología, cristalografía, diseño de estructuras metálicas, perforación de pozos, cardiología, etc). de forma que se puede interactuar con el sistema experto para pedir consejo o ayuda en los mismos términos en los que se desenvolvería una consulta con un experto humano. De esta manera, se puede decir que un sistema experto es un programa que se invoca como cualquier otro (procesador de texto, hoja electrónica, etc) y que en el momento de entrar en funcionamiento, establece un diálogo con el usuario, al cual se le van planteando cuestiones o preguntas hasta que finalmente el programa o el sistema experto da su solución.

La estructura de programación de un S.E. es capaz básicamente de:

- Almacenar información, como si fuese una base de datos, sobre el tema considerado.
- Utilizar esa misma información para obtener resultados que no existían previamente en el programa.
- Desarrollar la capacidad de aprendizaje y el poder de inferencia.

Así pues, el aprendizaje será precisamente lo que permita al programa realizar las siguientes tareas:

- a) Completar la información almacenada.
- b) Utilizar la nueva información que necesite para procesos de inferencia.

La nueva información creada por el sistema puede provenir de los siguientes caminos:

- Del propio usuario. En algunos casos el programa puede estar conciente de que la nueva información podrá cambiar el resultado.
- De un proceso interno del programa. En este caso no se consigue información completamente nueva, sino que esta es resultado de la interacción de una información previamente acumulada.

Se puede entonces decir que, un sistema experto está formado básicamente por dos elementos:

- Una base de conocimientos.
- Un motor de inferencia.

En la base de conocimientos se almacena la información referente al tema tratado en cada caso por el sistema y el motor de inferencia se ocupa de gestionar la base de conocimientos, de modo que ante preguntas del usuario el sistema ofrezca respuestas aceptables. Es decir, se ocupa de tomar las reglas y realizar inferencias para que se tenga una

solución. Los Sistemas Expertos representan un paso adelante en la ciencia de la programación por su gran diferencia con los programas clásicos.

Los programadores en Inteligencia Artificial utilizan fundamentalmente dos lenguajes: LISP y PROLOG. El lenguaje LISP consiste de un conjunto de instrucciones que facilitan la creación de programas que manejan listas, mientras que el PROLOG facilita el trabajo con expresiones lógicas. Ambos lenguajes son muy útiles por su carácter simbólico, mientras que los otros (BASIC, FORTRAN, etc) trabajan mejor con cálculos numéricos. Existen también los llamados *entornos de programación*. Estos suelen estar asociados con un determinado lenguaje y contienen un conjunto de instrucciones escritas en dicho lenguaje, muy útiles para ciertas tareas de programación. Actualmente se encuentran en el mercado muchos productos que son auténticos entornos de programación, en los que el programa se va creando dinámicamente, definiendo nuevos elementos del lenguaje y comprobando su funcionamiento. Suelen ser entornos basados en interfaces gráficas con ventanas e iconos y que soportan la utilización del ratón.

Paralelamente al desarrollo de la Inteligencia Artificial apareció una técnica de programación conocida en inglés como *Object Oriented Programming* (Programación Orientada a Objetos: POO). Un rasgo común entre LISP, PROLOG y la POO es el enorme contenido semántico de sus construcciones y operaciones. Los dos primeros hacen, como ya se mencionó, especial hincapié en la manipulación de símbolos. PROLOG por su parte, contiene estructuras de control basado en la más pura lógica matemática. La POO es uno de los mejores medios encontrados hasta el momento para la modelización de sistemas complejos.

1.1.5 CAMPO DE APLICACIÓN

El desarrollo de la Inteligencia Artificial ha involucrado la participación de otras ciencias y nuevas tecnologías como la lingüística, filosofía, psicología, software, hardware,

mecánica, hidráulica y óptica por ejemplo. El campo de aplicación de esta ciencia se ha extendido y se han creado nuevas aplicaciones a partir de las ya existentes. Por otro lado la necesidad de crear tecnologías que resuelvan casos concretos con mayor exactitud y en menor tiempo, ha provocado parte que los campos de aplicación no presenten límites. Algunas de las áreas de aplicación más conocidas, debido al amplio desarrollo que ha tenido, son las siguientes:

Sistemas Expertos. Los sistemas expertos son programas computarizados que sirven para proporcionar un consejo o recomendación y que intenta imitar el proceso de razonamiento y la experiencia de algún experto para resolver problemas específicos.

Reconocimiento de Voz. El reconocimiento de voz (o del habla) es un proceso que permite al usuario comunicarse con la computadora simplemente hablando.

Procesamiento de Lenguaje Natural. Esta tecnología da al usuario de una computadora la habilidad para comunicarse con la máquina en su lenguaje natural, lo que permite una interfaz de tipo conversacional, en contraste con la sintaxis y los comandos complejos de algunas computadoras. El procesamiento del lenguaje natural es un intento para permitir a las computadoras interpretar oraciones normalmente expresadas por un humano en forma natural, tal como el español, inglés o japonés. El proceso de reconocimiento de voz, en contraste, intenta traducir la voz humana dentro de palabras individuales y oraciones entendibles por la computadora.

Visión Computarizada y Reconocimiento de Escenas. Trata de la digitalización de información visual recibida desde el sensor de una máquina. Esta información es usada para controlar operaciones de calidad de producción en línea, velocidades de conductores o movimiento robótico. El tipo de interpretación de las imágenes difiere dependiendo de la aplicación de cada sistema. Así, imágenes obtenidas de un satélite para interpretar daños provocados en la superficie terrestre es totalmente diferente a la

precisión requerida a los sistemas de robots con visión donde estos ensamblan componente electrónicos.

Robótica. La Robótica es la incorporación de la I.A. en sistema sensorios como lo son los sistemas de visión, sistemas dactilares y sistemas de procesamiento de señales. Un dispositivo electromecánico, llamado *robot*, puede ser programado para realizar tareas manuales combinando los sistemas sensorios. De esta manera se pueden producir máquinas con diversas habilidades. Son ya conocidos los robots utilizados en la industria automotriz, en el ensamble de piezas o en la fabricación casi perfecta de los microchips los cuales requieren, por su tamaño, de mucha precisión. Un robot, a diferencia de una máquina automática, rastrea su medio ambiente y puede modificar su comportamiento como resultado de la información obtenida dando como resultado diversos tipos de robots.

Instrucción Inteligente Asistida por Computadora. Se refiere a programas que dan tutoria a los humanos. En cierto sentido, este tipo de programa pueden ser vistos como sistemas expertos. Sin embargo, el principal objetivo de un sistema experto es proporcionar un consejo o recomendación, mientras que el propósito de los programas CAI (Computer Assisted Instruction) es enseñar. La instrucción asistida por computadora ha sido utilizada durante los últimos años, aprovechando el desarrollo de la informática para apoyar el proceso educativo. Con el apoyo de la I.A. se han diseñado este tipo de programas tutoriales computarizados que son capaces de modificar sus técnicas de enseñanza de acuerdo a los patrones de aprendizaje del estudiante que esté usando el sistema.

Existen otras aplicaciones con usos más comerciales como los *traductores de un lenguaje a otro*, que son programas de computadora que traducen palabras y oraciones simples de un lenguaje a otro, o los *resumidores de noticias* que son programas de computadora que leen noticias en periódicos y otros documentos y realizan resúmenes en

inglés u otro lenguaje. Estos tipos de sistemas favorecen la interacción apoyando al desarrollo de la comunicaciones.

El desarrollo de un programa de computadora frecuentemente requiere de mucho tiempo. Un programa o un sistema debe ser diseñado, escrito, probado, depurado y evaluado. Todo como parte del proceso de un sistema de información.

1.1.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas:

- La I.A. actualmente se puede desarrollar en todo tipo de computadora, y ha resultado ser muy versátil con las computadoras personales.
- Los usuarios pueden comunicarse con la computadora, dentro de un ambiente de I.A. , con su propio lenguaje (inglés, español, francés, etc).
- Con la I.A. un usuario no entrenado puede ser capaz de interactuar con una computadora y de completar una tarea útil. Usar una computadora, se ha comprobado, no es más difícil que aprender a usar el teléfono.
- Se siguen desarrollando paquetes de software y nuevos diseños de computadoras que facilitarán el acceso a esta área de la informática.
- Los sistemas que manejan base de datos, son una interfaz de lenguaje natural con el usuario, por lo que no resulta necesario saber programar.
- El desarrollo de la I.A. ha permitido elaborar programas cuya solución no se ajusta a las capacidades comúnmente asociadas con el cómputo convencional.

- La I.A. se ha incorporado a muchas áreas de la ciencia y la industria impulsando nuevas tecnologías.
- La I.A. es magnífica para resolver problemas confusos en los cuales los datos son desconocidos o incompletos o en los cuales no existen algoritmos conocidos. Estas capacidades combinada con la experiencia de los usuarios puede mejorar el rendimiento y la productividad. Algunas técnicas de la I.A. como son los S.E. tienen el potencial de resolver problemas y tomar decisiones en dominios específicos más rápido y fácil.

Desventajas:

- Algunos programas de I.A. son muy complejos. Como resultado de esto, su desarrollo es más prolongado y por lo tanto su precio en el mercado se incrementa. Además el uso de este tipo de software requiere una formación más estricta en informática y más talento por parte del desarrollador.
- Son pocas las universidades en el mundo que preparan científicos especializados en I.A. Entre algunos países se pueden mencionar a E.U., Francia y Japón. En México el desarrollo de la I.A. es casi nulo a pesar de los esfuerzos del Instituto de Ingeniería de la UNAM, del Centro Nacional de Cálculo del I.P.N. y de algunos centros de educación privados como el ITESM (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey) y el ITAM (Instituto Tecnológico Autónomo de México). Sin embargo, se esperan grandes avances en un futuro cercano.
- Existe todavía, por lo menos en algunos sectores de nuestro país, el temor del uso de la computadora, por un lado, y por otro la errónea idea de que el personal laboral y productivo, será sustituido por robots o programas cuando estos resulten ser más eficaces.

1.2 SISTEMAS EXPERTOS

1.2.1 HISTORIA

Los Sistemas Expertos fueron desarrollados por la comunidad de la I.A. durante los años 60's. Durante su desarrollo se utilizaron técnicas para crear *árboles de conocimiento*. Estos parten de un nodo o estado inicial y a partir de todos los posibles operadores a este se obtienen nuevas ramas y nodos. Mediante la generación de todos los posibles estados, se puede asegurar que se llegará a la solución correcta. Esta técnica tiene la desventaja que el tamaño de los árboles crece de una manera combinatorial, de modo que para problemas de cierta dificultad la cantidad de nodos es tan grande que no se puede manejar adecuadamente.

En respuesta al problema de las ramas combinatoriales en los árboles de búsqueda, se desarrollaron un número de algoritmos para hacer la búsqueda más eficiente. Estos algoritmos se basan en la heurística. La heurística, como se mencionó anteriormente, es una regla continuamente utilizada para encontrar la solución de problemas o realizar búsquedas más sencillas, aunque no garantiza que la solución encontrada sea la óptima, o que se encontrará alguna siquiera.

La *búsqueda heurística* se convirtió en la base del *propósito general* para resolver problemas, llamado "GPS" (General Problem Solver). El objetivo al crear GPS fue tener un cuadro único de solución de problemas para muchas aplicaciones.

Los GPS no fueron del todo exitosos por tratar de manejar problemas generales. Enfrentó la dificultad de la búsqueda exponencial y la necesidad de atacar áreas específicas de conocimiento. Sin embargo resultaron valiosos para diseñar los primeros S.E. En los años posteriores cambiaron las ideas y los objetivos, dando un nuevo enfoque a la solución de problemas específicos y no tratar de enfrentar el conocimiento de propósito general.

El cambio de los programas de propósito general a propósito particular ocurrió a mediados de 1960 con el desarrollo del programa llamado DENDRAL, el cual trata de un S.E. que infiere la estructura molecular de compuestos desconocidos a través de su masa espectral y de su núcleo magnético. Fue desarrollado por un investigador de nombre Fergenbaum en la Universidad de Stanford, E.U. Posteriormente surgió el programa MYCIN, Este S.E. detecta infecciones médicas a través de los síntomas de los pacientes. Los sistemas DENDRAL y MYCIN ejecutaban tareas específicas casi tan bien como un experto humano (de ahí el nombre de "*Sistemas Expertos*").

A mediados de 1970 aparecen otros S.E. mientras científicos de la I.A. trabajaron para desarrollar teorías acerca de la *representación del conocimiento* asociados con el procedimiento de *inferir* y de *tomar decisiones*. El conocimiento como objeto de estudio es demasiado amplio y diverso, por lo que de estos estudios se concluyó que el poder de un S.E. es derivado del conocimiento específico que posee, más que de los procesos formales o los esquemas de inferencia que él emplea para resolver un problema en particular.

Aún con el éxito de MYCIN y la aparición de lenguajes de programación accesibles para Inteligencia Artificial como PROLOG, el desarrollo de sistemas de conocimiento era todavía limitada.

Al comienzo de los 80's, la tecnología de los S.E. que antes estaba limitada al área académica empezó a producir aplicaciones comerciales. Sistemas Expertos notables son el XCON, un S.E. que configuraba automáticamente computadoras VAX⁶; el XSEL, S.E. que extendía a XCON y el CATS-1, un S.E. que entrenaba personal de la compañía General Electric para reparar locomotoras impulsadas por motores que usaban combustible diesel.

Además de la construcción de S.E. se crearon herramientas para acelerar la construcción de los mismos. Estas incluyen herramientas de programación como los llamados EMYCIN y AGE, herramientas para la adquisición del conocimiento conocidos como

⁶ Las computadoras VAX se usaron durante la década de los 80's. Los datos y programas se manejaban a través de tarjetas perforadas.

EXPERT y KAS, y herramientas para aprender de la experiencia tales como METADENDRAL y EURISKO.

Dos lecciones surgieron durante el desarrollo de los primeros S.E. Primero se demostró que es más adecuado trabajar con sistemas de un área determinada. Segundo, una vez que problemas perfectamente bien definidos han sido resueltos con éxito, herramientas para la representación del conocimiento acompañadas de técnicas de razonamiento directas, pueden ser utilizadas para resolver o contribuir a la resolución de problemas industriales y comerciales.

1.2.2 DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA

Sistema Experto: “Sistema computarizado que incorpora en una base de conocimiento, el conocimiento extraído de expertos humanos, del cual obtiene inferencias para resolver problemas específicos”.

Los S.E. están compuestos de dos partes principales: el *ambiente de desarrollo* y el *ambiente de consulta*, (este último está disponible al tiempo de ejecución del programa). El primero es usado por el constructor del S.E. para desarrollar los componentes e introducir el conocimiento dentro de la base de conocimiento. El segundo por el usuario, presumiblemente inexperto, para obtener algún consejo o ayuda.

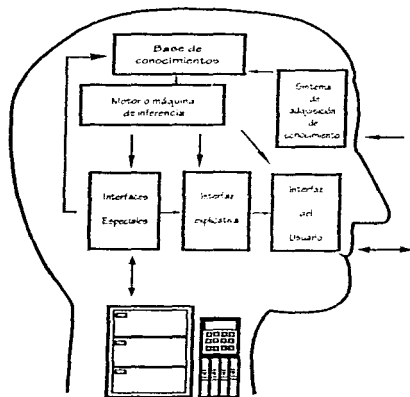
Los siguientes componentes existen dentro de un Sistema Experto:

- ° *Sistema de adquisición de conocimientos*
- ° *Base de conocimientos*
- ° *Motor o máquina de inferencias*
- ° *Interfaces especiales*
- ° *Interfaz explicativas*

° *Interfaz del usuario*

° *Sistema de mejoramiento del conocimiento*

El siguiente diagrama muestra la analogía entre un "Sistema Experto" y un experto humano.



Donde:

El Sistema de adquisición de conocimientos ayuda a mandar de manera ordenada los conocimientos del exterior a la base de conocimientos. Fuentes potenciales de conocimiento incluyen a expertos humanos, libros de texto, base de datos, reportes especiales de investigación e ilustraciones.

La base de conocimiento tiene guardados en una memoria los diferentes hechos y reglas que constituyen el conocimiento experto. Contiene el conocimiento necesario para entender, formular y resolver problemas. El conocimiento, los hechos y las reglas son la materia prima de los S.E. La información contenida en la base de conocimiento es incorporada mediante un proceso llamado "*representación del conocimiento*".

El motor o Máquina de Inferencia realiza el proceso de razonamiento, partiendo de hechos y reglas para obtener nuevas conclusiones. Es el cerebro del S.E., también conocido como estructura de control o intérprete de reglas. Este componente es esencialmente un programa de computadora que proporciona una metodología para razonar acerca de la información en la base de conocimiento y en un lugar de trabajo donde se interactúa con el usuario llamado pizarrón (blackboard), para formular conclusiones. Además proporciona instrucciones acerca de como usar el conocimiento del sistema instrumentando agendas que organizan y controlan los pasos involucrados en la solución de problemas siempre que una consulta al sistema sea realizada.

El pizarrón (blackboard) es un área de memoria temporal que contiene descripciones y datos de entrada acerca de problemas en proceso de solución; es también usado para grabar resultados intermedios.

Las Interfaces Especiales interactúan con otros medios (base de datos, hojas de cálculo, etc) para obtener información especial.

La Interfaz Explicativa tiene la capacidad de rastrear el proceso de solución y explicar el comportamiento del S.E. proporcionando la explicación de los resultados a los que llega y la razón de las preguntas que hace.

La Interfaz del Usuario proporciona y recibe información del usuario por medio de pantallas, menús, ilustraciones, etc. Esta interfaz debe llevar a cabo una comunicación con el usuario en un lenguaje natural. Una interfaz de usuario sencilla y agradable es condición necesaria para el uso exitoso de un S.E.

En algunos S.E. existen los *sistemas de mejoramiento del conocimiento* donde los programas pueden ser capaces de analizar su propio rendimiento, aprender de él y mejorarlo para futuras consultas. Esto podría traer mejoras a la base de conocimiento y a un mejor razonamiento.

1.2.3 EL ELEMENTO HUMANO

En torno al diseño y desarrollo de los S.E. participan tres elementos fundamentales para su éxito: el experto humano, el ingeniero del conocimiento y el tipo de usuario al que va dirigido el S.E.

El experto o expertos humanos tienen el conocimiento específico, experiencia, juicio y los métodos que les dan habilidad para proporcionar un consejo y resolver problemas. Es el dominio del área de trabajo del experto el que proporciona el conocimiento sobre el cual el S.E. será construido. El experto conoce cuales son los hechos importantes y entiende el significado de las relaciones entre estos hechos. Sin embargo no toda la experiencia puede ser documentada porque algunos expertos están indecisos acerca del proceso mental por el cual ellos dieron un diagnóstico o como ellos resolvieron un problema.

Adquirir el conocimiento de los expertos es una tarea compleja que algunas veces crea dificultades en la construcción de los S.E. Para esta extracción del conocimiento se requiere de una persona reconocida como *ingeniero del conocimiento*, para que ella interactúe con el o los expertos humanos en la construcción de la base de conocimiento. Generalmente este ingeniero del conocimiento ayuda a el experto en el área del problema interpretando e integrando respuestas de los expertos en preguntas, estableciendo analogías, poniendo contraejemplos y trayendo a la luz dificultades conceptuales.

Aunque los términos y conceptos básicos de un área determinada están documentados en libros de texto, manuales de referencia o catálogos de productos, es necesario que el

ingeniero del conocimiento trabaje continúa y activamente con el experto humano para darle poderío a un S.E.

Por otra parte existen diversos tipos de usuarios para los diferentes S.E. que se han y que se están desarrollando. Por ejemplo:

- Para un cliente inexperto que busca un consejo directo, el S.E. actúa como un consejero o como un consultor.
- Para un estudiante que quiere aprender, el S.E. actúa como un instructor.
- Un consultor o diseñador de S.E. que quiere mejorar o incrementar la base conocimientos, el S.E. actúa como socio.
- Para un experto humano el S.E. actúa como colega que le proporciona una "segunda opinión" validando su juicio. Un experto humano puede usar un S.E. como un asistente para llevar a cabo análisis rutinarios, cálculos o para buscar una información clasificada. Las capacidades de los S.E. fueron desarrolladas para ahorrar tiempo y esfuerzo.

1.2.4 CAMPO DE APLICACIÓN

Los Sistemas Expertos se pueden clasificar a partir de su campo de aplicación o hacia los cuales están dirigidos. Por ejemplo: el diagnóstico es una actividad genérica realizada en muchas áreas como la medicina, estudios organizacionales, condiciones estructurales, funcionamiento mecánico y automotrices, etc. De esta manera se puede definir el diagnóstico como un proceso que infiere malos funcionamientos a través de la observación y el análisis. Así, se pueden definir las categorías genéricas de los Sistemas Expertos a partir de su campo de aplicación, en los siguientes:

Interpretación: Infiere significados de estados y situaciones a partir de datos. Ej. comprensión de mensajes, análisis de imágenes, interpretación de señales, etc.

Predicción: Infiere consecuencias probables de una situación dada. Ej. predicciones de clima, del tráfico, de derrumbes, etc.

Diagnóstico: Infiere el mal funcionamiento de un sistema a partir de signos y síntomas. Ej. diagnóstico electrónico, mecánico, hidráulico, médico, etc.

Diseño: Desarrollan configuraciones que resuelven un problema que satisface sus restricciones. Ej. diseño de obras mineras, túneles, tiros, equipo, circuitos, plantillas de barrenación, etc.

Planeación: Diseñan acciones interrelacionadas para lograr algún objetivo, utilizando ciertos recursos y sujetándose a ciertas restricciones. Ej. diseño de rutas, proyectos, experimentos, etc.

Monitoreo: Analizan observaciones del comportamiento de un sistema para detectar posibles desviaciones de la norma y tomar eventuales medidas correctivas con toda oportunidad. Ej.: supervisión de plantas metalúrgicas, nucleares, tráfico aéreo, etc.

Reparación: Desarrollan y ejecutan planes para corregir fallas de toda índole.

Instrucción: Ayudan en el aprendizaje y la capacitación, para hacer un diagnóstico de cada alumno y poder proporcionar orientación e información.

Control: Consigue el cumplimiento de un objetivo dado, a través de interpretar la situación actual, comparar con la norma, detectar desviaciones, formular el plan de corrección y monitorear su ejecución.

1.2.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Los S.E. capturan conocimientos de uno o varios expertos humanos, haciéndolos disponibles a través de una computadora cuando se requiera. Ofrecen las siguientes ventajas:

- *Incrementan el rendimiento y la productividad.* Los S.E. pueden trabajar más rápido que las personas, con la consecuente reducción en los costos.

- *Incrementan la calidad.* Los S.E. incrementan la calidad al proporcionar un consejo consistente y reduciendo la tasa de error.

- *Reducción de tiempos.* Los S.E. operacionales que diagnostican malos funcionamientos y prescriben reparaciones, reducen los tiempos muertos e incrementan la productividad.

- *Disponibilidad.* Los S.E. están disponibles a cualquier hora y en cualquier lugar donde exista una computadora. La mayoría de los expertos humanos no disponen de su horario arbitrariamente y sólo se les encuentra, en la mayoría de los casos, en un sólo lugar.

- *Versatilidad.* Se ha demostrado que los S.E. pueden incursionar en cualquier área o disciplina de la ciencia o de la industria.

- *Flexibilidad.* Los S.E. son diseñados para interactuar con el usuario de forma clara, amigable y concisa.

- *Accesibilidad.* Las herramientas de explicación con que cuentan los S.E. sirven para que su diseño y desarrollo sea más fácil.

- *Transferencia del conocimiento a lugares remotos.* Uno de los grandes potenciales de los S.E. es su facilidad para transferir el conocimiento a través de las fronteras internacionales. Esto podría ser muy importante para coadyuvar al desarrollo de países que no pueden pagar por el conocimiento que poseen los expertos humanos.

Algunos de los problemas o dificultades por los que ahora atraviesan los S.E. son los siguientes:

- Por su complejidad, algunos conocimientos son difíciles de obtener de los expertos humanos.

- Cuando se consulta a diferentes expertos humanos, estos pueden variar en su método de solución para un mismo problema. En estos casos se tiene que crear un método que satisfaga a cada uno de los expertos.
- Es difícil para algunos expertos extraer y abstraer la solución de problemas cuando ellos se encuentran bajo la presión del tiempo.
- Los S.E. trabajan mejor en áreas restringidas.
- El vocabulario que algunos expertos usan para expresar hechos y sus relaciones en algunas ocasiones es limitada dificultando que otros lo entiendan.
- Se necesita ayuda de ingenieros del conocimiento quienes son escasos y sus servicios son, algunas veces, caros. Propiciando esto que el costo en la construcción de los S.E. también se incrementen.
- Se presentan dos grandes barreras en el empleo de los S.E. Por un lado, algunos usuarios desconfían de los resultados que puedan dar estos programa de computadora, y por otro, tal vez el mas importante, que las personas creen que serán substituidas en su puesto laboral por un S.E. Es de esperar que muchas de estas limitaciones disminuyan o desaparezcan con las mejoras tecnológicas, en la medida que avance el tiempo.

1.3 INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LOS S.E.

1.3.1 INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO

Dentro de la Ingeniería del Conocimiento se agrupan todas las áreas que intervienen en el desarrollo de los Sistemas Expertos y Bases de Conocimientos, las cuales se pueden subdividir en:

- 1) Adquisición del conocimiento.
- 2) Representación del conocimiento.
- 3) Métodos de representación del conocimiento.

El conocimiento es adquirido de un entorno del saber, como de un experto y fuentes documentales. La *adquisición del conocimiento* se puede optimizar a partir de las técnicas elegidas. Un ciclo básico en la extracción, documentación y pruebas del conocimiento consiste, primero en planificar y organizar reuniones con el o los expertos. Conjuntamente consultar libros u otros materiales escritos que traten sobre el tema del dominio. Esto sirve en muchas ocasiones como parte de la base de conocimiento inicial, debido a que también es conocimiento extraído y organizado en documentos por un experto.

Cuando el conocimiento ha sido o se está adquiriendo se hacen simulaciones a mano (sobre papel o con la computadora) plasmando de manera explícita y explicativa el conocimiento adquirido. Esta *representación del conocimiento* no es fácil. Para muchas personas, incluyendo expertos, decir cuál es el proceso de razonamiento y análisis que ejecutan mentalmente para resolver un problema y explicar un fenómeno cualquiera, resulta verdaderamente difícil. Para este tipo de situaciones es de gran utilidad usar casos estudiados muy parecidos acerca del dominio del conocimiento para expandir y modificar el conocimiento inicial.

Tanto el experto como el ingeniero del conocimiento deben estar de acuerdo en la forma de representar el conocimiento del área en dominio, y el experto debe examinar el razonamiento del sistema que se esté desarrollando paso por paso. Se deben encontrar todos los puntos de discordancia entre el experto y el sistema, con el propósito de expandir o modificar las reglas existentes hasta que estén acordes con la opinión del experto.

El conocimiento utilizado por el S.E. necesita estar representado y empleado en una forma que pueda ser usado para razonar. Esta es la diferencia principal con los demás

programas de computadora que trabajan con datos, ya que un S.E. utiliza *estructuras de conocimientos* para almacenar información y razonar con ella, mientras un programa normal trabaja con estructuras de datos para almacenar y manejar datos.

Los *métodos para representar el conocimiento* en I.A. están apoyados en las estructuras del conocimiento. Dentro de estas estructuras del conocimiento se encuentran los *hechos*, las *reglas* y las *conclusiones*.

Los siguientes son *hechos* (fact) que hacen declaraciones generales:

Algunas minas de carbón *contienen* gas metano conocido como gas grisú.

Los ademes caminantes *son* pilares temporales en las frentes de carbón.

La otra estructura básica del conocimiento, muy comúnmente utilizada por los expertos, es la *regla*, como se ve en el siguiente ejemplo:

Si

la zona donde se hará la detonación *es* muy húmeda

entonces

se *tiene* que usar explosivo hidrogel resistente a la humedad (water gel).

Cuando las reglas se combinan con los hechos se pueden llegar a *conclusiones*, que son, a su vez, nuevos hechos.

Los expertos normalmente y de manera inconciente agrupan sus conocimientos en estructuras de conocimiento.

Al representar el conocimiento de un dominio determinado, una base de conocimiento necesita almacenar el conocimiento de forma que pueda ser utilizada, almacenada, reperada y manipulada de manera eficiente. Una estructura que satisface todos estos requerimientos y que es muy utilizada en los sistemas expertos y sobre todo en los sistemas tutoriales inteligentes, es el cuadro (frame). Los cuadros son una manera de empacar información

dentro de estructuras bien organizadas. Un cuadro es una estructura especializada que representa situaciones estereotipo. Al concepto de cuadro se le puede agregar poder adicional al permitir que a cada cuadro se le asocie cierta información. Estas asociaciones pueden incluir instrucciones sobre como manejar el cuadro en cuestión, qué debe hacerse después y que hacer si las expectativas no fueron satisfechas.

Las técnicas de análisis de conocimiento son usualmente utilizadas para ayudar durante la etapa inicial en la adquisición del conocimiento. El conocimiento, una vez organizado, es por último codificado en una o más técnicas. Las principales técnicas de representación del conocimiento son las siguientes: (sólo serán citadas, sin profundizar en ellas, por no ser motivo de análisis de esta tesis y para que el lector sepa de que se trata cuando encuentre cualquiera de estos términos en otra literatura.)

- Representación en lógica:
 - Lógica proposicional
 - Cálculo de predicados
 - Lógica difusa
- Redes semánticas.
- Objetos, atributos y valores.
- Reglas de producción.
- Frames (marcos o cuadros) y scripts.

1.3.2 PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS

La programación orientada a objetos es un método para representar el conocimiento, que permite trabajar con la complejidad inherente de los grandes sistemas como en las áreas de: tráfico de control aéreo, animación, control de procesos químicos, diseño asistido por computadora, educación asistida por computadora, bases de datos, sistemas expertos,

hipermedia, reconocimiento de patrones, análisis matemático, automatización de oficinas, simulaciones, diseño de circuitos, etc.

El diseño orientado a objetos es un método que lleva a una descomposición orientada a objetos; define una notación y un proceso para construir sistemas de software muy complejos y ofrece un conjunto de modelos lógicos y físicos con los cuales se puede razonar acerca del sistema en estudio.

La idea básica de la programación orientada a objetos está respaldada por la percepción del mundo como una serie de objetos que interactúan entre sí. Al ver o percibir cualquier objeto, no se le ve como una serie de elementos atomizados, sino como un todo. Aún cuando se analice cada una de las partes del objeto, cada uno de los componentes es tratado como una entidad independiente, con un estado y una serie de reglas o métodos internos que definen su comportamiento ante estímulos externos. El sistema funciona a partir de mensajes que se envían entre sí los diferentes objetos que participan en el programa. Cada objeto cuida sus propias reacciones, sin importarle lo que sus respuestas puedan provocar en los otros objetos.

El término *objeto* apareció de manera espontánea en varios campos de la computación, casi todos de manera simultánea, a principios de los años 70's para referirse a elementos que eran diferentes en su apariencia, aunque mutuamente relacionados. Todos estos elementos fueron creados para manejar la complejidad en sistemas de cómputo de tal manera que los objetos representan componentes de sistema descompuesto modularmente o unidades modulares de representación del conocimiento.

El diseño orientado a objetos se basa en elementos llamados *modelo del objeto*. Este modelo cuenta con los principios de abstracción, encapsulamiento, modularidad, jerarquía, tipo, concurrencia y persistencia. Ninguno de estos conceptos es nuevo por sí mismo, lo que es importante acerca del modelo del objeto, es que estos elementos han sido agrupados en un solo concepto: objeto.

No hay duda que esta metodología es completamente diferente a las existentes, requiere que los problemas sean vistos de manera diferente. "Un objeto representa una entidad o unidad única e identificable, que puede ser real o abstracta, con un rol bien definido en el dominio del problema, existe en el tiempo y puede ser creado, destruido o compartido"⁷. el objeto es por tanto, cualquier cosa con límites bien definidos. Un objeto tiene estado, comportamiento e identidad; la estructura y el comportamiento de objetos similares están definidos en clases comunes.

En sistemas de programación tradicionales, los procedimientos y los datos son entidades separadas, el programador es responsable de aplicar procedimientos activos a estructuras pasivas de datos y además de asegurarse que el procedimiento trabaje de manera correcta con los tipos de datos a los cuales se está aplicando. Por el contrario, un sistema de programación orientado a objetos, no ve un objeto sólo como una combinación de su estado privado y los métodos que lo manipulan.

La metodología orientada a objetos parece trabajar como lo hace el intelecto humano, de ahí que Robson comente "mucha gente que no tiene idea de las computadoras, encuentra la idea de la programación orientada a objetos, muy natural".

NOTA: A lo largo del desarrollo de este trabajo escrito se incorporarán nuevos conceptos de I.A., estos conceptos a la vez pueden ser consultados de manera rápida en el ANEXO I.

⁷ Smith y Tockey.

CAPÍTULO 2

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA INDUSTRIA MINERA

2.1 ANTECEDENTES

2.2 SISTEMAS TUTORIALES

2.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS "SHELLS"

2.4 SELECCIÓN DEL SHELL PARA LA ELABORACIÓN DE "TUTEXP"

**2.5 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE
EXPLOSIVOS "TUTEXP"**

2.6 ESTRUCTURA DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS DE "TUTEXP"

2.7 OPERATIVIDAD DE "TUTEXP"

CAPITULO 2 APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA INDUSTRIA MINERA

2.1 ANTECEDENTES

A pocos años de la creación formal (1956) de la Inteligencia Artificial (I.A.), ha crecido exponencialmente el interés del mundo científico y el campo de la informática para resolver problemas técnicos, ingenieriles y de humanidades por medio de un conjunto de técnicas y teorías conocidas como Inteligencia Artificial, que es una ciencia apoyada en la informática para el desarrollo del software y hardware.

El intento de crear máquinas que sustituyan la participación del hombre data de muchos siglos atrás. Pero la falta de algoritmos matemáticos capaces de enfrentarse a situaciones aparentemente sencillas, tales como el reconocimiento de lenguajes, problemas de diagnóstico (como las enfermedades, aptitudes académicas, estudios geológicos, etc), reconocimiento visual de códigos u objetos, problemas cuya solución depende de reglas empíricas asimiladas por un experto a lo largo de su experiencia o situaciones comunes en ingeniería como procesos de análisis, diseño, fabricación y construcción o aspectos como planeación, gestión y toma de decisiones, han provocado un relanzamiento de la I.A. que hoy en día son sistemas de programación avanzados basados en el conocimiento y experiencia de expertos humanos. La I.A. se basa en la lógica matemática para la representación del conocimiento. Por ello es una ciencia aceptada en todo el mundo.

Los *Sistemas Tutoriales* también conocidos como *Sistemas Inteligentes* son definidos por Kearsley en 1987 de la siguiente manera: "*Programas de computadora que utilizan técnicas de inteligencia artificial para ayudar a una persona a aprender*". Por muchos años estos sistemas fueron confiados sólo a laboratorios de investigación, actualmente y gracias a la aceptación de la I.A. ha sido factible introducirlos en áreas prácticas del aprendizaje, capacitación y entrenamiento. Estos sistemas han tomado más formas y objetivos, pero prevalece el mecanismo de instrucción permitiéndole al estudiante o usuario del sistema una

constante comunicación de aprendizaje y asesoramiento similar a lo que ocurre con un alumno-profesor o consultante-asesor. Los elementos básicos alrededor de la diversidad de sistemas tutoriales son los siguientes:

- **El Módulo Experto** consiste del conocimiento sobre un dominio específico. Este módulo se utiliza para generar el contenido instruccional y en otras ocasiones para evaluar el desempeño del estudiante.
 - **El Módulo del Estudiante** (usuario) se utiliza para estimar el estado de conocimientos del estudiante o usuario y hacer hipótesis de las estrategias de razonamiento para alcanzar un estado final de conocimientos. La mayoría de los sistemas tutoriales representan el conocimiento del estudiante como un subconjunto de la base de conocimientos de un sistema experto. El modelo se construye comparando el desempeño del estudiante con el desempeño de un sistema experto en la misma tarea. Esta técnica es conocida como *modelo de sobreposición*.
 - **El Módulo Tutorial** es el conjunto de especificaciones acerca del material que el sistema debe presentar y cómo debe hacerlo.
- Estos tres módulos crecen o se ajustan a los diferentes programas que se desarrollan, gracias a la complejidad, diversidad y tamaños de los sistemas que se van diseñando.

2.2 SISTEMAS TUTORIALES

Los Sistemas Tutoriales y los Sistemas Expertos Tutoriales son programas de computadora que apoyados en conocimientos computacionales, pedagógicos y técnicas didácticas apropiadas, proporcionan al usuario conocimientos sobre un dominio o área específica a partir de una escala actual de información del alumno, considerando las características individuales y las condiciones para el aprendizaje. El proceso del aprendizaje consta de varias etapas discernibles y su propósito es el establecimiento de nuevos estados o capacidades internas y destrezas motoras por medio de la comunicación del conocimiento. Y este se construye y representa a partir de lenguajes básicos y de manera detallada.

Para la comunicación o la transferencia del conocimiento los Sistemas Tutoriales se pueden dividir en dos grandes tipos de sistemas:

Los CAI (Computer Assisted Instruction: Instrucción Asistida por Computadora): basados en cuadros pre-definidos donde el conocimiento es almacenado en bloques de presentación y son desplegados al estudiante por la computadora bajo ciertas condiciones.

Los KCS (Knowledge Computer System: Sistema Computarizado del Conocimiento): basado en el uso de un módulo experto que contiene la representación del conocimiento y actúa como fuente del mismo. Esto incluye generalización de explicaciones y respuestas, así como tareas y preguntas. Además funciona como referencia para evaluar el desempeño del alumno.

Las técnicas pedagógicas empleadas en los Sistemas Tutoriales están basados en el modelo del estudiante al que va destinado y en el dominio de conocimientos del mismo. En ella se representa la información de la manera en que el alumno la aproveche más. Esta se puede dividir en las siguientes:

- Por medio de un monitor, donde el sistema controla todas las preguntas y decide el rumbo de la sesión.
- Con una iniciativa conjunta, donde el control pasa de manos del sistema a las del alumno y viceversa.
- Por descubrimiento guiados, donde el alumno decide el rumbo de la sesión y tiene el control del mismo.

La arquitectura de un Sistema Experto Tutorial, en general, está formado por:

- *La base de conocimientos*: que está configurado por un módulo pedagógico y un módulo especialista en el dominio.

- *El sistema de adquisición de conocimientos*: que sirve para transferir el conocimiento de uno o varios expertos a la base de conocimientos tanto al módulo especialista en el dominio y al módulo pedagógico.
- *La interfaz con el usuario*: la cual tiene la importancia decisiva para la aceptación o rechazo del Sistema Tutorial por parte del alumno. Su función es la de dar forma a la información que se desea presentar y controla el flujo de información de la computadora hacia el usuario y viceversa. Los niveles que maneja la interfaz tienen como objetivo presentar un tema de manera más entendible y el usar las herramientas de esta como un poder de comunicación tal que se pueda dirigir el diseño de todo el sistema.
- *Diagnóstico o Módulo de Evaluación*: evalúa y actualiza el modelo de estudiante; este puede ser meramente inductivo apoyado por las respuestas del alumno o consecuencia de una interacción directa con el usuario por medio de preguntas hechas por el sistema. Este último da la pauta para que el programa tome un nuevo curso de la enseñanza. Cualquiera de los dos métodos son por demás difíciles y son áreas en las que los investigadores de Inteligencia Artificial están centrando muchos de sus esfuerzos.

La ingeniería del software para inteligencia artificial abarca un conjunto de elementos claves, como: metodologías, herramientas y procedimientos que facilitan el proceso de su propio desarrollo con más calidad y contribuyen de manera valiosa a la formación de personal capacitado o especializado en cualquier área científica o laboral que intervienen en el desarrollo productivo e industrial del país.

2.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL "SHELL"

Los Shells son "*estructuras de diálogo y motor de inferencia que cuando se liga a una base de conocimiento, funciona enteramente como un sistema experto*"¹. Esto es, son estructuras predefinidas que contienen todos los componentes de un sistema experto, listos

¹ Liebowitz, 1988.

para ser integrados con el conocimiento de los expertos o especialistas del tema de estudio. Los Shell son herramientas que facilitan el trabajo del ingeniero del conocimiento en la estructuración y programación del sistema experto; ahorran significativamente recursos, el uso de los Shells permite al ingeniero del conocimiento concentrarse en el desarrollo de la base de conocimientos.

La mayoría de los sistemas expertos están formados de seis componentes básicos: a) sistemas de adquisición del conocimiento, b) motor de inferencia, c) facilidad de explicación, d) sistema de interface, e) facilidad del manejo de la base de conocimiento y f) la base de conocimiento. Los primeros cinco componentes constituyen lo que es llamado un *Shell de desarrollo para S.E.* La experiencia en el uso de éstos ha mostrado que no es necesario programar los primeros cinco componentes del Shell para cualquier aplicación. Por el contrario una vez que el Shell es construido puede ser usado para muchas aplicaciones, todo lo que se tiene que hacer es insertar el conocimiento necesario. Usando un Shell, los S.E. pueden ser construidos mucho más rápido, además de que la cantidad de programación es menor. Todos estos factores juntos contribuyen a una reducción de los costos de construcción. Los Shells se clasifican a partir de las características generales de cada uno de ellos. Una de estas clasificaciones, que además sirve como decisión de elección para la construcción de S.E. es la siguiente.

SHELLS BASADOS EN REGLAS	
(Clasificación por la cantidad de información que pueden manejar)	
Tamaño pequeño	EXSYS, Personal Consultant Easy, VP Expert
Tamaño mediano	EXSYS Profesional, Guru, KES 2.2, Nexpert, Level 5 Object
Tamaño grande	ESE, S.1, AES, IMPACT, SYNTÉL, ADS
Inducción	1st-CLASS, TIMM

Los Shell surgieron en la época de los años 80's conjuntamente al desarrollo de los S.E. Un Shell puede ser extremadamente útil en el desarrollo de un S.E. para una aplicación específica. En este sentido existen dos tipos de Shell: generales y de dominio específico. Los

Shell pueden ser considerados como ambientes de programación limitados, ya que son inflexibles y podría ser difícil ajustarlos a tareas y problemas no estándares. Como resultado, el constructor podría usar varios Shell, así como ambientes (environments) y otras herramientas incluidas en una misma aplicación.

De todo lo anterior se puede considerar que: Shell es un sistema experto vacío (tipo cascarón) el cual carece únicamente de conocimiento del tema y la experiencia poseídas por un experto o especialista. Una de las grandes ventajas que ofrecen los Shell es que emplean un lenguaje muy parecido al lenguaje natural (generalmente inglés) para representar el conocimiento.

2.4 SELECCIÓN DEL "SHELL" PARA DESARROLLAR EL SISTEMA TUTEXP

La selección del tipo de Shell (y en general de todo el software para el desarrollo de los sistemas expertos) no es tan simple. Existen varias publicaciones que han tocado el tópico de la evaluación y selección del software para S.E. Los autores de dichas publicaciones describen en general criterios múltiples del usuario y atributos técnicos dentro de una completa y cuidadosa evaluación y proceso de selección.

Debido a que las compañías u organizaciones desean desarrollar una aplicación específica de un S.E., como consulta, entrenamiento o tareas en áreas funcionales tan diversas como la mercadotecnia, finanzas, medicina, cogeneración² o manufactura se deben plantear los objetivos básicos que el Shell debe cubrir para desarrollar un determinado S.E. En general se puede decir que estos objetivos deben considerarse dentro de los siguientes puntos:

1. Permitir un rápido y fácil desarrollo de una amplia variedad de S.E. específicos.
2. Facilitar el proceso de desarrollo iterativo por el cual un S.E. específico puede responder rápidamente a cambios. Un Shell debe satisfacer criterios categorizados de acuerdo a los

² COGENERACIÓN: Control y ahorro de energía.

componentes de un S.E., tal como la interfaz con el usuario, motor de inferencia y base de conocimientos.

Una vez que la compañía ha establecido claramente los objetivos que debe cubrir la selección del Shell y planteándolos con sus proveedores de software, la instrumentación de la representación de conocimiento para su S.E. específico es más fácil. Por lo tanto el criterio en el proceso de selección y evaluación de software (del Shell y para el Shell) para desarrollar un S.E. específico deberá tomar un lugar prioritario cuando se analice y diseñe el sistema para una aplicación determinada.

El Shell utilizado para desarrollar TUTEXP fue el llamado **LEVEL 5 OBJECT**. La selección del Level 5 Object se hizo por las siguientes razones:

- a) Su ambiente de aplicación natural es Windows, presentando ventajas en el uso de hiperregiones³, hipertextos⁴, botones, colores, objetos, etc.
- b) Se puede instalar en computadoras con procesadores 386 en adelante.
- c) No tiene candado físico.
- d) El sistema Shell es portable en cualquier máquina compatible con IBM.
- e) La representación del conocimiento es por medio de hechos y reglas o mixta que es ideal para este sistema.
- f) Dentro de este Shell es posible programar procesos particulares y muy específicos.
- g) Permite el encadenamiento hacia atrás y/o hacia adelante.
- h) Incluye el componente explicativo y el de adquisición del conocimiento, entre otros.
- i) Se basa en la Programación Orientada a Objetos (POO). Esto facilita la ordenación del conocimiento, ya que éste se puede dividir en clases, atributos e instancias.

Desde el punto de vista de la POO, los objetos pueden ser de dos tipos: *clases* e *instancias* de las mismas. Una clase es la definición genérica de un tipo de objeto, mientras que las instancias de la clase son realizaciones concretas (objetos) de tal clase.

³ Hiperregión: Figura o región que se conecta por medio de un enlace llamado liga a otro lado, que puede ser región, figura, texto, sonido, etc.

⁴ Hipertexto: Texto que cuenta con un enlace, llamado liga, hacia otro texto, región, imagen, etc.

2.5 ANÁLISIS Y DISEÑO DE "TUTEXP"

Para poder desarrollar el sistema TUTEXP e ir creando un *árbol de conocimiento* fue necesario *definir el problema* identificando las necesidades y objetivos que cubrirá dicho sistema, los cuales son: *auxiliar a ingenieros mineros, técnicos mineros y constructores en el desarrollo de obras ligadas a la industria minera y de la construcción, de tal forma que contribuya de manera directa o indirecta al crecimiento de estas. Por otro lado se pretende que este programa sea un complemento académico para la preparación profesional de estudiantes de ingeniería y un consultor para profesionistas y técnicos que trabajen en campo.*

Adicionalmente es necesario establecer a quién va dirigido para determinar el tipo de diálogo o interfaz que se tendrá con el usuario y definir la información que ofrecerá el sistema estableciendo la periferia de ésta.

Conjuntamente se hizo un *estudio de viabilidad*, el cual consistió concretamente en investigar si existía información disponible sobre el área de explosivos, el cual, por supuesto, contempló todos los temas que maneja el sistema. Este estudio de viabilidad, para poder extraer información para TUTEXP, incluyó el asesoramiento del profesor titular de la carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista de la Facultad de Ingeniería, Ing. Victor Manuel López Aburto y del Dr. Felipe Lara Rosano, Jefe del Departamento de Sistemas Inteligentes del IIMAS, ambos de la UNAM, quienes han trabajado directamente en la explotación de minas y diseño y elaboración de S.E., respectivamente. Además se realizó una recopilación de información de libros y revistas especializados en las áreas de explosivos, voladuras, inteligencia artificial y sistemas expertos. También se utilizó publicaciones y apuntes de algunos especialistas.

Toda la información recopilada fue analizada y estructurada haciéndola manejable y asequible a las herramientas para el desarrollo de sistemas expertos. La preselección del tipo de soporte (HCSE³) en el que está cimentado TUTEXP estuvo sujeto a una evaluación detallada, la cual pasó por una metodología de selección apoyada en tres etapas principales:

³ HCSE: Herramienta de Construcción de Sistemas Expertos.

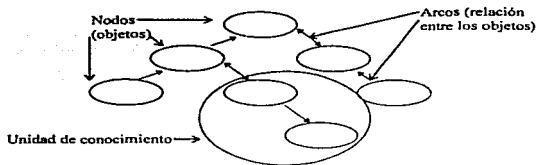
1. Escrutinio de los candidatos prospectos y desarrollo de una lista corta de paquetes de software para S.E.
2. Selección del Shell para S.E., el cual se ajustó lo mejor posible a las necesidades de la aplicación.
3. Comparación de las necesidades del usuario a las características del Shell seleccionado y descripción del cómo estas necesidades se satisficieron durante la construcción del prototipo para el sistema específico.

Por las razones expuestas en el subcapítulo 2.4 la selección para depositar el árbol de conocimiento de TUTEXP fue Level 5 Object.

Es importante mencionar que dentro de este análisis y diseño se consideró siempre que la información presentada fuera clara, atractiva, no tediosa y bien estructurada buscando darle valor a aquellos aspectos que hacen en la realidad, que se prefiera a un catedrático de otro en base no sólo a sus conocimientos sino también a su sistema pedagógico de enseñanza. Para esto fue necesario consultar bibliografía de la planificación de la enseñanza y de la tecnología de la educación.

Entre las ventajas que ofrecen los sistemas expertos se encuentra la posibilidad de incrementar o actualizar su contenido y utilizar nuevas herramientas como animación de imágenes o realidad virtual, abriendo siempre la oportunidad de que TUTEXP siga creciendo.

TUTEXP ha sido elaborado bajo el esquema de *Redes Semánticas*. Este tipo de representación del conocimiento es muy análogo a la manera en que una persona organiza su información mentalmente de manera inconciente. Las redes semánticas representan el conocimiento en forma gráfica. La gráfica contiene nodos (que son manejados como objetos) y arcos (la relación que existe entre los objetos). Los arcos están dirigidos por medio de flechas unidireccionales o bidireccionales. Ver la siguiente figura.




La red semántica puede también manejarse como un árbol de conocimiento que abarca la información sustraída por el ingeniero del conocimiento. La red que se formó al desarrollar TUTEXP en la representación del conocimiento de los diferentes tipos de explosivos y sus accesorios para voladuras, visualizan en forma general y estructurada las relaciones y dependencias entre estos nodos. El sistema tutorial está configurado en cinco nodos principales y estos a su vez divididos de tres a nueve nodos, a partir de ahí muchos de estos, por medio de arcos, que a su vez están subdivididos en más nodos.

TUTEXP ante el usuario se presenta de la siguiente manera:

- Inicialmente se despliega la presentación del sistema con una duración de tiempo suficiente para que el usuario lo conozca.
- Posteriormente muestra una pantalla donde describe las restricciones sobre la utilización de la información contenida en el sistema. A partir de ahí y mostrando el botón "iniciar" en la parte inferior derecha de la pantalla se inicia la sesión de consulta.

SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE EXPLOSIVOS

TutExp



ADVERTENCIA

DEBIDO A LA PELIGROSIDAD QUE IMPLICA EL USO DE EXPLOSIVOS, POR SEGURIDAD SE RESTRINGE LA CONSULTA DE ESTE PAQUETE A PERSONAL AUTORIZADO.

SI SE HA PENSADO UTILIZAR ESTE PAQUETE PARA REALIZAR ALGUN TIPO DE PRACTICA O CON UNA FINALIDAD INGENIERIL, SE DEBERA CONSULTAR A LA SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL, LA CUAL SE ENCARGA DE AUTORIZAR EL USO DE EXPLOSIVOS, Y DE LA MISMA FORMA SANCIONA CUANDO NO SE CUMPLEN LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD OBLIGADOS, QUE DEBEN CUBRIR LAS COMPAÑIAS O INSTITUCIONES QUE HAGAN USO DE ELLOS

EL ART. 37 DEL CAPITULO I DEL TITULO TERCERO DE LA LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y

EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LAS ACTIVIDADES Y OBLIGACIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES QUE HEALICEN CON ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS, ARTIFICIOS Y SUSTANCIAS QUIMICAS, SE HA HECHO POR LA SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL.


LOS PERMISOS ESPECIFICOS QUE SE REQUIERAN EN ESTAS ACTIVIDADES

UNICITAR


- A partir de la tercera pantalla el usuario decide, en base a sus necesidades e intereses el rumbo que dará a dicha sesión.

SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE EXPLOSIVOS

TutExp



MENU PRINCIPAL



EXPLOSIVO:

Un explosivo es una sustancia o mezcla de sustancias sólidas o líquidas que a través de un estímulo apropiado se descomponen químicamente en un intervalo de tiempo muy corto, esta reacción química es expansiva, y produce gases y calor capaces de realizar trabajo mecánico.

Para manipular el despliegue de pantallas se presentan de uno a cuatro botones, prevaleciendo el primero en la mayoría de las pantallas, como opciones a elegir:

Menú Principal

Menú Tema "x"

Pantalla Anterior

Menú Tema "y"

SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE EXPLOSIVOS

TutExp

DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES EN LA VOLADURA

ACARREADORES DE OXIGENO

Un acarreador de oxígeno asegura la oxidación completa del carbón en la mezcla explosiva, con objeto de prevenir la formación de monóxido de carbono.

La formación de óxidos de nitrógeno y/o de monóxido de carbono, además de ser indeseables debido a sus emanaciones tóxicas, resultan en una producción pobre de calor durante el proceso de detonación de bicloruro de carbono y nitrógeno.

Un bajo calor de explosión, significa una reducción en la energía del explosivo durante su trabajo y, consecuentemente, una baja eficiencia durante el proceso de detonación.

Señale el tema que le interesa y dé CLICK

Pantalla Anterior

Menú Temas

Menú Principal

Existen más botones ligados con y entre hiperregiones e hipertextos guiando al usuario durante la sesión de consulta (la pantalla anterior muestra en forma gráfica las opciones a las que se puede acceder, estas opciones se enlazan por medio de hiperregiones). La información que ha sido almacenada en los bloques de presentación, la cual está apoyada en todo el árbol de conocimiento desarrollado durante el análisis y diseño del sistema, consta de 5 temas principales, desglosados en 27 subtemas, que a la vez desglosan más subtemas (contenido que se presenta en el capítulo III de esta tesis) según se muestra en el siguiente esquema:

SUBTEMAS DEL MENÚ

HISTORIA

- Polvora Negra
- Dinamita
- Dispositivo de iniciación
- Nitrato de amonio e hidrogenos

TIPOS

- Propiedades generales
- Ingredientes
- Explosivos comunes

ACCESORIOS PARA VOLADURAS

- Iniciadores
- Detonadores
- Corrugadores
- Máquinas Explosoras
- Instrumentos de Medición
- Mallas y Redes

MÉTODOS Y TÉCNICAS

- Objetivos de la Voladura
- Cuñas Básicas
- Plantillas de Barrenación
- Conexiones de los Estopines
- Disparo con Fulminante y Mecha
- Voladuras con Cordón Detonante
- Técnicas de Disparo Eléctrico
- Precauciones a tomar en Voladuras Eléctricas


APLICACIONES Y USOS

- Minado en Canteras y a Tajo Abierto
- Minería Subterránea
- Exploración Sísmica
- Túneles
- Voladuras de Cimentaciones Antiguas
- Demolición de Puentes

SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE EXPLOSIVOS

File Edit View Help

TutExp



INSTRUMENTOS DE PRUEBA

Los instrumentos de prueba son aquellos diseñados para medir las características eléctricas de los circuitos de voladura, así como del área circundante para asegurar que la operación sea eficiente y segura. Este aparato, además de proporcionar tiempo, permite incrementar grandemente la seguridad de cualquier operación de voladura, reduciendo la posibilidad de disparos, quedados o de detonación accidental.

Oprima el botón del tema que desea consultar

GAU VANÓMETRO	MULTIMETRO
MULTIMETRO	
REÓSTATO	

Menú Accesorios

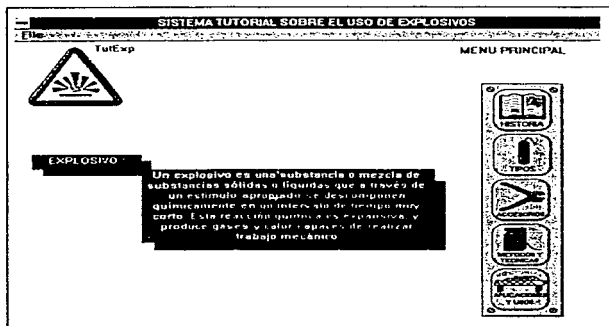
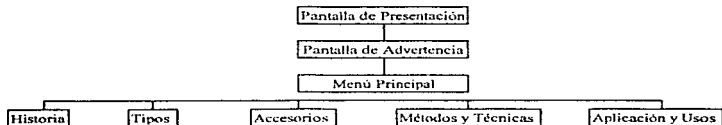
Menú Principal

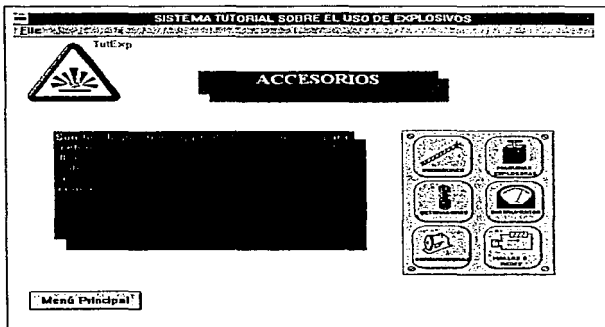
El multímetro es un aparato diseñado para medir resistencias, voltajes y corrientes en operaciones de voladuras eléctricas. Su sensibilidad es muy alta, por lo que tiene un tiempo alcance en sus mediciones.

Sus principales usos son:

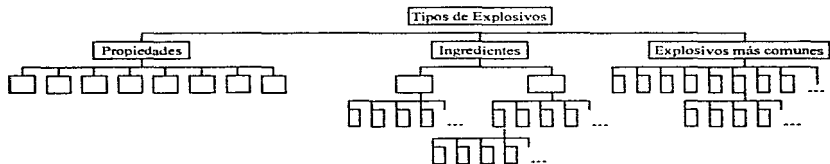
- Examinar los sitios de voladura para localizar conetes extraños.
- Analizar las resistencias de los circuitos.
- Ejecutar pruebas de resistencias en la determinación de riesgos por circulación estática.
- Probar líneas de conducción.

A continuación se presentan algunos menús del sistema en forma de árbol de conocimiento, este último es extenso y contiene muchas ramas, acompañada de una pantalla que ayude a comprender el proceso del diseño del sistema.






Cuando el usuario inicia la consulta de un tema en particular, la pantalla muestra una introducción a ese tema. Esta introducción está considerada en mayoría de los temas consultados.



SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE EXPLOSIVOS

TutExp



PLANTILLA DE BARRENACIONES

Las barrenaciones consisten en perforar el terreno a una cierta profundidad. Las distancias y los tipos de plantillas de barrenaciones, se determinan al momento de elegir el método de explotación de la voladura. Este tipo de barrenaciones se emplean para perforar el terreno a una cierta profundidad. Este tipo de barrenaciones se emplean para perforar el terreno a una cierta profundidad.

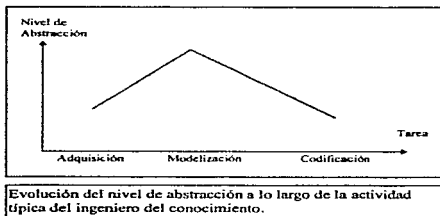
El tipo de barrenamiento que se emplea depende de las condiciones de la zona de trabajo. Este tipo de barrenamientos se emplean para perforar el terreno a una cierta profundidad.

BARRENEO SUBTERRANEO:	Se requiere de equipo especial para barrenar y dispersar roca en aguas profundas.
BARRENACIÓN CONTRAPOZOS:	Tipicamente una plataforma flotante o barcaza. Las unidades de perforación pueden colocarse en posiciones fijas o espaciadas.
BARRENACIÓN SOCAVONES:	predeterminados o pueden adaptarse para que se muevan sobre vías a lo largo de la barca donde se requiere una mayor flexibilidad.
BARRENACIÓN TIROS Y POZOS:	
BARRENACIÓN SUBMARINA:	El punto más importante en voladuras submarinas es perforar los barrenos hasta la profundidad adecuada bajo el nivel para asegurar que el equipo de excavación pueda dragar a nivel.

Menú Múltiple:

Menú Principal:

La realización de estas estructuras sirven para visualizar de forma general y estructurada las relaciones y dependencias del conocimiento que se desea exponer. Además se ha mencionado, partiendo de las estadísticas en el diseño y desarrollo de sistemas expertos, que la representación del conocimiento es la etapa de mayor abstracción y podría considerarse la más difícil. Como se muestra en el siguiente esquema⁶.



⁶ Martínez Angel. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Algunas de las ramas del árbol de conocimiento de TUTEXP sirvieron del apoyo para crear los menús de presentación de algunos pantallas.

2.6 ESTRUCTURA DE LA BASE DE CONOCIMIENTO DE TUTEXP

Uno de los puntos difíciles de la Inteligencia Artificial estriba en la forma de representar el conocimiento, puesto que se tiene que buscar la forma capaz de representarlo lo suficientemente claro para que su transmisión resulte efectiva y aprovechable.

Para representar el conocimiento en la computadora, el área de interés debe estar perfectamente definida, organizada y estructurada.

Los Sistemas Expertos, sean tutoriales o no, emplean el conocimiento para llevar a cabo tareas que normalmente requieren de un alto nivel de razonamiento por parte del usuario. Por esta razón dicho conocimiento necesita estar representado y empleado de una forma que pueda conducir al razonamiento

Esta es la principal diferencia que existe con los demás programas para computadoras que trabajan con datos; un Sistema Experto, un Sistema Experto Tutorial o un Sistema Tutorial utiliza estructuras de conocimiento para almacenar información y razonar con ella, mientras un programa convencional trabaja con estructuras de datos para almacenar y manejar datos.

Las estructuras de conocimiento que se conocen son los Hechos y las Reglas. La primera maneja consideraciones particulares del problema en cuestión, como: *es, son, existe, contiene, está*; por ejemplo:

Los estopines eléctricos instantáneos tienen una carga de ignición, una carga primaria y una carga detonante.

Mientras la segunda estructura, muy comúnmente utilizada por los expertos, plantea una premisa seguida de un resultado, como por ejemplo:

Si la carga está mal confinada, irregularmente distribuida en el interior del barreno, entonces la resistencia será desigual en los periferia del mismo.

Cuando se combinan las reglas con hechos, estas pueden llegar a conclusiones, que a su vez forman nuevos hechos. Por ejemplo, para el caso anterior:

Si la carga está mal confinada, irregularmente distribuida en el interior del barreno, entonces la resistencia será desigual en los periferia del mismo, y la presión romperá el punto más débil perdiéndose parte del efecto destructivo.

Los hechos son piezas de información que se utilizan para el desarrollo de programas en Inteligencia Artificial. Estos, que son declaraciones acerca del mundo, pueden ser transitorios o estar sujetos a cambios, sin embargo, son considerados como elementos básicos del conocimiento.

A pesar de su importancia, los hechos por ellos mismos no pueden ser usados para razonar. Es necesario relacionar hechos con reglas para razonar y derivar nuevos hechos.

Las reglas son formas de representar el conocimiento y cuanto más general es expresada una regla más situaciones cubre. Estas permiten la producción de nuevo conocimiento a partir de hechos empleados originalmente y que finalizan como conclusiones de las reglas aplicadas.

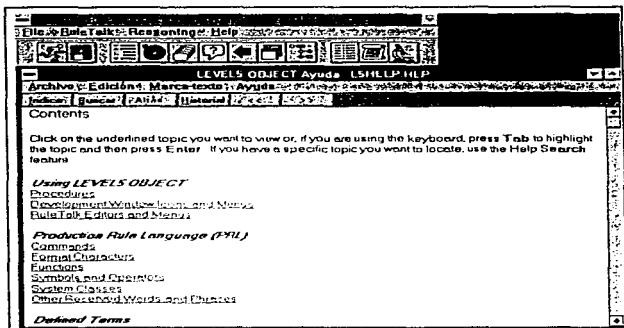
Hechos y reglas de conocimiento corresponde de manera muy cercana a la manera como el hombre razona respecto al mundo. Por ello, los expertos normalmente estructuran su conocimiento, organizan la información en categorías y la jerarquizan.

Las jerarquías son utilizadas para representar y organizar el conocimiento en términos de conceptos relacionados. La ventaja que presentan, es la disponibilidad para organizar conceptos y expresar conocimientos de una manera más compacta. Cualquier cosa válida para un nivel superior, es generalmente asumida como válida también para todos sus descendientes. Esto elimina la necesidad de repetir la información que es compartida a lo largo de las clases relacionadas con un concepto.

Hechos, reglas y jerarquías de conocimiento son utilizados tanto para resolver problemas sencillos como complejos, la única dificultad radica en la habilidad para mantener el conocimiento de una manera modular y manejable. Además es necesario asegurarse, cada que se describe un nuevo concepto, de que este no interfiera o contradiga con cualquiera de los previamente descritos.

Estas estructuras de conocimiento que conforman la base del razonamiento empleado en Inteligencia Artificial garantizan generar resultados correctos, siempre y cuando el conocimiento a utilizar sea verídico y determinante, ya que de lo contrario se llegará a conclusiones falsas.

El Shell Level 5 Object (en adelante sólo se mencionará como Level 5 Object) puede almacenar conocimiento en una gran variedad de formas, ya sea por medio de reglas, texto, imágenes, voz, sonido, vídeo y animación. Estrictamente hablando, estos recursos almacenados por sí solos no representan conocimiento sino que deben existir reglas que los ligen para producir conocimiento. Level 5 Object emplea un *Lenguaje de Producción de Reglas (Production Rule Language PRL)* para representar conocimiento.



El PRL es un lenguaje llamado de alto nivel, está diseñado para ser simple de aprender y leer, y tiene una sintaxis muy parecida a la utilizada por el idioma inglés natural. Todos los elementos que son creados a través de los editores interactivos del Level 5 Object, pueden ser expresados en términos del lenguaje PRL. Todas las reglas PRL empiezan con la palabra reservada RULE, seguida por un título. Las letras en mayúsculas como RULE, IF y THEN son palabras reservadas que señalan a Level 5 Object que ciertos tipos de información están siendo representados. Como se explicó en el ejemplo anterior (estructuras del conocimiento) este tipo de representación del conocimiento es muy parecido a una representación formal del lenguaje natural. Del mismo modo se utilizan palabras reservadas como IF-THEN, BEGIN-END, AND, OR, ETC, que son propias de la versión en inglés del Level 5 Object.

Los métodos utilizados en la representación del conocimiento de TUTEXP consistieron concretamente de la *Redes Semánticas*, *Reglas de Producción* y *Frames*. Las *Redes Semánticas*, como ya se explicó, está compuesta de nodos y ligas. Las redes semánticas son básicamente una representación gráfica del conocimiento que muestra relaciones jerárquicas entre objetos. Los

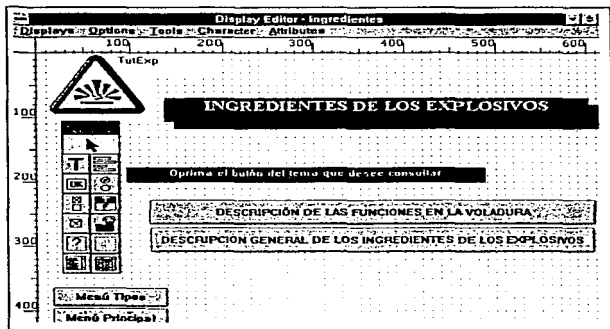
objetos pueden ser cualquier cosa tales como libros, coche, casa, o aún personas. Los nodos también pueden ser conceptos, eventos o acciones. Los atributos de un objeto también pueden ser usados como nodos. Estos podrían representar tamaño, color, clase, origen u otras características. De esta forma, información detallada acerca de objetos puede ser representada. Los nodos en una red semántica pueden estar también interconectados a través de ligas o arcos. Estos arcos muestran las relaciones entre varios objetos y sus factores descriptivos. Las *Reglas de Producción*, vista con mayor detenimiento en el capítulo 1, tiene la ventaja de involucrar una sintaxis simple y son flexibles y fáciles de entender, pero sobre todo mejoran la facilidad de explicación. Un *Frame* (marco) es una estructura de datos que incluye todo el conocimiento acerca de un objeto en particular y es organizado en una estructura jerárquica especial. Estos marcos son básicamente una aplicación de *programación orientada a objetos* para I.A. y S.E. Los frames están constituidos por cuatro elementos:

- Nombre del objeto
- El padre del objeto, que es otro frame cuyo dominio contiene a este último.
- Las cualidades del objeto con sus respectivos valores específicos, los cuales heredan a sus especies lógicas o descendientes (hijos).
- Condiciones o llaves para acceder a la información del objeto y codificarla, si así se desea.

Los frames, dada la estructura de TUTEXP, están ligados a hiperregiones e hipertextos por medio del *pushbottom* que sirve como conexión a otros subtemas, gráficas estáticas, tablas, etc. Algunos hipertextos e hiperregiones son visualizados en Level 5 Object por medio de *displays*.

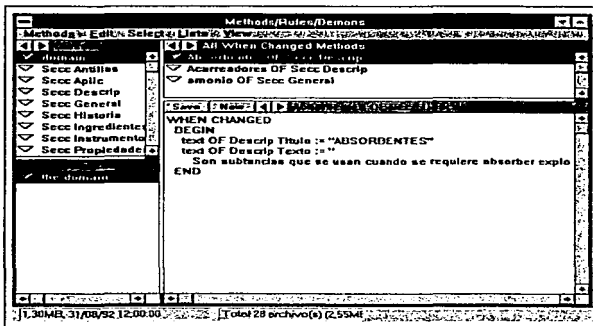
El *Display Editor* construye la interfaz con el usuario, ya sea para que este responda preguntas, consulte información experta y/o atienda o lea una recomendación.

El despliegue de información, como se mencionó, se hace por medio de pantallas que tienen por un lado, botones que activa el mouse con un "click", y por otro, una serie de displays con botones, gráficas e hiperregiones que enlazan los diversos niveles de la estructura del árbol de conocimiento.



Durante el diseño de los S.E. se hace uso constante de la caja de herramientas "Tools" (pantalla anterior). Esta caja sirve para crear etiquetas de texto, botones o mostrar editores de imágenes (picturebox). En general, el uso de Tools sirve de manera ventajosa para crear agradables interfaces gráficas para el usuario, sea en plataforma Apple Macintosh™ o Windows™.

Todos los temas y subtemas del sistema mostrados en los displays utilizan estructuras *pictbtn* que ayudan a deshabilitar o no los botones de acceso dependiendo del subtema que se haya elegido. El *pictbtn* crea un control para desarrollar botones con algún *bitmap* incrustado, los *bitmap* pueden ser imágenes, gráficas o ilustraciones con formato BMP (Bitmap) o formato RLE (u otros) que son importados de los manejadores de imágenes (CoreDRAW, Paintbrush, etc.)



El haber incursionado en la I.A. fue un gran aprendizaje de técnicas, métodos y conceptos. Cada día la publicación de libros especializados en I.A., Sistemas expertos y Programación Orientada a Objetos, va creciendo extendiendo el alcance de sus aplicaciones. Existen también manuales de los diferentes *Shells* que se manejan en el sector de la investigación. Gran parte de esta información está disponible en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes del IIMAS de la UNAM para cualquier persona que esté interesada en las interdisciplinas.

2.7 OPERATIVIDAD DE TUTEXP

Como ya se mencionó, TUTEXP se encuentra clasificado dentro de los Sistemas Tutoriales del tipo CAI (Computer Assisted Instruction), el cual está basado en cuadros pre-definidos donde el conocimiento, a grandes rasgos, ha sido almacenado en bloques de presentación, los cuales son desplegados al estudiante o usuario por la computadora, bajo indicaciones establecidas por el propio sistema.

No es necesaria una capacitación formal para usar TUTEXP. De hecho dentro de los sistemas ya desarrollados este es muy accesible y cuenta con una interfaz clara, amigable y atractiva para el usuario

Los cuadros que contienen el conocimiento se despliegan al usuario bajo condiciones indicadas por el sistema en la misma pantalla.

The screenshot shows a window titled "SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE EXPLOSIVOS". At the top left is a logo with a triangle and a sunburst. Below it is the text "TutExp". To the left is a menu with options: "VER LAS PARTES DE LA TABLA", "VER LAS PARTES DE LA TABLA", "Señale el tema que le interesa y de CLICK", "Pantalla Anterior", "Menú Tipos", and "Menú Principal". To the right is a large box titled "DESCRIPCION GENERAL DE LOS INGREDIENTES DE LOS EXPLOSIVOS" containing a list of explosive components and their descriptions.

	1da. PARTE
Dinitrato	Explosivo base de bajo punto de congelación.
Etileno glicol	Explosivo base. Agente gelatinizante.
Nitrocelulosa	
Gum-Cotton	Explosivo base de bajo punto de congelación.
Tetra nitroglicerina	Explosivo Base
Nitroterc	Explosivo Base
Trinitrotolueno (TNT)	Sensitizador de combustible. Se usa para
Pólvora Metálica	de producir slurry de alta densidad.
Aluminio	Explosivo base deflagrante.
Pólvora Negra	Explosivo base para producir fulminantes y
Centritritrato	cordón detonante.
IPETN	Exp. base para prod. fulminantes y cordón
Azido de Plomo	detonante.
Fulminato de Exp.	base para prod. fulminantes y cordón
Mercuro	detonante.
Nitrato de Amonio	Agente explosivo acarreador de oxígeno.
Oxígeno Líquido	Agente explosivo acarreador de oxígeno.

Es necesario el uso del mouse. Con el cursor posicionado en el botón deseado de la pantalla se oprime la tecla izquierda del mouse. Navegando de esta manera durante toda la sesión.

Debido a que la información está estructurada en un árbol de conocimiento y considerando la diversidad del tipo de usuarios a los que va dirigida, la mayoría de las pantallas presentan los temas opcionales a consultar. De este modo el usuario estudiará y avanzará a su propia voluntad y bajo sus propias necesidades.

Cuando aparece en la pantalla de la computadora una "manita" con el dedo índice apuntando hacia arriba indica que existe una hiperregión o hipertexto, el cual está ligado a más información que el usuario puede consultar.

El sistema TUTEXP al igual que otros paquetes computacionales son almacenados en discos flexibles ordinarios de alta densidad y puede ser instalado en cualquier máquina que tenga las siguientes características en hardware y software:

Hardware:

- Computadora con procesador 386 en adelante
- Mouse
- 4 Mb de memoria principal
- Monitor a color VGA
- Disco duro de 40 Mb

Software:

- Ambiente Windows ver. 3.1 , 3.11 ó 95
- Level 5 Object ver. 2.5
- Sistema Operativo MS- DOS ver. 5.0 en adelante

CAPÍTULO 3

LOS EXPLOSIVOS EN EL MUNDO MODERNO. CASO DE APLICACIÓN AL PROGRAMA "TUTEXP"

3.1 ADVERTENCIA

3.2 INFORMACIÓN CONTENIDA EN "TUTEXP"

- 3.2.1 Historia de los Explosivos.
- 3.2.2 Tipos de Explosivos.
- 3.2.3 Accesorios para Voladuras.
- 3.2.4 Métodos y Técnicas de Detonación.
- 3.2.5 Aplicaciones y Usos de los Explosivos.

3.3 LA MINERÍA Y LA COMPUTACIÓN

- 3.3.1 Estructuras por computadora y realidad virtual en la industria minera.
- 3.3.2 Programación de voladuras por computadora.

3.4 NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LAS VOLADURAS

3.5 RECOMENDACIONES EN EL MANEJO DE EXPLOSIVOS

**CAPITULO 3 LOS EXPLOSIVOS EN EL MUNDO MODERNO.
CASO DE APLICACIÓN AL PROGRAMA TUTEXP.**

3.1 ADVERTENCIA

"DEBIDO A LA PELIGROSIDAD QUE IMPLICA EL USO DE EXPLOSIVOS, POR SEGURIDAD SE RESTRINGE LA CONSULTA DEL PROGRAMA "TUTEXP" A PERSONAL AUTORIZADO.

SI SE HA PENSADO UTILIZAR LA INFORMACIÓN DE DICHO PROGRAMA PARA REALIZAR ALGÚN TIPO DE PRACTICA O CON UNA FINALIDAD INGENIERIL SE DEBERÁ CONSULTAR A LA SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL, LA CUAL SE ENCARGA DE AUTORIZAR EL USO DE EXPLOSIVOS, Y DE LA MISMA FORMA SANCIONA CUANDO NO SE CUMPLEN LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD OBLIGADOS, QUE DEBEN CUBRIR LAS COMPAÑÍAS O INSTITUCIONES QUE HAGAN USO DE ELLOS EN TODAS SUS FUNCIONES, DESCRITOS EN LA LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS.

PARA ACADÉMICOS ES SÓLO DE CONSULTA, COMO PARTE DE SU FORMACIÓN PROFESIONAL. NO SE DEBERÁ REALIZAR NINGÚN TIPO DE PRUEBA MIENTRAS NO SE CONSULTE A UNA AUTORIDAD EN EL TEMA QUE VIGILE EL USO ADECUADO DE ESTA INFORMACIÓN.

ES NECESARIO COMPLEMENTAR Y ACTUALIZAR LA INFORMACIÓN QUE AHORA SE PRESENTA PARA OPTIMIZAR LA FUNCIÓN DESEADA."

EL ART. 37 DEL CAPITULO I DEL TITULO TERCERO DE LA LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS DICE:

"EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LAS ACTIVIDADES Y OPERACIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES QUE REALICEN CON ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS, ARTIFICIOS Y SUBSTANCIAS QUÍMICAS, SERÁ HECHO POR LA SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL.

LOS PERMISOS ESPECÍFICOS QUE SE REQUIERAN EN ESTAS ACTIVIDADES SERÁN OTORGADOS POR LA SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL CON CONOCIMIENTO DE LA SECRETARIA DE GOBERNACIÓN Y SIN PERJUICIO DE LAS ATRIBUCIONES QUE COMPETAN A OTRAS AUTORIDADES".

3.2 INFORMACIÓN CONTENIDA EN TUTEXP

3.2.1 HISTORIA DE LOS EXPLOSIVOS

FECHA	ACONTECIMIENTO
<i>80 A. C.</i>	Se reclama la invención de la pólvora negra, o alguna mezcla muy similar, entre los chinos, griegos y árabes. Su uso fundamental era la producción de fuegos pirotécnicos, cohetes y algunos otros artificios similares.
<i>alrededor 1300 D.C.</i>	Roger Bacon en Inglaterra, empieza a mezclar pólvora negra, pero aparentemente no desarrolló su potencial. En fecha posterior, Berthold Schwarz, en Alemania, es considerado el primero en usar pólvora negra como un propulsor para armas de fuego.
<i>después 1300 1613</i>	Uso y desarrollo de las armas de fuego como material bélico. Martín Welgle, superintendente de minas en las montañas de Hartz, sugiere la barrenación en roca, para cargarla posteriormente con pólvora negra y detonarla, produciendo con ello el fracturamiento de la roca.

1675 Se instala el primer molino de pólvora negra en Milton, colonia del estado de Massachusetts, a seis millas de Boston.

1696 Uso en la construcción de carreteras y caminos en Suiza.

1700 - 1830 El uso de la pólvora negra es ampliamente difundido en la minería en la construcción y en la limpieza de áreas boscosas, pero la tasa de accidentes era muy alta.

1802 Se instala la compañía de explosivos Du Pont en Wilmintogton, Delaware.

DINAMITA

1850 Ascancio Sobero de Italia, descubre la nitroglicerina, que dio origen en muchas formas al desarrollo de los actuales explosivos de alta potencia.

1866 Alfredo Nobel, químico sueco, inventa la dinamita con una base inerte de arenas silíceas. Johan v. Ohlsson y Johan Norrbín también químicos suecos patentaron el 'ammonikrutt', que era un explosivo con una base de nitrato de amonio.

1870 - 1880 Howden en Estados Unidos, inventa una base activa para dinamitas, igual o parecida a la de Nobel.

1908 Se introducen los primeros explosivos permisibles en los Estados Unidos, aplicables a la minería del carbón.
En Europa, también se introducen los primeros compuestos de T.N.T. (trinitrotolueno)

1925 Las primeras dinamitas de bajo punto de congelación son empleadas en trabajos superficiales en los Estados Unidos y Canadá, evitando los problemas de congelación de las sustancias explosivas.

1950's Nitrato de Amonio, combinado con varios combustibles, reemplazó grandes cantidades de dinamita de nitroglicerina. Los Hidrogeles (Water gels) se comercializaron.

1974 La compañía Du Pont anuncia planes para retirarse del negocio de dinamitas en favor de un nuevo explosivo hidrogel: "Tovex".

DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN

1745 El doctor Watson de la Sociedad Real de Inglaterra hizo explotar pólvora negra mediante una chispa eléctrica.

1830 Moses Shaw patentó la iniciación eléctrica de la pólvora negra por medio de una chispa eléctrica a través de fulminato de plata y pólvora.

1831 William de Inglaterra, inventa la primera mecha de seguridad para mineros (cañuela), la cual redujo los accidentes en un 90%.

1864 - 1867 Alfredo Nobel desarrolló un método de iniciar la nitroglicerina y más tarde cápsulas de fulminato de mercurio, el primer detonador comercial.

1870's H. Julius Smith introdujo con éxito los fulminantes eléctricos iniciados con alambre-puente y desarrolló una máquina explosora portátil de tipo generador.

1895 Introducido por H. Julius Smith , los estopines eléctricos de retardo utilizando mecha de seguridad como núcleo de retardo.

1920's Se introducen estopines eléctricos de retardo de desfogue, con núcleo de tiempo interno y de mayor uniformidad.

1930's Aparecen los estopines de retardo sin desfogue.

- 1945** Mc Farland, de la Atlas Co. desarrolla los primeros retardadores de período corto.
- 1948** El uso de máquinas explosoras del tipo de descarga del condensador reemplazan una gran parte de las de tipo de generador, con unidades de poder más seguras y confiables.
- 1950** Se desarrollan conectores de retardo para cordón detonante que proporcionan una demora bastante precisa del cordón detonante.
- 1960** Introducción del cordón detonante de baja energía, el cual condujo al mejoramiento de sistemas de detonación no eléctricos.
- 1976** Se usan los fulminates de retardo no eléctricos, los cuales proporcionan mejoras en la regulación del encendido y reducen los niveles de ruido.
- 1980's** Se desarrolla el Sistema Nonel (Non Electrical Devise), que consiste en iniciadores no eléctricos, aplicables en lugares o minas donde existan corrientes extrañas no controladas (energía estática) que pudieran en un momento dado iniciar un fulminante eléctrico o estopin.

NITRATO DE AMONIO E HIDROGELES

- 1867** Johan Norrbin y Johan V. Ohlsson patentan el uso del nitrato de amonio con varios sensibilizadores y nitroglicerina.
- 1873** Alfredo Nobel patentó el uso de ingredientes sólidos, (ozokerite y parafina), para impermeabilizar la dinamita de nitrato de amonio. En 1879 patentó el uso del nitrato de amonio en las gelatinas.
- 1885** Penniman introduce métodos para recubrir el nitrato de amonio aislándolo con parafina mejorando la resistencia al agua.

- 1835* Du Pont introduce el "Nitramon", primer agente explosivo comercial significativo.
- 1955* El Nitrato de Amonio y mezclas de combustible carbonoso son introducidos en mezclas secas.
Se desarrolla la akremite por Maumes Colliers, explosivo casero consistente en una mezcla de nitrato de amonio y carbón vegetal. Esta sustancia fue desarrollado por Maumes Colliers y tuvo el liderato comercial sobre otras marcas explosivas más baratas y seguras que empleaban nitrato de amonio y diesel.
- 1956* Le Clair de Cleveland, Ohio y Cliffs y Cooley disparan por primera vez una mezcla de nitrato de amonio y diesel, descubriendo el ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil).
Durante el verano de este mismo año el también norteamericano Hawking, comenzó a utilizar comercialmente el ANFO, como agente explosivo.
- 1959* Se desarrollaron las primeras Slurries (lodos) explosivos, con una composición de 65% de nitrato de amonio, 20 % de trinitrotolueno y 15% de Agua.
- 1960 - 1962* Se desarrollaron las slurries de nitrocarbonitrato, inicialmente preparada en plantas, y después montadas en camiones mezcladores para su transporte y cargado directo en los barrenos.
- 1963* La IRECO Chemicals, coloca en operación el primer camión automático para el manejo de gelatinas y slurries.
- 1972* Empieza el desarrollo de las gelatinas de alta energía, (metanol, tovox, nitropropano, glicolmononitrato y el ácido-aminico).

Hoy en día En la tecnología de los explosivos, (gelatinas de alta y baja densidad, hidrogeles, artificios de iniciación, etc) se ha logrado desarrollos tan substanciales que es posible llegar a tener productos verdaderamente especiales para su aplicación en las condiciones específicas de las diferentes operaciones industriales.

3.2.2 TIPOS DE EXPLOSIVOS

Un explosivo es una sustancia o mezcla de sustancias sólidas o líquidas que a través de un estímulo apropiado se descomponen químicamente en un intervalo de tiempo muy corto. Esta reacción química es expansiva, y produce gases y calor capaces de realizar trabajo mecánico.

PROPIEDADES GENERALES

FUERZA O POTENCIA

La *fuerza o potencia* se define como la cantidad de energía contenida en un explosivo, y el trabajo que éste es capaz de realizar. El término potencia ha sido empleado usualmente por los fabricantes de explosivos para describir los diferentes grados de explosivos en el mercado. La clasificación comercial de la fuerza de un explosivo es la siguiente:

Fuerza en peso: Compara al explosivo en base a su peso.

Fuerza en cartucho o a granel: Compara al explosivo en base a su volumen.

La fuerza o potencia, son comúnmente expresados en porcentajes, tomando a la dinamitas nitroglicerinadas puras como estándar de comparación para ambos sistemas.

DENSIDAD

La *densidad* determina la cantidad necesaria y suficiente de explosivo que se debe alojar en un barreno; medida ésta en gr/cc. Existen tablas que determinan aproximadamente cuantos kilogramos de explosivos se cargarán por metro lineal de barreno. Relaciona la densidad del

explosivo (gr/cc) y el diámetro del barreno (cm o pulgada) con los kilogramos de explosivo por metro cargado de barreno.

VELOCIDAD DE DETONACIÓN

La *velocidad de detonación* de un explosivo es la velocidad, en pies por segundo o metros por segundo, a la cual viaja la onda de detonación a través de una columna de explosivo. La velocidad de detonación se puede clasificar en:

Confinada: Dentro de un barreno o espacio confinado

No confinada: En espacios abiertos

La velocidad de detonación depende de:

- Densidad
- Grado de confinamiento
- Tipo de producto
- Temperatura
- Diámetro
- Grado de compactación
- Tamaño de la partícula

SENSIBILIDAD

La *sensibilidad* es la medida de la facilidad de iniciación de un explosivo. Medidas de sensibilidad son las siguientes:

- Sensibilidad al fulminante.
- Pruebas de caída.
- Pruebas de bala.
- Pruebas de fricción.

RESISTENCIA AL AGUA

La *resistencia al agua* es el número de horas que un explosivo puede hallarse cargado bajo agua estática y aún ser detonado confiablemente. La resistencia al agua de un producto depende de:

- El tipo de empaque,
- Si el agua está ionizada,
- Profundidad a la que estará sometido el explosivo y
- Tiempo de sumersión.

Los explosivos comerciales difieren ampliamente en su habilidad para resistir el efecto de la penetración del agua. Por consiguiente, deben considerarse las características particulares de cada acción de voladura. Las cifras de resistencia al agua, deberán ser empleadas sólomente como guías, ya que las condiciones de campo varían de un lugar a otro.

EMANACIONES

Se les llaman *emanaciones* a los gases que se originan por la detonación de explosivos. Gases como: bióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, estos dos últimos venenosos. Los gases tóxicos no deben ser confundidos con humo, el cual está compuesto principalmente de vapor de agua y de los productos sólidos de combustión. Aun cuando el humo no es tóxico, la exposición excesiva a éste, especialmente el producido por la dinamita, puede causar severos dolores de cabeza y deberá ser evitado. Tanto la naturaleza como la cantidad de gases venenosos varían en los diferentes tipos y clases de explosivos. Los factores que pueden incrementar los gases tóxicos son:

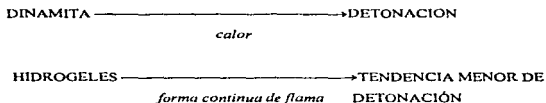
- Fórmula pobre o inadecuada del producto,
- Cebado inadecuado,
- Baja resistencia al agua,
- Falta de confinamiento,
- Reacción incompleta del producto,
- Reacción química del producto con la roca.

INFLAMABILIDAD

*La inflamabilidad*¹ se refiere a la facilidad con la cual un explosivo o agente de voladura puede ser iniciado mediante calor. Por ejemplo la mayoría de las dinamitas se incendian con facilidad

¹ La Real Academia Española define INFLAMACIÓN como la acción de inflamarse una sustancia combustible. El término "Inamabilidad" no existe en los diccionarios de la lengua española.

y se consumen violentamente, sin embargo existen explosivos que requieren que se les aplique una flama exterior en forma directa y continua para que logren incendiarse. De manera ilustrativa se muestra la siguiente gráfica:



PRESIÓN DE DETONACIÓN

La *presión de detonación* está es considerada como la presión en la zona de choque adelante de la zona de reacción, usualmente en kilobares². Esta se produce en cuestión de segundos y es ésta la que fragmenta o desplaza las partículas de la zona aledaña. Esta presión está en función de la densidad, velocidad de detonación y velocidad de partícula del explosivo. La presión de detonación puede ser calculada, en forma aproximada, con la siguiente fórmula:

$$P = 2.5 \rho D^2 \times 10E - 6$$

Donde: P = presión de detonación (kilobars)

ρ = densidad en (gr/cc)

D = velocidad (m/s)

Esta presión está relacionada con el nivel de esfuerzo en el material que va a ser volado, lo cual es un factor importante en la fragmentación. Lo es también en el cebado, para una iniciación efectiva y confiable. Sin embargo, la presión de detonación no deberá confundirse con la *presión de explosión*, la cual es la presión después de la expansión adiabática que vuelve al volumen original del explosivo.

² Un bar = 0.986923 atm. = 14.5 psia.

INGREDIENTES DE LOS EXPLOSIVOS

CONCEPTOS GENERALES

EXPLOSIVO BASE

Es el constituyente principal en la mezcla de ingredientes explosivos. Consiste de una sustancia sólida o líquida, la cual, bajo la aplicación de una fuente de calor suficientemente intensa, o por el efecto de un golpe o choque, se convierte rápidamente en productos gaseosos acompañados de un desprendimiento de energía y de calor.

COMBUSTIBLES

Son sustancias que se adicionan a un explosivo base, con el objeto de ganar oxígeno en el balance de la reacción (porcentaje de oxígeno requerido para completar la conversión de calor a monóxido o bióxido de carbono e hidrógeno, en el agua).

Una combinación de combustibles con un exceso de oxígeno en una mezcla explosiva, previene la formación de óxidos de nitrógeno, emanaciones que resultan ser sustancias altamente venenosas.

ACARREADORES DE OXIGENO

Un acarreador de oxígeno asegura la oxidación completa del carbón en la mezcla explosiva, con objeto de prevenir la formación de monóxido de carbono. La formación de óxidos de nitrógeno y/o de monóxido de carbono, además de ser indeseables debido a sus emanaciones tóxicas, resultan en una producción pobre de calor durante el proceso de detonación de bióxido de carbono y nitrógeno. Un bajo calor de explosión, significa una reducción en la energía del explosivo durante su trabajo y, consecuentemente, una baja eficiencia durante el proceso de detonación.

ANTIÁCIDOS

Se adicionan a las sustancias explosivas para incrementar su estabilidad durante el periodo de almacenaje.

ABSORBENTES

Son sustancias que se usan cuando se requiere absorber explosivos base en forma líquida (por ejemplo aserrín, algodón, tierras inertes, etc.), con el objeto de hacerlos más estables para su manejo.

ANTICONGELANTES

Para algunos tipos de explosivos cuyos destinos de operación son regiones árticas o extremadamente frías, estos componentes se adicionan para evitar el congelamiento de los compuestos explosivos activos durante el almacenaje y operación, cuya consecuencia se traduciría en la no iniciación y degradación del producto.

INGREDIENTES DE LOS EXPLOSIVOS	
EXPLOSIVO	FUNCIÓN
Dinitrato Etilenoglicol	Explosivo base de bajo punto de congelación.
Nitrocelulosa (Gun-Cotton)	Explosivo base. Agente gelatinizante.
Trinitrotolueno (TNT)	Explosivo base.
Tetranitrodiglicerina	Explosivo base de bajo punto de congelación.
Nitrostarch	Explosivo base.
Polvo Metálico de Aluminio	Sensitizador de combustible. Explosivo base para producir slurry de alta densidad.
Nitrato de Sodio	Acarreador de oxígeno y reductor del punto de congelación.
Pólvora Negra	Explosivo base deflagrante para producir fulminantes y cañuela.
Pentaeritritetranitrato (PETN)	Explosivo base para producir fulminantes y cordón detonante.
Azide de Plomo	Explosivo base para producir fulminantes.
Fulminato de Mercurio	Explosivo base para producir fulminantes.
Nitrato de Amonio	Agente explosivo acarreador de oxígeno.

Oxígeno Líquido	Acarreador de oxígeno.
Nitrato de Potasio	Acarreador de Oxígeno.
Carbón Vegetal	Combustible.
Carbón Mineral	Combustible.
Parafina	Combustible.
Azufre	Combustible.
Diesel	Combustible.
Pulpa de Madera	Combustible y absorbente.
Kieselgur	Absorbente.
Gis	Antiácido y absorbente.
Carbonato de Calcio	Antiácido.
Oxido de Zinc	Antiácido.
Cloruro de Sodio	Depresor de flama para explosivos permisibles.

EXPLOSIVOS DE USO COMÚN O DE USO COMERCIAL.

El crecimiento en el uso de explosivos ha dado como resultado el desarrollo de diversos tipos con propiedades físicas para un uso específico en los diferentes sectores industriales.

NITROGLICERINA

PREPARACIÓN: La nitroglicerina usualmente se nitrata a 25 grados centígrados o menos, agregándola muy despacio, a una mezcla de ácido nítrico, ácido sulfúrico y agua; por ejemplo, en una proporción de: 40 / 59.5 / 0.5 (nítrico/ sulfúrico/ agua). La nitroglicerina es el explosivo más peligroso en grandes cantidades debido a su inestabilidad.

NEUTRALIZACIÓN QUÍMICA: La nitroglicerina se puede descomponer químicamente, adicionándolas muy lentamente a una solución (equivalente a 10 veces su peso) de sulfuro de sodio al 18%. Con la reacción se libera calor, eliminándose el peligro si se mantiene una

agitación constante durante la incorporación de la nitroglicerina, y se continua hasta que se acomplete la operación.

TOXICIDAD: Altamente venenosa si se ingiere. El contacto con la piel, o la inhalación de sus vapores, puede resultar en fuertes dolores de cabeza debido a la dilatación de los vasos sanguíneos. Esta particularidad hace que, medicinalmente preparada, sea recetada por los médicos cardiólogos a las personas que padecen de insuficiencia coronaria.

USO INDUSTRIAL: Es el explosivo más común de todos aquellos que se emplean en la industria.

USO MILITAR: Como ingrediente propelante en la fabricación de todo tipo de municiones.

TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN: 120 °F ó 48.88 °C.

TRINITRITOLUENO (TNT)

PREPARACIÓN: El TNT se prepara mezclando 294 gr de ácido sulfúrico y 145 gr de ácido nítrico a 30-40 grados centígrados con una buena agitación. Después, se disuelve en 109 gr de ácido sulfúrico calentando a 50 grados centígrados, y en una mezcla de 54.5% de ácido nítrico y 45.5% de ácido sulfúrico bajo agitación. La mezcla así formada, deberá mantenerse en agitación por espacio de 2 horas, después de las cuales, se enfriará, se filtrará y se lavará con agua.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: La cantidad de TNT que se desea descomponer, deberá se agregada muy lentamente mientras se agita, a una solución (equivalente a 30 veces su peso) que se prepara disolviendo una parte de sulfuro de sodio en 6 partes de agua.

TOXICIDAD: Concentraciones de TNT arriba de 1.5 mg/cc resultan tóxicas, provocando vómito, dermatitis, pérdidas de apetito y diarrea. El TNT puede tener también efectos nocivos sobre el hígado.

USO INDUSTRIAL: Como explosivo base.

USO MILITAR: Cargas de demolición, cargas de profundidad (para ataques contra submarinos), granadas y torpedos. El TNT es considerado como el mas importante de los explosivos para usos militares.

PÓLVORA NEGRA

PREPARACIÓN: La fórmula original era una mezcla de nitrato de sodio o de nitrato de potasio (salitre), azufre y carbón vegetal. La composición puede variar, pero esencialmente el porcentaje puede ser del orden de: azufre 10%, carbón 15% y salitre 75%.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: La pólvora negra podrá ser desensibilizada, lavándola con agua para disolver el nitrato de potasio. Los productos del lavado deberán ser desechados por separado, debido a que los residuos de azufre y carbón son combustibles, aunque no explosivos por sí solos.

TOXICIDAD: Cuando la pólvora negra explota, produce cantidades considerables de humo y algunos gases, entre los cuales algunos son tóxicos, como el monóxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno.

USO INDUSTRIAL: Explosivo base, deflagrante para la preparación de cañuelas. Acarreadores de flama. Usos pirotécnicos, etc.

USO MILITAR: Iniciador de cargas explosivas como acarreador de flama.

PENTAERITRITETRANITRATO (PETN o PENTRITA)

PREPARACIÓN: Para esta preparación, se deben disolver 1940 gr de formaldeído y 600 gr de acetildeído, en 90 litros de agua que contenga 1600 gr de cal apagada. La reacción se *acompleta* en aproximadamente 3 semanas, agitando varias veces al día.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: El PETN se descompone químicamente, disolviendo en acetona (aproximadamente 8 veces su peso), para después quemar esta solución en un recipiente de poco fondo.

TOXICIDAD: Muy tóxico, puede causar convulsiones o bajar la presión sanguínea.

USO INDUSTRIAL: Explosivo base para la fabricación de cordones detonantes, y estopines.

USO MILITARES: Empleado en la fabricación de proyectiles de pequeño calibre.

FULMINATO DE MERCURIO

PREPARACIÓN: Cinco gramos de Mercurio, se disuelven en 25 cc de ácido nítrico sin agitación, para después vaciar esta solución en 50 cc de alcohol etílico de 90 grados Gay Lussac.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: Para poder descomponer el fulminato de mercurio, se debe vaciar agitando, una cantidad equivalente a cuando menos 10 veces su peso, en una solución al 20% de tiosulfato de sodio.

TOXICIDAD: Extremadamente venenoso si se inhala o permanece en contacto directo con la piel, en cantidades mayores de 0.1 mg/m cúbico. Puede causar calvicie, ceguera, deterioro cerebral, y en caso extremo, después de un cierto período de tiempo, la muerte.

USO INDUSTRIAL: Detonadores, estopines y como compuesto primario para iniciadores.

NOTA: Debido a su alta toxicidad, su empleo se encuentra casi eliminado de la industria de los explosivos.

ÁCIDO PÍCRICO

PREPARACIÓN: Para la preparación de esta sustancia explosiva, se emplea fenol y ácido sulfúrico, para formar una mezcla de ácido fenosulfúrico, el cual posteriormente deberá ser nitrado.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: El ácido pícrico se descompone disolviendo 30 veces su peso, en una solución preparada con una parte de sulfuro de sodio en 6 partes de agua.

TOXICIDAD: Los cristales de este ácido, pueden causar manchas color óxido en la piel y producir vapores irritantes.

USO INDUSTRIAL: Explosivo base para sustancias explosivas de alta densidad.

USO MILITAR: Antigüamente, como relleno de proyectiles. Actualmente, se usa como una mezcla explosiva adicional.

OXÍGENO LÍQUIDO EXPLOSIVO

PREPARACIÓN: El oxígeno líquido explosivo consiste de un cartucho de "negro de humo", carbón vegetal o mineral, sumergido dentro del oxígeno líquido justo antes de ser cargado.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: Por evaporación lenta del oxígeno.

TOXICIDAD: El oxígeno líquido no debe ser empleado en minas subterráneas o en lugares con poca ventilación, debido al alto contenido de monóxido de carbono contenido en la emanaciones producto de la detonación.

USO INDUSTRIAL: Acarreador de oxígeno en la formulación de explosivos. Empleado en canteras y tajos abiertos como rompedor de rocas.

AZIDE DE PLOMO

PREPARACIÓN: El azide de plomo se precipita en una solución a 160 grados Fahrenheit, usando 60 partes de nitrato de plomo y 50 partes de azide de sodio en solución.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: Se disuelve en una solución al 10% de acetato de amonio y se agrega una solución al 10% de dicromato de sodio o de potasio, hasta que ya no precipite más el cromato de plomo.

USO INDUSTRIAL: Explosivo base usado en la manufactura de estopines.

USO MILITAR: Agente iniciador de estopines en municiones militares y compuestos para cebado.

CICLONITA

PREPARACIÓN: 40 partes de hexametilentetramina, se tratan con 30-50% de ácido nítrico y se pone a secar. Después, esta mezcla se disuelve en 240 partes de anhídrido acético y ácido de nitrato de amonio.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: La ciclonita se desactiva, agregándola muy lentamente a 25 veces su peso de hidróxido de sodio hervido, al 5%; dejando hervir por espacio de 1.5 horas.

TOXICIDAD: La inhalación de la ciclonita, puede causar desvanecimientos y convulsiones de tipo epiléptico. Deberá evitarse el contacto con la piel y los ojos.

USO MILITAR: Este explosivo se desarrolló con fines militares durante la segunda guerra mundial. Se emplea fundamentalmente como detonador de cargas de base para proyectiles, como explosivo para bombas, y como ingrediente para la manufactura de explosivos plásticos.

NITRATO DE AMONIO Y DIESEL (ANFO)

PREPARACIÓN: El nitrato de amonio se prepara mediante la neutralización de una solución acuosa de amoníaco con ácido nítrico y la evaporación de la solución. El producto, el cual resulta muy puro, deberá ser secado en un horno tipo trommel, con una rejilla perforada para producir los gránulos comerciales. El ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil), se produce mediante la adición de 5.5% de diesel a las perlas de nitrato de amonio, para formar una masa pegajosa de gránulos blancos con una penetrante olor característico a diesel.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: El ANFO se descompone con álcalis fuertes por medio de la liberación de amoníaco. Normalmente se emplea ácido sulfúrico para formar sulfato de amonio y ácido nítrico.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

TOXICIDAD: El ANFO resulta casi inocuo al contacto con la piel; tampoco produce vapores tóxicos durante su manejo previo al cargado y detonación. Ingerido puede producir trastornos estomacales e irritación del aparato digestivo.

USO INDUSTRIAL: Como carga detonante de columna, como agente explosivo y como fertilizante.

USO MILITAR: Se emplea en la fabricación de bombas y proyectiles de gran calibre.

GLICOL - DINITRATO (GDN)

PREPARACIÓN: El glicol- dinitrato puede ser preparado por medio de la nitratación del glicol - etileno, con ácido nítrico mezclado en el mismo aparato que se usa para la preparación de la nitroglicerina. El glicol se prepara por medio de la síntesis del etileno clorohidrógeno.

USO INDUSTRIAL: Ingrediente anticongelante para las dinamitas.

NITROCELULOSA (GUN-COTTON)

PREPARACIÓN: La nitrocelulosa se prepara con las pelusas y sobrantes del segundo corte del algodón, con un contenido de humedad menor al 0.5%; se nitratan por inmersión en una mezcla de ácido en las siguientes condiciones:

Relación de la mezcla ácida a algodón: 55 a 1

Composición aproximada de la mezcla ácida:

H₂SO₄.....68%

HNO₃.....22%,

H₂O.....10%

Temperatura del ácido al empezar: 34 °C.

Tiempo de nitratación: 24 minutos.

DESCOMPOSICIÓN QUÍMICA: La nitrocelulosa se puede degradar, incorporándola sin dejar de agitar, a 5 veces su peso de una solución al 10% de hidróxido de sodio calentada a 70

grados Celsius. La agitación deberá continuar por espacio de 15 minutos más después de que haya sido adicionada la nitrocelulosa.

USO INDUSTRIAL: Explosivo base y agente gelatinizador.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EXPLOSIVOS MÁS COMUNES				
NOMBRE	DENSIDAD (g/cc)	VELOCIDAD DETONACIÓN (m/seg)	TEMPERATURA DETONACIÓN (°C)	TEXTURA Y COLOR
Nitroglicerina	1.60	7700	222	Líquido amarillo aceitoso transpa.
Trinitrotolueno	1.65	6825	570	Cristales amarillos.
Pólvora Negra	Varia	400	510	Grano negro.
Pentaeritritetrani- trato	1.77	8300	272	Polvo blanco.
Fulminato de mercurio	4.43	5000	210	Sustancia gris, líquida y oscura.
Acido Pírico	1.76	7350	322	Sustancia amarilla.
Oxígeno Líquido Explosivo	0.80	4700	0	Sustancia líquida y oscura.
Azide de Plom	4.80	5180	275	Grano cristalino.
Ciclonita	1.84	8186	405	Cristal Blanco.
Nitrato Amonio y Diesel	1.73	2500	325	Masa Pegajosa con perlas blancas.
Glicoldinitrato	1.48	2050-7300	---	Líquido amarillo.
Nitrocelulosa	1.70	7300	230	Masa plástica pegajosa.

3.2.3 ACCESORIOS PARA VOLADURAS

DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN

Los dispositivos de iniciación son los productos empleados para cebar cargas explosivas, suministrar o transmitir una llama que inicie la explosión, llevar una onda detonadora de un punto a otro o de una carga explosiva a otra, y los dispositivos necesarios para probar las conexiones y disparar los explosivos para poder llevar a cabo una voladura.

MECHA DE SEGURIDAD O CAÑUELA

La mecha de seguridad es el medio a través del cual es transmitida la flama a una velocidad continua y uniforme, para hacer estallar al fulminante y esta a su vez, una carga explosiva. Está formada por un núcleo de pólvora negra, cubierto por varias capas de materiales textiles, plásticos e impermeabilizantes los cuales le proporcionan protección contra la abrasión, el mal trato y la contaminación por humedad.

Cuando se inicia la mecha, emerge de ella un flamazo inicial, el cual comprueba al usuario que el núcleo de pólvora ha sido encendido y que la mecha está ardiendo. La velocidad de combustión de una mecha generalmente es de 128 a 135 segundos por metro, sin embargo se fabrican mechas de diferentes velocidades de combustión. Es conveniente medir con exactitud el tiempo de combustión, tomando dos muestras de 1 m de cada rollo (una de cada punta) de mecha y encenderla para registrar el tiempo antes de usarla en la mina.

IGNITACORD

El ignitacord es un cordón incendiario de ignición rápida que arde a una velocidad uniforme con una vigorosa flama exterior. Tiene un diámetro muy pequeño, 1.5 milímetros, y consiste de un núcleo de termita en polvo (mezcla que produce elevadas temperaturas)

Este producto permite encender una serie de mechas de seguridad (cañuelas) en un orden determinado, proporcionando a la persona que inicie el encendido el mismo tiempo para

colocarse en un lugar seguro que tendría si estuviera encendiendo una sola mecha. Para unir las mechas con el ignitacord se usan conectores especiales.

Existen en el mercado diferentes tipos de ignitacord de acuerdo a su velocidad de combustión nominal e identificables por su color.

CORDÓN DETONANTE

El cordón detonante se puede describir como una cuerda flexible, formada por varias capas protectoras y un núcleo del explosivo conocido como pentrita que es muy difícil de encender pero tiene la sensibilidad suficiente para iniciar la explosión con detonadores (fulminantes o estopines), o por medio de la energía detonadora de algún explosivo de alta potencia.

El cordón detonante se usa para disparar barrenos múltiples de gran diámetro en superficie, ya sea verticales u horizontales. El número de barrenos que pueden dispararse en esta forma es muy grande. Su velocidad de detonación es de 6700 m/s. La fuerza con que estalla es suficiente para hacer detonar explosivos violentos continuos dentro de un barreno, de modo que, si se coloca en el barreno, actúa como agente iniciador a lo largo de la carga explosiva.

La función del cordón detonante, cuando se coloca en el barreno, es iniciar la columna de explosivo. Los cordones detonantes deben ser considerados como explosivos de alta intensidad, y no sólo como simples iniciadores, razón por la cual deben ser manejados y almacenados en polvorines destinados a los altos explosivos.

DETONADORES

DETONADORES NO ELÉCTRICOS

Son dispositivos que sirven para disparar una carga explosiva. A los detonadores no eléctricos se les clasifica como fulminantes o cápsulas detonadoras. Estos son casquillos metálicos cerrados en un extremo en el cual contienen una carga explosiva de gran sensibilidad, por ejemplo fulminato de mercurio.

Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha de seguridad. Su empleo en la construcción generalmente está limitado a pequeñas voladuras o moneo (volver a fracturar rocas que en la primera voladura resultaron de tamaño mayor que el especificado).

DETONADORES ELÉCTRICOS

Los detonadores son dispositivos que sirven para disparar una carga explosiva. Fueron diseñados para detonar en un período de tiempo pre-determinado, después de que la energía eléctrica fue aplicada al sistema de encendido. A los detonadores eléctricos se les clasifica como Estopines Eléctricos y estos a su vez en instantáneos o de retardo.

Los estopines eléctricos son fulminantes elaborados de tal manera que pueden hacerse detonar con corriente eléctrica. Con ellos, pueden iniciarse, y se puede controlar con precisión el momento de la explosión, lo que no sucede con los fulminantes por la variación de la velocidad de combustión de la mecha.

Un estopín eléctrico está formado por un casco metálico cilíndrico que contiene varias cargas de explosivos. La energía eléctrica es llevada hacia el estopín mediante alambres de metal con aislamiento de plástico, los cuales se introducen al estopín a través de un tapón de hule o plástico.

Los estopines que tienen más alta potencia son los que tienen mayor cantidad de carga detonante.

ESTOPINES ELÉCTRICOS INSTANTÁNEOS

Los estopines eléctricos instantáneos tienen una carga de ignición, una carga primaria y una carga detonante. Su casquillo es de aluminio y tienen dos alambres de cobre calibre 20 ó 22, generalmente uno rojo y el otro amarillo. Estos dos colores distintos son de gran ayuda al hacer las conexiones.

ESTOPINES ELÉCTRICOS DE RETARDO

Los estopines eléctricos de retardo, también llamados de tiempo, son similares a los instantáneos, con la diferencia que tienen colocados entre el filamento y la carga de detonación un elemento de retardo el cual contiene pólvora lenta.

Estos estopines tienen una etiqueta de color que muestra el número del período de retardo y que sirve para su identificación. El disparo con estopines de retardo tiene por objeto mejorar la fragmentación y el desplazamiento de la roca, así como proporcionar mayor control de vibraciones, ruido y proyecciones. Si se usan adecuadamente pueden reducir los costos.

ELÉCTRICOS DE RETARDO MS

Los estopines de retardo MS son los más ampliamente usados en canteras, trabajos a cielo abierto y proyectos de construcción. Se pueden obtener en diez períodos, cuyos números indican el tiempo en milésimas de segundo que tarda en producirse un disparo.

ELÉCTRICOS DE RETARDO MARK V

Los estopines de retardo Mark V se utilizan principalmente en trabajos subterráneos como túneles, galerías, pozos, etc. Se fabrican en diez períodos regulares de retardo.

CORRUGADORAS

CORRUGADORAS O ENGARGOLADORAS PARA FULMINANTES

Son herramientas para hacer hendiduras a los casquillos del fulminante cerca del extremo de éste, logrando una unión firme e impermeable entre la mecha y el fulminante. Existen dos tipos de corrugadoras: las pinzas corrugadoras y las máquinas corrugadoras. La compra de la máquina corrugadora sólo se justifica para operaciones donde diariamente se fijan una gran cantidad de fulminantes o donde hay puestos centrales para hacer este trabajo.

MAQUINAS EXPLOSORAS

MAQUINAS EXPLOSORAS DE GENERADOR

Las máquinas explosoras suministran la corriente necesaria para disparar los estopines eléctricos. Las explosoras de generador han sido las convencionales durante muchos años. Se basan en un generador modificado que suministra una corriente directa pulsativa. Son de dos tipos: de giro o vuelta y de cremallera. Están diseñadas de tal manera que no producen corriente alguna hasta que el giro o el desplazamiento hacia abajo de la cremallera lleguen al final de su

recorrido; instante en que la corriente es liberada hacia las líneas de disparo en magnitud muy cercana a su máximo amperaje y voltaje.

MÁQUINA EXPLOSORA DE DESCARGA DE CONDENSADOR

Estas máquinas utilizan pilas secas para un banco de condensadores que alimentan una corriente directa y de duración corta, a los dispositivos de disparo eléctrico. Estas explosoras se consideran como las máquinas más eficientes y confiables para el encendido en voladuras. Sus principales características son:

- Poseen una capacidad de detonación de estopines extremadamente alta.
- Proporcionan gran seguridad, ya que no disparan hasta alcanzar su voltaje de diseño, el cual es señalado por la luz del foco piloto.
- Los botones de carga y disparo así como los condensadores quedan en "corto circuito" hasta que se necesiten.
- La ausencia de partes de movimiento y la eliminación del factor humano que interviene en las explosoras mecánicas, las hace muy seguras.

MAQUINAS EXPLOSORAS SECUENCIALES

Son máquinas explosoras de descarga de condensador capaces de dar energía a múltiples circuitos de voladura en una secuencia de tiempo programada. La distribución de tiempos proporciona un mayor número de retardo de los que se pueden tener con estopines de tiempo disparados con máquinas explosoras convencionales.

Estas máquinas permiten aumentar el tamaño total del disparo sin incrementar los efectos de ruido y vibraciones, así como mejorar la fragmentación y el control de proyecciones de roca.

INSTRUMENTOS DE PRUEBA

Los instrumentos de prueba son aquellos diseñados para medir las características eléctricas de los circuitos de voladura, así como del área circundante para asegurar que la operación sea eficiente y segura. Estos aparatos, además de ahorrar tiempo permiten incrementar grandemente la seguridad de cualquier operación de voladura, reduciendo la posibilidad de disparos quedados o de detonación accidental.

GALVANÓMETRO

El galvanómetro sirve para probar cada uno de los estopines eléctricos y también para determinar si un circuito de voladura está cerrado o no y si está en condiciones para el disparo; además sirve para localizar alambres rotos, conexiones defectuosas y cortos circuitos, así como para medir la resistencia aproximada del circuito. Si se requiere mayor exactitud en los datos obtenidos por el galvanómetro, se puede usar el óhmetro que posee dos escalas de resistencia, una baja (de 0 a 100 ohms) y otra alta (de 0 a 1000 ohms), con lo cual se amplía el alcance de medición de resistencia.

MULTÍMETRO

El multímetro es un aparato diseñado para medir resistencias, voltajes y corrientes en operaciones de voladuras eléctricas. Su sensibilidad es muy alta, por lo que tiene un amplio alcance en sus mediciones. Sus principales usos son:

- Examinar los sitios de voladura para localizar corrientes extrañas.
- Analizar las resistencias de los circuitos.
- Ejecutar pruebas de resistencia en la determinación de riesgos por electricidad estática..
- Probar líneas de conducción.
- Probar la continuidad y la resistencia de estopines y circuitos eléctricos.
- Medir voltajes.
- Como galvanómetros.

REÓSTATO

El reóstato se utiliza para probar la eficiencia de una máquina explosora de tipo generador. Está formada por una serie de bobinas de resistencia variable, cada resistencia tiene una placa que indica su valor en ohms y su número equivalente de estopines eléctricos.

Para usar el reóstato, primeramente se conectan dos o cuatro estopines en serie con las resistencia del condensador de manera que la resistencia total se ajuste a la que tendría el número total de estopines para los que la máquina fue diseñada para disparar, en seguida se

conecta el circuito a la máquina explosora y se dispara, si detonan los estopines puede concluirse que la explosora está en condiciones adecuadas para la operación de voladuras.

Al hacer la prueba el usuario debe tener precaución en el manejo de los estopines, por una explosión accidental.

MALLAS O REDES

Las mallas pueden ser de alambre o alambazón y se utilizan para cubrir la voladura antes de efectuar el disparo, para captar los fragmentos de roca procedente de la voladura e impedir que vuelen al aire con grandes proyecciones. Debe tenerse cuidado al colocar las mallas, porque pueden hacerse cortos circuitos si hay conexiones descubiertas del circuito de disparo que estén en contacto con la malla.

3.2.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE DETONACIÓN

OBJETIVOS DE LA VOLADURA

Los principales objetivos que se deben tener en cuenta de una voladura son:

- ◊ La roca fragmentada deberá tener la fragmentación deseada. El diámetro de la partícula obtenida producto de la voladura está limitado por factores tales como la clase y tamaño del equipo de excavación y acarreo, abertura de alimentación de la trituradora primaria o por el uso que se va a destinar al material.
- ◊ Consumo mínimo de explosivo para fracturar la roca. Se observará el costo de explosivo por metro cúbico de roca volada y la cantidad mínima de explosivos en kilogramos, usados en el barrenos para obtener la fragmentación deseada.
- ◊ Mínima barrenación posible. Se procurará diseñar una barrenación adecuada y perfectamente distribuida para obtener buenos resultados en la voladura.

◊ Mínimas proyecciones de la roca. Al realizar la voladura es conveniente que los lanzamientos del material, efecto de la explosión, sean mínimos ya que pueden ocasionar daños y además son reflejo del uso inútil de la energía del explosivo.

◊ Fracturación mínima de la roca no volada ("pateo"). Se debe evitar las fracturaciones de roca atrás de la línea de corte del proyecto de voladura.

Cuando un explosivo se usa apropiadamente, consume la mayor parte de su energía en fracturar o mover la roca o material evitando los trabazones entre sus fragmentos. Sin embargo, el resto de la energía se consume inútilmente, proyectando material, lo cual es muy peligroso. El control de la energía se puede llevar a cabo mediante control del diámetro de los agujeros de perforación (plantillas de barrenación), las separaciones entre los mismos y por el tipo de explosivo seleccionado.

CUÑAS BÁSICAS

Las "cuñas" y plantillas de barrenación son fundamentales en todas las voladuras con explosivos, tanto en trabajos de preparación como en trabajos de explotación, ya que este tipo de obra sólo tienen una cara expuesta que representa la cara o frente de ataque.

El primer paso y el más difícil para avanzar cualquier obra subterránea será el de producir un hueco en el terreno sólido, con una profundidad tal que resulte práctico el avance total de la sección de obra, en un sólo disparo múltiple. La abertura de alivio o hueco central así producido, se denominará "CUÑA".

Las técnicas de barrenación y voladura que exitosamente llevan las barrenaciones a su profundidad de barrenación han evolucionado a través de los años. Existen tres tipos básicos de cuñas: quemada, en ángulo, y mecánica.

Cada tipo de cuña tiene muchas variaciones en sus diseños para hacerlas adaptables a una formación en particular. La función principal de la cuña permanece siendo la misma sin importar el tipo que se use o sus variaciones. Para tener éxito debe romper la roca o el material y moverlo hacia el frente, o en la dirección deseada, esto crea un hueco que proporciona alivio

adicional a los barrenos restantes que serán disparados posteriormente en una secuencia predeterminada.

CUÑA QUEMADA

Consiste de un grupo de barrenos perforados cercanos uno a otro, paralelos a la dirección de avance y perpendiculares a la cara existente o cara de ataque.

Son disparados en el centro de la cara o cerca de esta para producir una abertura aproximadamente cilíndrica a toda la profundidad de la barrenación. Es importante que los barrenos de la cuña quemada se perforen en forma exacta y paralelos entre sí. La localización inadecuada de los barrenos de la cuña quemada puede dar como resultado "chocolones o barrenos" quedados y consecuentemente un pobre avance de la obra.

Los barrenos que rodean el área de la cuña y que constituyen el resto de la plantilla, tienen una secuencia de disparo pre-determinada posterior para quebrar hacia esta nueva abertura que se ha creado con la cuña.

CUÑA EN ÁNGULO

La cuña en ángulo es un grupo de barrenos perforados a diversos ángulos inclinados en relación a la cara libre para proporcionar la mayor libertad de movimiento posible de la roca.

Dentro de las cuñas en ángulo se incluye la cuña en "V", la piramidal y la de martillo. Generalmente las cuñas en ángulo requieren menos barrenos y menos factor de carga que las cuñas quemadas. Sin embargo, son también más difíciles de perforar, se obtiene menos profundidad y requieren de mineros más experimentados para perforarlas.

CUÑA MECÁNICA

En roca o materiales blandos donde máquinas cortadoras efectúan uno o más cortes verticales en la cara a la profundidad deseada de la barrenación, la cantidad de avance por ronda está limitada por la profundidad de este corte.

Los barrenos se perforan a la profundidad del corte y por medio de una secuencia de retardo se van disparando como losas hacia el corte. Como la cuña se remueve sin el uso de explosivos, este tipo de barrenación requiere menos perforaciones por lo que el factor de carga se reduce notablemente.

PLANTILLA DE BARRENACIÓN

La barrenación implica perforar en la roca una serie de barrenos. Existen diversos tipos de plantillas de barrenación, la cual refleja al momento de cargarla y tronarla el éxito de la voladura. Los barrenos según su distribución en la plantilla tienen diferentes funciones, las cuales trabajan conjuntamente, permitiendo control y seguridad sobre la voladura a realizar.

La voladura de un barreno cargado tiene, en algunas operaciones, secuencia de disparo donde éstos son enumerados en la plantilla según su tiempo designado para detonar. Esto se hace con el fin de producir en cuestión de segundos o milisegundos, caras libres para dar dirección y espacio a la roca movida o fracturada.

CONEXIONES ELÉCTRICAS DE ESTOPINES

Los estopines, ya sean instantáneos o de tiempo, se activan eléctricamente, para ello se requiere una cantidad mínima de corriente que generalmente es de 2 amperios. Existen tres tipos de conexiones: en serie, en paralelo y en serie-paralelo.

ESTOPINES CONECTADOS EN SERIE

Se dice que los estopines están conectados en serie cuando varios de ellos se conectan extremo a extremo. La corriente que pasa por todos ellos es la misma y la resistencia total del sistema es la suma de las resistencias de cada estopin de acuerdo con las leyes de Ohm y de Kirchoff.

ESTOPINES CONECTADOS EN PARALELO

Esta conexión se presenta cuando los estopines se conectan lado a lado, pasando una parte de la corriente total por cada uno de los estopines.

ESTOPINES CONECTADOS EN SERIE-PARALELO

Esta conexión es cuando varias series de estopines se conectan lado a lado, dividiendo la corriente, ya que cada serie provee un camino diferente para la corriente pasando una parte de la corriente total por cada una de ellas.

DISPARO CON FULMINANTE Y MECHA

Los ensambles de fulminante y mecha pueden disparar cargas simples o cargas múltiples cuando han sido diseñadas para iniciarse en rotación. En el caso donde las cargas deban ser iniciadas instantáneamente, como en trabajos de pre-corte o con intervalos cortos de retardo, no pueden usar este método de iniciación debido a que la regulación del tiempo en voladuras con mecha no es lo suficientemente preciso.

El fulminante y la mecha deberán ser usados únicamente por personal debidamente, entrenado, experimentado y hábil, que esté completamente familiarizado con el uso de explosivos sobre una base diaria. La voladura con fulminante y mecha deberá usarse únicamente donde exista un tiempo largo de retardo entre la detonación de barrenos individuales sin crear un problema.

CEBO DE INICIACIÓN

Existen varios métodos para cebar un hidrogel (water gel) encartuchado o una dinamita con fulminante y mecha, el método más seguro y común es el método de cebado de extremo-invertido que consiste en:

- Hacer un agujero cerca del centro en el extremo y sobre el eje longitudinal del cartucho que permita la inserción del fulminante dentro del explosivo por lo menos 2 1/2 pulgadas.
- Se hace un doble a la mecha de tal forma que no se enrede y permanezca a lo largo del cartucho cuando el cebo de iniciación se cargue dentro del barreno. Es importante que siempre se use un palo de madera para cargar. Nunca taconear el cartucho del cebo de iniciación.

ENCENDIDO DE LA MECHA DE SEGURIDAD

Para encender a mano la mecha de seguridad confiablemente se deberá usar una flama intensamente caliente y los extremos de la mecha deberán estar limpios y recientemente cortados. La mecha nunca deberá ser encendida con gasolina o keroseno, una lámpara de minero, un palo de madera encendido, un rollo de papel, un cigarrillo, o un puro. No deberá usarse ningún método de encendido manual que confunda u oculte el hecho de que la mecha ha sido encendida. Estos métodos no sólo son lentos y desconfiables, sino que también son extremadamente peligrosos. Comercialmente existen dispositivos de encendido para mecha de seguridad o dispositivos de iniciación, entre los cuales se pueden mencionar los Encendedores de Mecha Caliente, el Sistema de Cordón Encendedor, el Conector Thermalite y Cordón Encendedor.

VOLADURAS CON CORDÓN DETONANTE

Los cordones detonantes más ampliamente usados tienen 25 ó 50 gramos de PETN por pie, equivalentes a 5.3 gramo/m ó 10.6 gramos/m respectivamente. Y tienen la energía de iniciación aproximada a un fulminante del número 6. Los cordones detonantes son particularmente ideales para:

- Voladuras no eléctricas debido a que se pueden presentar corrientes extrañas potencialmente peligrosas.
- Voladuras de cargas múltiples sin retardo significativo entre las cargas (por ejemplo las voladuras de pre-corte).
- Cebado múltiple o tacos intermedios en barrenos profundos, de diámetro grande.
- Voladuras grandes o coyoterías (por ejemplo para fracturar cuerpos minerales de baja ley para lixiviación de los compuestos solubles "in situ").
- Iniciar cargas de voladuras en operaciones a cielo abierto.
- Voladuras submarinas donde es difícil aislar las conexiones eléctricas.
- Voladuras instantáneas.
- En sistemas de retardo de superficie.

CEBADO Y CARGA

En la mayoría de las voladuras se prefiere cordón detonante de 50 granos por pie como línea descendente para iniciar la carga de columna de alto explosivo o cebos de iniciación, pues tiene una mayor confiabilidad de cebado y resistencia a la tensión que el cordón detonante de carga más baja y brinda una mayor economía que cordones detonantes más grandes.

TÉCNICAS DE DISPARO ELÉCTRICO

El éxito de una voladura eléctrica depende de cuatro principios generales:

- Selección y trazado apropiados del circuito de voladura;
- Una fuente adecuada de energía compatible con el tipo de circuito de voladura seleccionado;
- El reconocimiento y la eliminación de todos los riesgos eléctricos; y
- Balanceo de circuito, buenas conexiones eléctricas y prueba del circuito terminada.

La selección del circuito dependerá de el número de estopines eléctricos a ser disparados y el tipo de operación. En general, un circuito de serie simple es usado en voladuras pequeñas consistentes de menos de 50 estopines eléctricos. Un circuito de serie en paralelo es usado cuando un gran número de estopines eléctricos está implicado. El circuito paralelo es usado únicamente en aplicaciones especiales. Se debe tener cuidado para evitar que los alambres del detonador se luyan o se pelen ya sea en el barreno o en la superficie.

La construcción interna de los estopines eléctricos fabricados por diferentes compañías, varía considerablemente. Como resultado, éstos no son compatibles en el mismo circuito de voladura. Por lo tanto, estopines eléctricos de diferente fabricante nunca deberán usarse en la misma voladura. Tal práctica es casi seguro que resultará en peligrosas fallas de disparo.

DISEÑO Y ANÁLISIS DEL CIRCUITO DE VOLADORA

Las máquinas explosoras por descarga del condensador, cuando se usan apropiadamente, son el medio más seguro de disparar estopines eléctricos. Las líneas de fuerza eléctrica también pueden ser usadas para disparar estopines eléctricos. Con cualquier fuente de

energía es esencial que se proporcione energía suficiente para iniciar todos los estopines en unos pocos milisegundos. Cuando se dispara mediante líneas de fuerza eléctrica, los cálculos requeridos para proporcionar corriente suficiente a cada estopin en el circuito se hace mediante la aplicación de los principios básicos de las Leyes de Ohm y Kirchhoff.

PRECAUCIONES A TOMAR EN VOLADURAS ELÉCTRICAS

La energía eléctrica no deseada que puede entrar en un circuito de voladura debe mantenerse a niveles seguros o excluirse por completo. Si no se hace, dicha energía puede causar detonaciones prematuras ya sea en un sistema de voladura eléctrico o uno no eléctrico. Por esta razón, deberán realizarse evaluaciones completas de la electricidad extraña en los sitios de voladura antes de que cualquier explosivo se lleve dentro del área. Los peligros de la electricidad estática y/o corrientes extrañas incluyen:

- ◊ Corrientes erráticas desviadas debido a equipo eléctrico deficientemente aislado e incorrectamente aterrizado;
- ◊ Rayos y electricidad estática de tormentas eléctricas;
- ◊ Alta energía de radiofrecuencia cerca de transmisoras;
- ◊ Corrientes inducidas, presentes en campos electromagnéticos alternantes, tales como aquellas generalmente encontradas cerca de líneas de transmisión de alto voltaje;
- ◊ Electricidad estática generada por tormentas de polvo impulsadas por el viento y tormentas de nieve, por bandas de conducción motrices, y por el cargado neumático de ANFO;
- ◊ Corrientes galvánicas generadas por metales diferentes haciendo contacto o separados por un material conductivo.

El nivel "seguro" aceptable de electricidad extraña para voladuras eléctricas se deriva de la corriente requerida para detonar estopines eléctricos. Y la corriente mínima para encender estopines eléctricos comerciales actualmente fabricados en el país es de 0.25 amperios (ó 250 miliamperios) aproximadamente. El Instituto de Fabricantes de Explosivos (Institute of Makers of Explosives, IME) ha establecido la máxima corriente segura permitida para que fluya a través de un fulminante eléctrico sin peligro de iniciación como de una quinta parte de la

corriente mínima de encendido, o sea 0.05 amperios (50 miliamperios), la cual proporciona un factor de seguridad de corriente de cinco o un factor de energía de 25. Las voladuras eléctricas no deben efectuarse en áreas donde las corrientes extrañas sean mayores de 0.05 amperios. Los operarios que usan estopines eléctricos deberán medir a intervalos frecuentes con objeto de revisar la presencia de corrientes extrañas en el área de la voladura y asegurarse de que estas permanecen a un nivel seguro.

El multímetro para voladuras está diseñado para detectar electricidad extraña tan baja hasta de unos milivoltios o miliamperios. Tiene alcance de voltaje (AC/DC) de 0, 15, 6, 60, 300 y 600 voltios con 20000 ohmios por voltio de precisión en todos los rangos excepto en el rango de milivoltios AC, donde es de 750 ohmios por voltio.

3.2.5 APLICACIONES Y USOS DE LOS EXPLOSIVOS

MINERÍA SUBTERRÁNEA

Los trabajos de desarrollo en las minas generalmente se caracterizan por ser operaciones con una sola cara libre disponible para el movimiento del material explotado. Los cañones o socavones, generalmente tienen área pequeña en la sección transversal que da como resultado condiciones estrechas para la voladura.

El paso más importante y difícil en el avance de una obra subterránea es el hacer una abertura en la cara sólida para producir un hueco y segunda cara o plano de alivio tan profundo como resulte práctico para avanzar en una sola barrenación. Este segundo plano de alivio, o hueco, se llama "cuña". La cuña puede quebrarse y desplazarse hacia afuera para crear un hueco mediante un gran número de diferentes plantillas de barrenación. La cuña es la parte más importante de la voladura. El resto de los barrenos en la barrenación no puede quebrar en forma eficiente a menos que la cuña haya sido removida totalmente de la cara. Esto crea que hueco para permitir la expansión y movimiento de los barrenos restantes.

BARRENACIÓN EN OBRAS HORIZONTALES

Las barrenaciones con cuña quemada se utilizan casi exclusivamente en túneles con

pequeña área de sección transversal, pues todos los barrenos se perforan paralelos a la línea central de la frente y permiten sacar barrenaciones más profundas. Es de gran importancia que todos los barrenos en una cuña quemada se perforen exactamente paralelos y a la distancia adecuada uno de otro. La cuña quemada generalmente se localiza cercana al centro de la cara. Sin embargo, para evitar perforar en la zona más fracturada de la cara es recomendable que se realice la cuña en voladuras alternadas. El área de la cuña es la zona con más alto potencial para encontrar explosivos quedados o no detonados y es la más difícil de identificar. Por lo tanto, alterando la ubicación de la cuña en cada disparo se considera como una buena práctica de seguridad.

BARRENACIÓN DE CONTRAPOZOS

Los principios de la barrenación de galerías o socavones se aplican al contrapozo. La cuña generalmente quemada se perfora cerca del centro. En un contrapozo pequeño de cuatro por cinco pies, o similar, los cuatro barrenos de las esquinas representan frecuentemente el resto de la plantilla de barrenación. Dado que una cara limpiamente cortada es mucho más segura que una fracturada y sacada en forma parcial, una cuña perfectamente adecuada es de vital importancia. Si la cuña se perfora un poco más profunda y se le proporcionan buenos barrenos de alivio se aumenta la posibilidad de obtener una nueva cara bien sacada y más segura.

BARRENACIÓN DE TIROS Y POZOS

La profundización de un tiro o un pozo es uno de los trabajos de voladura más difíciles por muchas razones. Sin embargo, al igual que en todas las obras de desarrollo, la cuña juega un papel muy importante. En el diseño de barrenación de tiro y pozos se utiliza el método de banqueo, cuña quemada, cuña en ángulo y otros métodos.

MINADO SUPERFICIAL Y DE CANTERAS

Las canteras y las minas de tajo abierto producen la mayor parte de la roca y minerales requeridos para la construcción e industria de este país. Dependiendo de la topografía del área, una cantera se desarrollará como una ladera de montaña o como un tajo. Donde el área es montañosa y la roca sobresale, la cantera se desarrollará abriendo una cara en uno de los lados de la montaña. Un punto conveniente se escoge para proporcionar un nivel casi al ras del piso

con tan sólo el suficiente declive para drenaje natural. Entre los factores más importante a considerar en este tipo de voladura son:

- La geología del material a quebrar, debido a la velocidad sónica y la dureza de la roca, esta información se utiliza para determinar la cantidad de explosivo requerida.
- El grado de fragmentación deseado dependerá del uso final del producto que se este minando. En materia de tajo abierto donde un mineral o varios minerales están siendo extraídos de una misma matriz, es generalmente deseable lograr la máxima fragmentación.
- En las canteras donde la roca será clasificada por tamaños para uso en la construcción, es generalmente indeseable producir un gran porcentaje de roca menor de 2 pulgadas de tamaño.
- La selección del tamaño de diámetro del barrenado depende generalmente de la geología de la formación, el tamaño de fragmentación requerida, la altura de la frente de la cantera y economías en conjunto en relación a la inversión inicial y costos de operación.

BANQUEO SUBTERRÁNEO

Se perforan barrenos paralelos a la cara libre desde un nivel superior hasta otro inferior, se carga por el brocal y se dispara hacia los rebajes o ranuras. Las voladuras en bancos se llevan a cabo en depósitos de gran potencia, cuando se trata de minería subterránea, en los cuales el método de salones y pilares (que es un método de explotación de mineral) se utiliza en la primera etapa en la parte superior del depósito de mineral utilizando el método de bancos para tomar la parte inferior. La plantilla y técnica de voladura en este método es similar a los patrones utilizados en canteras y tajos abiertos, excepto que el precorte (o voladura suave) normalmente se usa en la línea final de excavación a lo largo de los pilares.

BARRENACIÓN SUBMARINA

Se requiere de equipo especial para barrenar y disparar roca en aguas profundas. Típicamente una plataforma flotante o barcaza. Las unidades de perforación pueden colocarse en posiciones fijas a espaciamientos predeterminados o pueden adaptarse para que se muevan

sobre vías a lo largo de la barca donde se requiera una mayor flexibilidad. El punto más importante en voladuras submarinas es perforar los barrenos hasta la profundidad adecuada bajo el nivel para asegurar que el equipo de excavación pueda dragar a nivel.

EXPLORACIÓN SÍSMICA

La prospección sísmica, se basa en que la tierra se ha segregado en procesos geológicos en hechos de densidad y comportamiento elástico variable. El propósito de la prospección sísmica es determinar irregularidades en los lechos tales como: fallas y pliegues que pueden servir como depósitos para la acumulación de petróleo y gas.

Un golpe repentino tal como el que produce una explosión, envía energía sísmica en todas direcciones. Esa energía se divide al llegar a las fronteras de formaciones geológicas con diferentes impedancias acústicas (la densidad multiplicada por la velocidad sónica). Algo de la energía regresa a la superficie donde la detectan sensibles instrumentos electromecánicos llamados geófonos. Cuando estos geófonos se colocan cerca de la fuente de energía, para registrar la energía que viaja en una trayectoria esencialmente vertical, la técnica se llama método de reflexión.

TUNELEO

Los túneles varían en tamaño de acuerdo el propósito para el cual se vana a utilizar. Aquellos utilizados para drenaje y servicios subterráneos pueden ser tan pequeños como de 1.20 m. de diámetro, mientras que, los túneles para vehículos, trenes y desviación de agua pueden llegar a tener hasta 20 m. de diámetro. La sección transversal de la mayoría de los túneles es en forma de herradura o circular. Los túneles, con una sección transversal menor de 10 m cuadrados se llevan a cabo con las mismas técnicas de barrenación y voladura utilizadas en la minería.

En el desarrollo de túneles más pequeños se favorece la barrenación con cuña quemada debido a la falta de espacio para posicionar el equipo y hacer una cuña en "V". Es una práctica común el barrenar por lo menos dos perforaciones de diámetro grande para alivio adicional.

Para túneles grandes se utilizan jumbos portátiles, ya sea sobre orugas o sobre ruedas de hule equipados con un número variable de máquinas para barrenar que pueden colocarse en cualquier posición para perforar el frente. Estas máquinas generalmente tienen dos o tres brazos que se pueden doblar contra el marco durante su desplazamiento. Estas unidades generalmente se seleccionan y construyen por el contratista para el área de la sección transversal de un túnel en particular.

VOLADURAS DE CIMENTACIONES ANTIGUAS

Los muros y las cimentaciones antiguas, tanto de tabique como de concreto pueden removerse más económicamente mediante el uso de explosivos, siempre y cuando, la losa de mampostería tenga cuando menos treinta centímetros de espesor. Con un espesor menor a éste, el quebrado por medios mecánicos es generalmente más práctico. Los muros de tabique son por lo general más fácil de volar que los de concreto.

El método preferido es perforando una hilera de barrenos cerca del fondo del muro, aproximadamente a tres cuartas partes del espesor. Como regla general, el espaciamiento entre los barrenos varía entre 0.90 y 1.20 m. y la carga de medio a un cartucho de explosivos, dependiendo de la condición del muro y de la posibilidad de daño a estructuras vecinas. El mejor procedimiento es efectuar unos pequeños disparos de prueba, usando un factor de carga de 0.15 kg. por metro cúbico que puede servir como guía.

DEMOLICIÓN DE PUENTES

La construcción de nuevas carreteras y puentes, frecuentemente requiere la demolición y retiro de estribos de puentes ya existentes, que por lo general son de mampostería o de una combinación de mampostería y concreto. A menudo no se pueden abandonar simplemente, puesto que pueden interferir con la navegación en el río o con la nueva construcción. En la mayoría de los casos es posible demolerlos con más economía mediante explosivos. Si se encuentran en una localización aislada, cada estribo puede romperse mediante un solo disparo. Sin embargo, si están en el agua, es aconsejable remover primero la porción seca y después la porción sumergida en el agua en un segundo disparo.

El concreto antiguo puede ser difícil de barrenar, debido al gran porcentaje de piedra grande usualmente encontrado, así como los numerosos vacíos en el material. Como resultado las paredes de los barrenos pueden ser ásperas y requerirán un cuidado adicional en su cargado.

3.3 LA MINERÍA Y LA COMPUTACIÓN

3.3.1 ESTRUCTURAS POR COMPUTADORA Y REALIDAD VIRTUAL EN LA INDUSTRIA MINERA

ESTRUCTURAS POR COMPUTADORA

El actual progreso en la tecnología de las computadoras y su programación ha incrementado el número de usuarios y ha ampliado su campo de aplicación. A su vez el software ha desarrollado nuevos programas utilizando tecnología disponible de otras áreas.

Entre estos soportes lógicos se encuentra el *CAD (Diseño Asistido por Computadora)*, el cual funciona a resoluciones muy altas con rapidez de regeneración de imagen en pantalla. Se han desarrollado paquetes *CAD* especializados de la actividad minera enfocados, entre otros, a la geología, planeación, restauración de terrenos y diseño de minas. Estos paquetes ofrecen al usuario interfaces gráficas avanzadas, modelización completa en tres dimensiones y opciones de modelización sólida.

En los departamentos de geología, topografía y planeación de las unidades mineras, tradicionalmente se representaba la información en dos dimensiones en forma de planos, curvas de nivel o cortes transversales, debido a que era muy laborioso o se requería cierta habilidad para proyectar dicha información en tercera dimensión a partir de modelos tridimensionales. Ahora se dispone de un conjunto de herramientas de modelización por computadora que permite visualizar un objeto o diseño mediante la modelización del objeto en tres dimensiones.

Los sistemas *CAD* continúan evolucionando a medida que se conocen mejor las posibilidades de restitución fotorrealista y de realidad virtual. La mayor parte de los paquetes

CAD disponibles se basaban en los modelos geométricos de alambre. Pero actualmente estos paquetes tienen opciones de modelización sólida adicionales que permiten ver el objeto como un ente tridimensional sombreado, permitiendo la representación tridimensional de estructuras complejas.

REALIDAD VIRTUAL

Otro de los avances del software en el campo de la construcción de gráficos por computadora para crear modelos tridimensionales, es lo que se conoce como *Realidad Virtual (RV)*. La *RV* consiste en mapear ilustraciones superficiales a objetos macizos tridimensionales lo que podría ser equivalente a aplicar patrones de papel pintado sobre un objeto. Estos paquetes de restitución permiten dar a conocer las circunstancias que han de definirse y los objetos que han de verse desde una serie de posiciones de cámara. Otra modalidad avanzada del software es la capacidad de crear secuencias de imágenes restituidas y presentarlas en pantalla como un animación o película.

La *Realidad Virtual* proporciona al usuario la capacidad de interactuar con la representación tridimensional por computadora en un espacio o escenario en tiempo real. Las aplicaciones posibles de esta tecnología a la industria minera se extienden desde la visualización para la enseñanza hasta la evaluación de los sistemas de seguridad, pasando por el diseño, evaluación y geología de los métodos de minado.

APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL

La Unidad de Investigación Artificial *Intelligence in the Minerals Sector (AIMS)* el Departamento de Ingeniería de Recursos Minerales de la Universidad de Nottingham ha emprendido proyectos, para algunas compañías mineras del Reino Unido, tendientes a realizar análisis de evaluación visual de explotaciones mineras en estudio.

Previamente al desarrollo del diseño de explotación de un yacimiento mineral se cuentan con modelos tridimensionales del cuerpo, información suficiente para crear con ella diseños de la topografía final de la explotación mediante la asistencia por computadora (*CAD*). Estos modelos pueden transferirse a la programación de restitución o de realidad virtual

mediante el uso de un formato de intercambio de archivos gráficos. Como estos archivos contienen solamente la geometría del terreno, en la programación de restitución debe añadirse la fotografía o los detalles superficiales del terreno para que el espacio representado parezca real. Un ejemplo de la utilización de este soporte lógico de restitución ha sido la visualización de un diseño de cantera en Escocia mediante el empleo de un modelo esquemático de la superficie del terreno, del mar y de la cantera donde se han añadido los correspondientes detalles superficiales, produciéndose una serie de imágenes fotográficas y de animación. Utilizando este soporte lógico se han modelizado con éxito escenas del interior de la mina.

Estas técnicas pueden utilizarse para reconstrucción de accidentes, evaluación de proyectos, tiempos y movimientos, adiestramiento y capacitación del personal. La animación de imágenes puede trasladarse a video, permitiendo editar estas escenas junto con fotografías del escenario y con una explicación oral. El resultado es una presentación videoscópica profesional de un diseño de proyecto minero observado desde diversos puntos de vista.

INTEGRACIÓN DEL HOMBRE EN EL MUNDO VIRTUAL

Cuando se ha construido un modelo tridimensional por computadora, se le suele denominar mundo o espacio virtual. La ventaja de utilizar un sistema de realidad virtual para ver estos mundos es la facilidad de interacción. El cerebro humano es experto en asimilar y valorar las grandes cantidades de información que recibe por los ojos para obtener una percepción del ambiente. La *RV* se basa en esto para producir una interfaz sumamente amistosa del usuario con la computadora.

La Unidad de Investigación *AIMS* ha aplicado técnicas de *RV* a la modelización de operaciones mineras. Utilizando la programación de realidad virtual en gabinete para generar una serie de mundos o escenarios virtuales, entre los que se encuentran explotaciones a cielo abierto, diseño de máquinas para explotación minera, funcionamiento de las máquinas y escenarios de pozos petroleros abandonados.

Uno de los sistemas desarrollados se refiere a una pequeña explotación a cielo abierto, con un solo banco. "Este espacio virtual contiene un pala hidráulica, cuatro camiones y un área

de tiradero de escombros”³. A medida que se representan gráficamente a los objetos que hay en el escenario se les asigna un comportamiento inteligente. Los camiones se mueven para ser cargados por la pala y una vez llenos se desplazan hacia el terrero para descargar en un punto determinado. Si hay ya camiones que están cargando o descargando, los demás camiones hacen línea de espera detrás de ellos. Todo este ejercicio sucede en tiempo real, el usuario puede recorrer ese mundo, montarse en los camiones, sentarse en la excavadora y ajustar parámetros tales como el número de ciclos de una pala para cargar un camión o la velocidad de los camiones y ver como todo ello afecta al diseño”⁴.

El ambiente virtual proporciona una oportunidad excelente para ver el diseño de un proyecto o los resultados de una simulación, o para capacitar al personal de nuevo ingreso. La Unidad AIMS también ha desarrollado sistemas para determinar el riesgo asociado a ciertos trabajos mineros en regiones de riesgo tridimensional alrededor de zonas o piezas de máquinas peligrosas. Las regiones de riesgo alrededor de la maquinaria son dinámicas y pueden cambiar en el tiempo, en función del estado del mundo virtual. El riesgo se mide en puntos específicos donde se colocan marcadores de riesgo. Frecuentemente, estos marcadores se asocian con los llamados *Individuos Generados por Computadora (IGC)* que se mueven por ese mundo. Cada *IGC* tiene asociada una región de conocimiento y conoce todo lo que pasa en esa región.

Este método de evaluación de riesgo se ha aplicado a un escenario de labores subterráneas donde se utilizan *Vehículos Sin Via (VSV)*. En el interior de la mina hay un cierto número de *IGC* ocupados en diversas tareas que deben ser evitados por los *VSV*.

Se pueden programar los comportamientos de los *IGC* de tal modo que ellos puedan responder por diversos procedimientos reales a la aproximación de un vehículo *VSV*. Las posibilidades de adiestramiento del personal en este escenario son enormes ya que el usuario puede ocupar el puesto de conductor de un *VSV* en un mundo poblado por *IGC* y recorrer una mina virtual poblada por *VSV* interactuando con los demás *IGC*. De este modo puede evaluarse

³ Lo que en el ambiente minero mexicano se conoce como “terrero”.

⁴ Dr. D. Schofield, Dr. B. Denby y Mr. D. McClarnon, miembros de la AIMS Research Unit, Universidad de Nottingham, Nottingham, Reino Unido.

la calidad de la seguridad de un individuo en una situación concreta utilizando las técnicas de *RV*.

Estas técnicas permiten al ingeniero moderno ver un anteproyecto o un esquema de restauración y exponer gráficamente a otros sus ideas, ajustando interactiva o visualmente sus diseños al incorporar modelos realistas de computadora en simuladores de ambiente virtual. Estas técnicas de ingeniería virtual se han introducido al vocabulario del ingeniero a medida que la producción de herramientas de procesos ha sido más poderosa.

3.3.2 PROGRAMACIÓN DE VOLADURAS POR COMPUTADORA

La compañía inglesa **Exchem Explosives Ltd.** actualmente ofrece el *Sistema Expertir* de diseño avanzado de voladuras por computadora el cual proporciona datos para que las voladuras sean más eficientes.

Del mismo modo, la compañía **Precision Blasting Services (PBS)** ubicada en Estados Unidos ha creado aproximadamente 20 programas diferentes de computadora para diseño de voladuras y control de vibraciones. La utilización de estos programas ha hecho posible planear las voladuras con mayor precisión y rapidez. Así mismo, la **PBS** ha diseñado un paquete de cómputo denominado *CHEF*, versión 1.0 (Cálculos para Formulaciones de Explosivos Potentes), el cual proporciona a compañías pequeñas los cálculos termodinámicos para determinar fácilmente mezclas óptimas de ingredientes para hacer sus propios hidrogeles y varias clases de explosivos de nagolita⁵ pesada⁶.

"Con el *CHEF* se calcula el balance de oxígeno para mezclas explosivas, la velocidad de detonación, y las temperaturas y presiones en el momento de la detonación y en el momento de la explosión. Una característica de este programa es su capacidad para calcular la temperatura y presión resultantes con cargas desacopladas."⁷ Es el llamado estado de expansión y proporciona información útil cuando los volúmenes de las cargas son más pequeños que el

⁵ Nagolita, en algunos países europeos equivale al ANFO de México.

⁶ Nagolita pesada es Heavy ANFO ó ANFO de alta densidad (pesado).

⁷ Mining Journal Ltd; London, Noviembre 1994 ISSN 0308 - 6631

diámetro del barreno. El *CHEF* ha sido diseñado para instalarse en computadoras personales de la IBM y para aquellas que sean compatibles.

Por otro lado, la empresa consultora **Wardell Armstrong**, del Reino Unido, ha actualizado recientemente su sistema de voladura *Rockmate*, diseñado para asistir a los los ingenieros y técnicos en las voladuras de minas a cielo abierto y de canteras en la observación de las frentes de roca antes de la explosión con el fin de reducir la proyección de fragmentos de roca. La modernización del sistema comprende la adición, a la base de datos, de detalles relativos a las propiedades físicas y al costo de los explosivos; en la interfaz con el usuario el sistema muestra en pantalla la posición de los explosivos en el perfil de la roca y ofrece una predicción de la fragmentación de la misma. Las ventajas ofrecidas por este sistema han sido la reducción de costos, mayor precisión en el trazado de perfiles, reducción del exceso de perforación, fragmentación mejor controlada, predicción de los niveles de vibración y una mayor precisión en el diseño de las voladuras.

Por su parte la compañía estadounidense **Nomis Seismographs** ha presentado un nuevo programa, denominado *Sistema de Análisis de Vibración (NVAS)*. El programa *NVAS* efectúa análisis por regresión lineal de los datos de vibración de las voladuras y predice la velocidad de la partícula a una distancia dada de la voladura. El programa produce también una tabla que muestra el peso de carga máxima correspondiente a cada período de retardo dentro de una voladura, para varias distancias y análisis del registro de la onda recogida. El usuario puede elegir entre construir gráficos de *velocidad máxima de partículas (PPV)* en función de la distancia a escala, o de *PPV* en función de la frecuencia, o de peso de carga por período de retardo en función de la distancia. El programa realiza la mayor parte de las funciones que pueden encomendarse a un consultor de vibraciones. Lee automáticamente los datos recogidos por un sismógrafo, también de la compañía **Nomis Seismographs**, evitando la necesidad de introducir a mano los datos. Este programa trabaja con el usuario mediante menús de persiana (tipo cascada) que facilitan su interacción.

3.4 NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LAS VOLADURAS DE ROCA

En las operaciones de voladura subterránea y a cielo abierto se han manifestado nuevas tecnologías para incrementar su productividad y seguridad, y aunque no han aparecido explosivos comerciales que sean totalmente nuevos se continúan efectuando innovaciones en la manipulación y uso de explosivos en la industria minera, tales como técnicas de diseño de voladuras, carga de explosivos en las frentes, sistemas de iniciación y métodos de control y seguimiento.

La compañía sueca Nitro Nobel ha sido la primera en presentar un detonador para usos civiles que no contiene ningún explosivo primario llamado *Detonador Nonel NPED (Non Primary Explosives Detonador)*, que mejora la seguridad en todas las fases, desde la fabricación, transporte, almacenamiento y utilización. El ya primitivo *Nonel (Sistema de Iniciación no Eléctrico)* fue lanzado al mercado en 1973. Ocho años de desarrollo y ensayos han conducido al Nonel de segunda generación que lleva incorporado un detonador *NPED*. Durante más de 100 años se han utilizado detonadores para la iniciación de los explosivos combinando explosivos primarios y secundarios para garantizar un funcionamiento seguro. Una característica de los explosivos primarios es que arden rápidamente a la presión atmosférica dando lugar a la detonación y solamente necesitan unos pocos miligramos. Estas características son deseables para la iniciación de otros explosivos, pero traen riesgos.

Con el uso *detonador NPED* se elimina el explosivo primario sensible (nitruro de plomo), reemplazándolo por un elemento de iniciación que se carga con explosivo secundario. Este es considerablemente menos sensible y frecuentemente puede arder a la presión atmosférica sin deflagración que dé lugar a detonación. El explosivo que se introduce en el elemento de iniciación es objeto de un tratamiento especial para obtener lo que se conoce como *DDT*, es decir *Transición de Deflagración a Detonación*. Esto significa que la deflagración se acelera hasta llegar a la detonación de una manera controlada.

Las actuales tendencias de perforación en minería subterránea que favorecen el empleo de barrenos largos, de gran diámetro, hacen difícil introducir y colocar en posición ascendente

la carga primaria (una carga explosiva iniciadora con o sin detonador). En los barrenos ascendentes de diámetro más pequeño, los cartuchos primarios cilíndricos convencionales se mantendrán por lo general en el extremo de la manguera de carga a medida que son empujados para colocarlos en posición. Pero en los barrenos de diámetro mayor dichas cargas se apoyan inclinadamente contra las paredes laterales y frecuentemente se atascan en los salientes o grietas. Esto aumenta el riesgo de abrasión o laceración en la cápsula detonadora o cordón detonante, así como de agarrotamiento prematuro. En ambos casos el cartucho puede deslizarse al interior del barreno o caer fuera antes de que se complete la carga.

La compañía **ICI Explosivos** de Australia a partir de haber planteado este problema: en las labores mineras en roca dura con barrenos de hasta 1146 mm de diámetro y 40 a 50 m de profundidad, vio la necesidad de usar un iniciador que fuese fácil de introducir, posicionar y centrar con precisión y de mantenerlo en su lugar en barrenos de distintos diámetros. Tenía además que trabajar con toda clase de explosivos comerciales, incluidas emulsiones a granel. Por ello diseñó un montaje de carga primaria para barreno ascendente que comprende un casquillo cilíndrico cargado de *Anzomex* y una araña de centrado con brazos radiales para encaje a presión. Cuando se hace la carga, los brazos de la araña se abren hacia afuera para centrar la carga y mantenerla en su sitio. Hay también un araña de cinco brazo mejorada para centrado y retención en barrenos que varían de 64 a 102 mm de diámetro. Cuando están completamente extendidos, los brazos de la araña se extienden hasta 125 mm.

El sistema prototipo fue construido para una carga primaria *Anzomex* de 250 g que llevaba dos canales para alojar un detonador "*Exel*" y un cordón detonante "*Primadel*" o cualquier otro cordón detonante estándar de 10 g. Para asegurar un rendimiento óptimo de la explosión primaria, los canales están deliberadamente descentrados. El canal para el cordón detonante está colocado cerca del borde de la carga explosiva y el canal del detonador está cerca del centro.

Por su parte la compañía **POG International**, asentada en Barbados, ofrece un sistema para utilizar al máximo la *nagolita* (*ANFO*), particularmente cuando el barreno está húmedo. Este sistema consiste de un dispositivo que extrae el agua del barreno al mismo tiempo que lo

carga neumáticamente con nagolita. El sistema de la compañía POG puede utilizarse también en terreno seco. El corazón del sistema es una boquilla de diseño patentado que se acopla al extremo de una manguera neumática de doble pared. Al dar presión, este conjunto de manguera y boquilla crea un venturi que hace que el agua sea arrastra por el aire afuera del barreno. Simultáneamente se forma un colchón de aire, de tal modo que cuando el dispositivo se saca del barreno, extrae el agua de la roca adyacente y el barreno queda completamente seco. La carga neumática de la nagolita proporciona un incremento en la densidad de carga de la columna explosiva, consiguiéndose densidades de carga de 0.95 a 1.05 kg/dm^3 .

NOVEDADES EN VEHICULOS DE CARGA DE EXPLOSIVOS

Actualmente la compañía estadounidense **Getman Corp.**, a partir de la necesidad de utilizar equipos vehiculares exclusivos para carga de explosivos y no de adaptación de vehículos de construcción, está diseñando y fabricando equipos de carga a fin de desarrollar la primera cargadora de explosivos de gran volumen y gran producción del mundo para uso en galerías estrechas y en rebajes pequeños.

Esta compañía había desarrollado un sistema de carga mediante un vehículo manejado por un solo operario, apoyado sobre un chasis articulado pequeño, desarrollado y probado originalmente para perforadoras de un solo brazo. Posteriormente desarrolló un vehículo de cuatro ruedas accionado por motor diesel, de 1.5 m de ancho, que puede maniobrar cómodamente en una galería de 3 m de ancho. Es una unidad completamente autónoma con un recipiente revestido a presión de acero inoxidable (de una capacidad máxima de 454 kg ó 567 litros), compresor incorporado, depósito de detonadores revestido de madera, cable a tierra y un brazo telescópico rotatorio con una cesta de 1.5 m x 0.75 m. El operario posee el control de todos los mecanismos y el brazo y los distribuidores de nagolita montados en la cesta hacen posible cubrir una frente de hasta 30 m² desde una misma posición del vehículo. La cesta lleva un dispositivo de autonivelación automática con unos carriles de protección para garantizar la seguridad del operario.

Por la peligrosidad implícita en esta actividad la compañía finlandesa **Normet** reconoce que la carga de explosivos es uno de los sectores más importantes dentro del ciclo de trabajo en

explotación de minas o en construcción de túneles, y ha desarrollado su propio equipo *Charmec* construido para tal fin, diseñado específicamente para la carga mecanizada de explosivos en minería subterránea. El *Charmec* es un vehículo con neumáticos de goma, provisto de una cesta de elevación y de un equipo para carga de explosivo formado por cilindros y mangueras, tanques de nagolita de acero inoxidable, sistemas de alimentación y compresores de aire opcionales incorporados. Diseñado inicialmente para la manipulación de nagolita. La compañía **Normet** ofrece otras variantes para trabajar con barrenos ascendentes o descendentes, barrenos cortos o barrenos largos.

También la empresa sueca especializada en explosivos **Nitro Nobel** ha fabricado equipo de carga y su exclusivo equipo *Rocmec 2000*, presentada recientemente, se dice que fue la primera cargadora de barrenos diseñada específicamente para trabajos de avance de galerías y túneles. El operario, alojado en una cabina frontal, puede maniobrar el brazo y cargar los barrenos sin moverse de su asiento, realizando las funciones de carga mediante el accionamiento de una palanca de rótula. Una secuencia automática garantiza que cada barreno se cargue con arreglo al retacado necesario previamente determinado.

El *Rocmec 2000* está equipado con cargadores de nagolita (los recipientes estándar son el *Jet-Anol 300* y el *Anol CC 500*) adaptados para controlar el volumen y calidad de explosivo, dentro del trabajo de cada turno. El alimentador semiautomático de cargas primarias y el sistema de alimentación de detonadores están adaptados para los detonadores Nonel no eléctricos, a fin de aumentar la seguridad y conseguir una conexión sencilla y rápida en cada tronada.

Tradicionalmente, la carga de nagolita se llevaba a cabo utilizando dispositivos de carga cuya capacidad variaba desde las 25 libras (11 kg) de los contenedores de alimentación por gravedad hasta 60-120 libras (27-54 kg) en recipientes a presión y 500-1000 libras (227-454 kg) en los tanques montados sobre portadores móviles. Los contenedores de 25 libras (11 kg) pueden ser manejados por un solo operario pero están ideados para frentes pequeñas y su carga requiere bastante tiempo. Con mayor frecuencia se utilizan los recipientes a presión de 60-120 libras (27-54 kg), adecuados para frentes de tamaño pequeño o medio, que pueden ser

transportados a mano por un solo operario pero se necesitan dos operarios para cargar una frente. Los tanques de tamaño mayor necesitan también dos operarios.

Hace más de cinco años la compañía **Rojak**, de Canadá presentó un diseño de un sistema de carga a distancia que lleva tres válvulas de accionamiento mediante un telemando que el operario puede sujetar en su cinturón. Este sistema de telemando permite a un sólo operario utilizar recipientes a presión de nagolita de cualquier tamaño.

NUEVOS EQUIPOS PARA MINERIA A CIELO ABIERTO

La compañía **Tread Corp.**, de Estados Unidos que es una de las principales compañías de fabricación de camiones para mezcla de nagolita del mundo, ha presentado recientemente un sistema de control para camión mezclador, totalmente automatizado, conocido con el nombre de *Treadbed II* que mejora la productividad de la voladura con explosivo a granel en los casos en que se necesita una mezcla precisa de diversas formulaciones. El *Treadbed II* va controlado por microprocesador y permite al operario cumplir exactamente las exigencias de carga establecidas para cada barreno. De este modo se simplifica el funcionamiento de los camiones de bombeo y mezcla más complejos. Todas las funciones del sistema se regulan desde un teclado de fácil y cómodo manejo protegido a prueba de agua y que lleva incorporada una pantalla de cristal líquido de fácil lectura.

Para manejar este equipo y cargar un barreno, el operario elige una entre ocho formulaciones de mezcla previamente establecidas y teclea la cantidad que ha de cargarse. Así el *Treadbed II* carga automáticamente el barreno con la formulación elegida exacta. Cuando está completa toda la carga puede obtenerse un informe impreso de lo que se ha cargado exactamente en cada barreno. En resumen, el sistema permite al ingeniero de voladuras variar fácilmente los productos dentro de la columna de explosivos en el punto de trabajo con arreglo a la formación rocosa exacta; ajustar automáticamente la formulación de la carga teniendo en cuenta parámetros variables tales como temperatura del producto y profundidad del barreno; mezclar con precisión formulaciones de componentes múltiples; y producir automáticamente informes detallados sobre la carga de la voladura.

De mismo modo la compañía inglesa **Exchem Explosives Ltd.**, ofrece su sistema **Multiblend** para minería a cielo abierto y canteras. Este sistema entrega los explosivos directamente en el barreno, da resultados de voladura eficaces y predecibles reflejándose en mayor productividad. Su uso reduce la necesidad de almacenamiento, incrementa la seguridad, disminuye la mano de obra, de perforación y generación de escombros.

El **Multibled**, que ahora se ha establecido en muchas minas a cielo abierto del Reino Unido, utiliza una unidad de producción montada sobre camión que entrega y mezcla los explosivos a granel en el lugar donde se necesiten. Estos componentes se transportan en forma no explosiva y no es necesario almacenamiento en el punto de trabajo. Cada unidad móvil está dirigida por dos ingenieros del voladuras experimentados. El sistema entrega las formulaciones precisas del explosivo de gran poder detonante y resistentes al agua, directamente en el barreno. Los explosivos se formulan con arreglo a la dureza, composición, estructura y permeabilidad de la roca. También es posible efectuar el desagüe del barreno antes de cargar los explosivos.

Entre los principales suministradores de explosivos de Estados Unidos, se encuentra la compañía **Autin Powder C.** que opera en todos los continentes y que ofrece una línea completa de explosivos potentes, accesorios para voladuras y sistemas de iniciación desde hace más de ciento sesenta años de experiencia en esta industria. Dentro de las aportaciones que ha ofrecido a la minería a cielo abierto de gran escala se encuentra su camión **Hydromite/HEET**, diseñado para la entrega de explosivos a granel directamente en el barreno. Dicha compañía asegura que los trabajos de voladura se realizan del modo más eficiente gracias a su completo servicio de asistencia técnica que cubre todo el proceso desde antes hasta después de la voladura. La continua labor de investigación y desarrollo llevada a cabo por la compañía **Austin** en el campo de los explosivos la ha conducido a una serie de nuevos productos avanzados, tales como la línea de detonadores **Star**, de la que forman parte los detonadores no eléctricos de retardo **Shock*Star** para trabajo a cielo abierto.

PROGRAMACION Y CONTROL DE VOLADURAS

Hace pocos años los registros de las voladuras se recogían en cinta magnética que había

de enviarse a oficinas muy lejanas de la frente de trabajo para analizarla. Gracias a la aplicación de los chips a los microprocesadores cambió espectacularmente la instrumentación de seguimiento de voladuras, mediante la introducción del sísmógrafo digital.

Posteriormente los sísmógrafos digitales se elaboraron de menor tamaño dando como resultado una mayor flexibilidad y facilidad de uso. La compañía **Instantel Inc.** de Canadá, que desde hace más de diez años ha sido pionera en el desarrollo del sísmógrafos digitales, ha impulsado la miniaturización de estos aparatos y recientemente presentó su unidad *DS-077 MiniMate*, de cuarta generación. Esta unidad de cuatro canales, compacta, poco costosa, pesa menos de 1.4 kg y mide 75 x 75 x 150 mm, pudiendo llevarse fácilmente en la palma de la mano. Registra y almacena hasta 40 observaciones completas de ondas de un segundo para archivarlas en la memoria interna. Lleva una batería recargable con una vida de diez días de funcionamiento continuo y los datos de voladuras almacenados no se pierden aunque las baterías se descarguen. Lleva un geófono triaxial incorporado, un micrófono externo, cable de micrófono, programa *DS-467 Quick Report*, cable *RS-232* y una caja para transporte.

Dicha compañía ofrece también la *Serie Blastmate II* que comprende los modelos *DS-277*, *DS-477* y *DS-677*. Los dos últimos ofrecen un almacenamiento múltiple de 40 hasta 300 registros. Los datos de voladuras recogidos con la *Serie Blastmate II* pueden analizarse utilizando paquetes de programación de computadoras personales. El paquete *DS-467 Quick Report Blastware™* es un modelo estándar que genera informes sobre voladuras en una computadora. El *DS-567 Blastware* y otros paquetes opcionales ofrecen más nivel de análisis en voladuras.

Por su parte, la compañía estadounidense **Geosonics Inc.** produce una completa gama de equipos de observación de voladuras que se utilizan en 26 países. Los microsismógrafos *SSU* de esta compañía pueden programarse como sísmógrafos convencionales (registrados en una cinta magnética) o bien para conectarse a una computadora personal. Estos sísmógrafos en miniatura pesan aproximadamente 1.1 kg y constituyen un medio adecuado y asequible para registrar vibraciones y ruidos en diversos puntos simultáneamente.

El monitor de vibraciones *UVS 500* de la compañía **Nitro Consult** de Suecia, es una unidad de cuatro canales para valores de onda muy grandes o muy pequeños. Esta unidad tiene un diseño sumamente compacto, con geófono triaxial incorporado; micrófono opcional para mediciones de sobrepresión de aire o de ruido; detección continua de valores máximos con almacenamiento permanente a intervalos de 2 minutos; 32 días de capacidad de memoria y de batería; fijación de umbral para presentación de valores, suprimiendo los que no lleguen a un cierto nivel guardando aquellos que sí en memoria; reproducción impresa de la memoria a través de la interfaz *RS-232*, y programación opcional para imprimir el informe a través de una computadora AT.

La compañía **Blastronics** de Australia, suministra sistemas y servicios aplicables a la medición, evaluación y control de fenómenos relacionados con la voladura en la industria minera, y aunque tiene su sede se encuentra en Australia, opera en todo el mundo. Esta compañía proporciona una tecnología de aplicación completa, con especial atención a la recopilación de datos sobre el terreno, durante las condiciones normales de explotación de una mina. La instrumentación comprende el monitor de voladura *BMX*, el micromonitor *μMX* y su nuevo modelo interactivo para voladuras *Blastronics*.

3.5 RECOMENDACIONES EN EL MANEJO DE EXPLOSIVOS

El uso de explosivos implica necesariamente considerar todos los aspectos de seguridad que ésta actividad requiere. La seguridad en el uso de explosivos está considerada desde su fabricación, transporte, manejo, almacenaje y aplicación. Existen muchas publicaciones respecto a estos aspectos, folletos o artículos tanto privados como gubernamentales. La seguridad sobre el uso de explosivos esta reglamentada por leyes obligatorias que los usuarios, patrones o dueños de empresas deben recatar. Esta información deberá estar disponible y al alcance de los usuarios. Algunas de estas disposiciones se mencionan a continuación:

Durante la fabricación de los explosivos, el área de trabajo deberá estar perfectamente limpia. Las sustancias que se manejen para su fabricación será acorde a la formulación

establecida por la empresa fabricante. Es conveniente en este aspecto, apoyarse en la experiencia del personal de antigüedad, ya que estos conocen las reacciones físicas y químicas de los explosivos bajo ciertas circunstancias.

Al embarcar los explosivos, se procederá primero con los fabricación más antigua, de manera que al colocarse en el polvorín, puedan usarse estos antes que los nuevos.

El transporte de los explosivos se hace en vehículos dotados y destinados exclusivamente para ello. Estos llevarán letreros, en sus cuatro lados, con el título de EXPLOSIVOS a tamaño mínimo de 4 pulgadas en colores que hagan contraste con el de fondo, así mismo portará una bandera de color rojo y en un lugar visible con la palabra EXPLOSIVO o PELIGRO a tamaño semejante o superior al anterior. Estos vehículos antes de salir a su destino deberán estar en perfectas condiciones del motor, ruedas, suspensión, frenos, luces, sistema eléctrico, etc., sin dejar de mantener el buen estado del vehículo o transporte durante el tiempo que dure el viaje.

Cuando sean requeridos diversos tipos de explosivos y accesorios, se evitará que en el mismo vehículo se transporten juntos, cuando esto sea indispensable se separarán las cargas lo suficiente sin sobrecargarlos ni apilando las cajas o latas a una altura mayor que la de la carrocería. De cualquier modo nunca se transportarán explosivos combustibles y materiales en el mismo vehículo ni en el mismo convoy ni detonadores con explosivos. Los explosivos no deben transportarse en remolques.

Está prohibido terminantemente que en el vehículo o a distancia cercana a él se fume, encienda fuego o se manejen aparatos que produzcan chispas. Cuando se transporte el explosivo por ferrocarril, la locomotora deberá estar separada del convoy que contenga los explosivos.

Cuando se almacenen los explosivos, las cajas o barriles que los contengan no deberán manejarse bruscamente ni abrirse dentro del polvorín, almacén o arsenal en que se encuentren. Para abrir la caja, barril o vasija en que se encuentre el explosivo se emplearán herramientas de

madera o no metálicos. Cuando el transporte sea manual, las cajas deberán estar más aseguradas, de manera que el trabajador que las lleve consigo no pueda abrirlas en el camino. De la misma manera sólo podrán transportar los explosivos aquellas personas autorizadas para ello.

Los lugares destinados a almacenar explosivos tendrán las siguientes características:

- secos y ventilados,
- alejados de otros edificios, vías ferreas y carreteras,
- a prueba de bala,
- resistente al fuego,
- el lugar de almacenamiento debe evitar el congelamiento del explosivo durante periodos largos de tiempo en climas frios; cuando esto llegue a ocurrir, el explosivo deberá descongelarse, ya que aumenta la posibilidad de que algunos explosivos exploten prematuramente.

La capacidad máxima de un polvorín, según el código mexicano, es de 250 toneladas; la cimentación será de mampostería; los muros de tabicón de arena compactada con mezclado pobre de cemento, reforzado con castillos cada 6 m de distancia; la puerta de madera de 4 pulgadas de grueso con cerradura doble de pasador; el techo a dos aguas, con altura máxima al centro de 4 m y mínima de 2.7 m en las orillas, el techo deberá ser de lámina de asbesto con recubrimiento epóxico.

La Secretaría de la Defensa Nacional estipula los reglamentos de seguridad sobre la fabricación, transporte, manejo, almacenamiento y uso de los explosivos. El almacenamiento de materiales explosivos está reglamentada por la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, que además contiene lo referido a:

- permisos a usuarios,
- permisos a distribuidores de fabricantes,
- requerimientos para almacenamiento,
- expedientes de los reportes requeridos a los permisionarios.

CAPÍTULO 4

APLICACIONES Y PERSPECTIVAS

**4.1 LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA EN EL
DESARROLLO TECNOLÓGICO**

**4.2 PERSPECTIVAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA
INGENIERÍA**

4.3 APLICACIÓN DEL PROGRAMA "TUTEXP"

4.4 PERSPECTIVAS DEL PROGRAMA "TUTEXP"

CAPITULO 4 APLICACIONES Y PERSPECTIVAS

4.1 LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

La Inteligencia Artificial puede ser considerada como instrumento de innovación tecnológica y objeto de difusión de la misma, ya que adquiere, articula y difunde el conocimiento. La innovación tecnológica es un proceso que enriquece de conocimientos a la actividad productiva de cualquier país. Sin embargo, para facilitar la implantación de esta nueva tecnología es necesario propiciar condiciones que generen, a partir de un proyecto, demanda real de soluciones técnicas a problemas de producción.

Por su lado, la informática se ha encargado de acelerar el desarrollo de la ciencia y la tecnología modificando las formas tradicionales del quehacer de ambas, estableciendo nuevas relaciones entre el saber y la enseñanza, la información, el conocimiento y la investigación, la tecnología, la ciencia y sus aplicaciones.

Además la informática y en particular la Inteligencia Artificial incide cada vez más en la docencia como una herramienta útil en el proceso enseñanza-aprendizaje en cualquier materia y en cualquier nivel, donde las computadoras se han incorporado a nuevas metodologías pedagógicas, permitiendo la difusión de grandes cantidades de información aunadas a programas educativos altamente sofisticados. Tanto en los sistemas educativos, sociales y técnicos se han adquirido modalidades que apoyan y refuerzan el desarrollo de la informática, entre las que se encuentran las redes de voz, datos y video que están siendo cada vez más utilizados para configurar salas electrónicas con múltiples usos.

Se encuentran además las redes de computadoras que permiten la generación de redes virtuales capaces de mantener en contacto permanente y sin intrusión, a equipos de investigación dispersos en el mundo.

De esta manera destaca la ventaja de trabajar en grupo, ya que se abren y mantienen ligas de unión como es el caso de industria-universidad. Muchos grupos de investigación muy avanzados en el mundo entero colaboran conjuntamente con redes académicas de computadoras. Las redes de computadoras aunadas a las de telefonía y televisión digital de las que serán parte integral, *"están destinadas a ser la herramienta fundamental de un sistema eventualmente universal para el manejo inteligente de la información de los individuos y las sociedades del futuro"*¹.

Entre los campos más beneficiados se encuentra precisamente la tecnología para el diseño de computadoras, donde sus circuitos integrados por su complejidad estarían fuera de la capacidad de manipulación del hombre si no se contara con la ayuda de los programas que sirven para diseñarlos y simular su operación. Los circuitos ya diseñados se integran a nuevas computadoras permitiendo el desarrollo de programas más poderosos para continuar la generación de diseñadores de los mismos.

Además, con el uso de la Inteligencia Artificial se ha podido simular el grado y calidad de iluminación que requiere una industria con un mínimo consumo de energía eléctrica o sustituir la experiencia de orientadores vocacionales en el asesoramiento académico a estudiantes encaminados a la elección de la carrera profesional según sus rasgos de personalidad, intereses y aptitudes² o simular modelos y decisiones económicas explorando métodos formales en su análisis e incluso probar teorías acerca del funcionamiento del cerebro humano (en el caso de la redes neuronales) intentando de este modo describir la inteligencia.

La cultura informática aumenta el poder y alcances de los individuos y de la sociedad ya que ayuda a entender, explorar y brindar nuevos lenguajes y paradigmas³ en problemas y

¹ Felipe Bracho. La Recuesta del Progreso. "LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MEXICO"

² Sistema Experto Aplicado al Ahorro y Uso Eficiente de Energía e Iluminación Industrial (SEILUM) y Sistema Experto de Orientación Vocacional (SEOV) respectivamente, desarrollados ambos en el Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

³ PARADIGMA: Interpretación conceptual del mundo apoyado en la construcción de un modelo de la realidad.

sus soluciones, librando al individuo de tareas repetitivas haciendo posible la creación de nuevas actividades más productivas.

Las computadoras se convierten así en agentes que extienden la capacidad de trabajo, la creatividad, la comprensión y al ser integradas en redes la posibilidad de interactuar con una realidad cada día más compleja. Reconocer la importancia fundamental de la informática en el crecimiento competitivo y desempeño político e industrial de países como Francia, Inglaterra, Japón y las nacientes potencias industriales de la cuenca del Pacífico, donde más del 50% de las manufacturas y servicios dependen de las aplicaciones de la tecnología informática, es un considerable paso para romper con la poca importancia que se le ha dado a la informática en nuestro país.

Se ha presentado actualmente resultados de investigación sobre factibilidad de transferencia de tecnología de inteligencia artificial: universidad-industria, la cual se ha llevado a cabo en el marco de actividades de investigación y desarrollo que se realizan en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (anteriormente Laboratorio de Inteligencia Artificial ubicado en el Instituto de Ingeniería) ambos de la UNAM, específicamente en materia de Sistemas Expertos, Sistemas Tutoriales y Multimedia.

4.2 PERSPECTIVAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA INGENIERIA

El crecimiento de la Inteligencia Artificial no depende sólo del progreso en la computación si no también de la forma en la que se integre ésta a una conceptualización científica con enfoque interdisciplinario y multidisciplinario.

Como ya se vio en los subcapítulos *3.3.1 Estructuras por Computadora y Realidad Virtual en la Industria Minera* y *3.3.2 Programación de Voladuras por Computadora*, existe un mercado de consumo de sistemas computacionales como lo son los Sistemas Expertos, Sistemas Tutoriales, Multimedia y Realidad Virtual en la industria minera de muchos países.

Los sistemas desarrollados para la ingeniería civil, por su parte, también son amplios e incluso se puede decir que rebasan en cantidad a aquellos de la minería, debido a que la industria de la construcción abarca más sectores industriales de cualquier país. Uno de los primeros sistemas expertos desarrollados en el Laboratorio de Inteligencia Artificial de la UNAM fue precisamente un S.E. en la *Exploración Geotécnica en el Valle de México*, cuyo objetivo principal es servir como asesor en la programación de la exploración geotécnica necesaria para la construcción de cimentaciones en el D.F., atendiendo a los requerimientos del Reglamento de Construcción y el conocimiento experto acumulado en la práctica. Este S.E. de nombre *SEGEO* fue diseñado de manera que en un futuro interactue con sistemas que obtengan información geotécnica directa del campo.

Los beneficios para la sociedad humana, dada la magnitud de los desafíos y ambición de los objetivos, serían incalculables dando la posibilidad del manejo de sistemas sumamente complejos que por el momento se encuentran fuera del alcance del hombre.

Sin embargo, y pese a lo anterior, la informática se encuentra todavía en algunos países en la disyuntiva de su desarrollo y aplicación. A pesar de que Japón, uno de los países con mayor impulso y apoyo en los proyectos industriales, haya anunciado que ésta se encuentra en pleno desarrollo del proyecto de la Quinta Generación de Computadoras, donde se pretende los siguientes puntos:

- incrementar el procesamiento de instrucciones e información con la adición de chips con mayor capacidad de proceso,
- crear estructuras de programas y programas en general capaces de permitir el manejo de cualquier tipo de información de una manera óptima,
- que la computadora sea capaz de comprender lo que el usuario le mande en un lenguaje común y que además genere la información que suministra el usuario utilizando el mismo lenguaje,
- la existencia de microprocesadores que realicen muchas tareas a la vez.

Esta revolución informática tiene una sólida infraestructura y aunque no se conoce con certeza su alcance, por el momento ya existen algunos procesos industriales totalmente automatizados en muchos sectores de la industria. La oferta de equipo y servicios se ha ampliado de forma considerable con la apertura comercial y la demanda generada por los procesos de modernización, servicios tales como: consultoría, integración de sistemas y capacitación.

Las telecomunicaciones, uno de los sectores de mayor tecnología, ha tenido un crecimiento sustancial en la infraestructura para transmisión de datos. En lo que se refiere al marco nacional es notable el aumento de inversión de cómputo en el sector público, manufacturero, empresas paraestatales, privatizadas y bancos, y es de esperarse que en los próximos años se extienda a otros sectores. Y tal vez dé mayor impulso al desarrollo de sistemas enfocados directamente a la minería.

La investigación en tecnologías de la informática en algunos países es escasa, mientras que en otros es parte integral del medio científico y productivo. El caso de la Inteligencia Artificial actualmente en México es de notable actividad, cuenta con una comunidad numerosa y cohesiva, de extracción académica diversa con enclaves en el ambiente industrial, empresarial y el sector público, además existe ya un grupo considerable de especialistas y se tienen excelentes relaciones internacionales con sociedades de Inteligencia Artificial en el mundo⁴.

Sin embargo, no se han notado diseños y desarrollo de sistemas enfocados a la industria minera, por lo menos en la ciudad de México. Aunque hablar de cohesividad académica-industria en cualquier región, alienta para que nuestro país, que está cimentado en la industria minera, se encuentre en poco tiempo entre aquellos que invierten para impulsar su industria por medio de la investigación.

⁴ Entre otras se encuentran, la International Joint Conferences on Artificial Intelligence Inc; la American Association for Artificial Intelligence; la Canadian Society for Computational Studies of Intelligence; la European Coordinating Committee for Artificial Intelligence y la International Association of Knowledge Engineers.

Actualmente la formación de profesionistas en informática está orientada a capacitarlos en diseñar y construir sistemas de información eficaces, fundamentada en *Teoría de Sistemas* y apoyadas por herramientas tales como *CASE (Computer Aided Software Engineering)*, las cuales han dado soporte automatizado a muchas de las actividades relacionadas con el desarrollo del software, presentando importantes ventajas como el aumento en la productividad, códigos más entendibles y de fácil modificación y la posibilidad de interactuar con diversas máquinas facilitando esto que se interactue con mayor facilidad en cualquier sector de la ciencia y la tecnología. Las modernas herramientas de programación que han surgido en los 90's se pueden distinguir en tres grupos: herramientas *CASE*, programación visual y lenguajes para objetos.

Las dos primeras en general han hecho que personas sin conocimientos de computación puedan programar modificando aplicaciones a una sola especialidad y aunque estas son de reciente uso muchas de ellas han sido verdaderamente útiles, como por ejemplo las generadoras de *SQL*⁵ que permiten a usuarios sin experiencia en base de datos expresar búsquedas arbitrarias.

Los lenguajes para objetos (visto en el subcapítulo *1.3.1 Programación Orientada a Objetos*) manejan la representación del conocimiento en clases y subclases de objetos a los que se les asignan atributos pasivos y métodos interactivos entre ellos. Un objeto contiene, así, un conjunto de datos y los procedimientos encargados de manipularlos. Este procedimiento pone en juego la herencia de propiedades, controla, gracias a la transmisión de mensajes entre objetos, la posibilidad de razonamiento por emisión y verificación de hipótesis. Estos lenguajes son eficaces para el diseño rápido de maquetas de programas mayores ya que hacen una reutilización de clases de objetos y métodos asociados.

Aunque es posible, formalmente, escribir cualquier programa en cualquier lenguaje, ha sido evidente que puede facilitarse considerablemente la construcción de sistemas de I.A.

⁵ SQL: Structured Query Language (Lenguaje Estructurado de Consultas)

mediante el uso de lengajes especiales que proporcionen un soporte para diversas estructuras usuales, tanto para datos como para control.

El problema que presentan los lenguajes de programación convencionales (Fortran, Cobol, C, etc) es la restricción a gente no especializada para la confección de programas, debido a que tienen una sintaxis especial requerida de reglas para dar una orden pertinente a la máquina. Esto ciertamente facilita la tarea del compilador, que espera sus postulados u órdenes de operación en un formato definido, pero es limitante para el usuario que se ve forzado a manejar lenguajes ajenos a los de su especialidad, restringiendo de esta forma el número de personas que programan.

Es por lo anterior que actualmente para la construcción de sistemas expertos no se parte de compiladores de determinado lenguaje sino en lugar de ello se emplean las llamadas *Herramientas de Construcción de Sistemas Expertos (HCSE)*, que proporcionan los medios necesarios para introducirse a las reglas, al mantenimiento, a las pruebas e instalación final. De esta manera existen *HCSE* adecuados para el tipo de problema que se desee afrontar, muchos de los cuales son asequibles y fáciles de aprender a manejar, aumentando la posibilidad de que la persona interesada aprenda por su cuenta el desarrollo de una aplicación. Esto abre las puertas para que los ingenieros, sean mineros, civiles o de cualquier área, incursionen en el diseño de sistemas específicos y especializados que sean empleados en determinado sector de su lugar de trabajo.

La introducción de cualquier nueva tecnología en una organización supone un cambio dentro de ella, y la elección de la herramienta adecuada depende, además del tipo de problema que se afronta, a el entorno de trabajo que tendrá dicho sistema. El proceso de introducción a cualquiera de las facetas de inteligencia artificial en una organización no es un camino fácil de recorrer, ya que también acarrea cambios organizativos y administrativos propios de la institución, sin embargo, es interesante mencionar que a medida que se ha ido asentando este proceso de cambio tecnológico, las primeras áreas de aplicación han sido desplazadas por otras nuevas en donde ya se han alcanzado resultados muy significativos.

Entre los objetivos que se ha implantado la Inteligencia Artificial se encuentra el auto aprendizaje que deberán realizar los propios sistemas, buscando que de alguna manera se adapten al medio en que se encuentren.

La descripción más acertada de lo que hasta ahora se ha logrado en lo que corresponde a un sistema supervisado, como el *ID3* y el tipo de *redes neuronales* que están basados en algoritmos de aprendizaje supervisados. El *ID3* es el nombre abreviado para un algoritmo denominado *Interactive Dichotomizer of Data Description (Dicotomizador Interactivo de Descripciones de Datos)*. Aunque su aplicación no está tan de moda como las *redes neuronales*⁶ y apenas se pueden encontrar relaciones con ella, lo cierto es que el *ID3* se ha aplicado con éxito en determinados campos como la concesión de tarjetas de crédito.

Este tipo de productos no se pueden considerar substitutivos de las *HCSE* que se mencionaron anteriormente, pero su utilidad si es importante para problemas pequeños o como medios para resolver un determinado problema dentro de un sistema experto grande. Donde realmente son productivos es en los problemas para los que existe un registro histórico de casos ya resueltos.

Es notorio que la ingeniería de programas o ingeniería de software como la tecnología de los procesos manufactureros demandan mejores condiciones, métodos y herramientas para su evolución y desarrollo. Se han mencionado sólo algunos de los instrumentos informáticos más comerciales, pero se ha visto que el crecimiento, futuro y perspectivas que la Inteligencia Artificial está presentando, no sólo en México sino en todo el mundo, un futuro alentador, porque descansa en una sólida infraestructura científica y tecnológica que cada día se desarrolla más.

⁶ Una Red Neuronal es un mecanismo de aprendizaje basado en la estructura del cerebro, donde una neurona artificial es un elemento de proceso muy simple que genera una salida en función de las señales presentes a su entrada y de los pesos asociados a las conexiones de estas. "Inteligencia Artificial" Ángel Martínez.

4.3 APLICACIÓN DEL PROGRAMA "TUTEXP"

El Sistema Tutorial sobre el Uso de Explosivos (TUTEXP) como actualmente se encuentra ofrece las siguientes aplicaciones:

- Como curso para los alumnos de carreras de ingeniería de minas e ingeniería civil.
- Como curso introductorio para investigadores dentro del área de los explosivos y voladuras.
- Como asistente en los cursos dados a empresas del sector de la construcción y diseño de obras civiles y obras mineras.
- Información de consulta para utilizarse en campo o en zonas cercanas al lugar de trabajo de empresas dedicadas al manejo y uso de explosivos.
- Guía para la preparación de profesores interesados o dedicados a la cátedra sobre explosivos.
- Información para preparar técnicos que manejen explosivos o sustancias explosivas.

Esta versatilidad de aplicaciones se debe a la estructura que tiene el sistema, ya que el usuario decide el rumbo que dará a la sesión cuando este sea consultado. Por un lado, se puede seguir el orden en que se presentan los temas, los cuales están distribuidos siguiendo estrategias pedagógicas y apoyados en conceptos de psicología del aprendizaje. O bien, el sistema cuenta con botones específicos para consultar un determinado tema según los intereses de la persona.

La información contenida en el sistema contempla un modelo del estudiante que se ve reflejada en el dominio del conocimiento. Esto es, la información está estructurada para que le sea útil tanto a un especialista como a un técnico que manejen explosivos. Pero si es necesario, en cambio, que el consultante cuente por lo menos con conocimientos a nivel bachillerato y se desenvuelva en un ambiente ingenieril, y por su puesto relacionado con el uso de explosivos.

Para la realización de este proyecto fue necesario estudiar conceptos sobre las *condiciones para el aprendizaje y objetivos de la enseñanza* cubriendo aspectos como:

- Representación adecuada del árbol de conocimientos.
- Manejo adecuado de interfaces.
- Apoyo de textos con imágenes.

De este modo el sistema está listo para ser utilizado en incorporaciones como:

- La Facultad de Ingeniería.
- Instituciones educativas que contemplen en sus programas de estudio minería e ingeniería civil.
- El Colegio Militar.
- Du Pont, Atlas de México u otras fábricas de explosivos.
- Difusión en compañía de la construcción como ICA u otras, compañías mineras como PEÑALES e IMMSA que cuenten con computadoras en sus unidades tanto en la ciudad como en provincia.
- En la Secretaría de la Defensa Nacional.

4.4 PERSPECTIVAS DEL PROGRAMA "TUTEXP"

El sistema contiene información muy valiosa, completa y estructurada, presentando un campo amplio de aplicación, sin embargo está diseñada pensando en la posibilidad de:

- ◊ Incrementar la información para hacerlo más especializado y que tenga un alcance de aplicación mayor.
- ◊ Incorporársele multimedia, ampliando la interfaz con el usuario mediante más esquemas y dibujos haciéndolo mucho más atractivo y comercial.

- ◊ Ser ejecutable sin necesidad de cargar el Level 5 Object y fuera de ambiente windows.

Los sistemas desarrollados con inteligencia artificial tienen características propias haciéndolos sencillos o complejos permitiendo esto mayores alcances. Para la realización de este sistema fue necesario cubrir los siguientes requisitos:

- Información abundante y disponible del tema de explosivos.
- Información sobre inteligencia artificial.
- Asistencia por parte de especialistas de ambos temas.
- Software y hardware necesarios y disponibles.

De este modo para que el sistema siga creciendo y pase a ser de un Sistema Tutorial a un Sistema Experto Tutorial y de este último a un Sistema Experto es necesario:

- Contar con más de un experto humano.
- Conocer y manejar más software y hardware en torno a la inteligencia artificial y *Programación Orientada a Objetos*.
- Auxiliarse de otras áreas y disciplinas que respalden el conocimiento.
- Y finalmente contar con el apoyo del *Departamento de Ciencias de la Tierra* y más concretamente de la carrera de *Minas y Metalurgia* de la *Facultad de Ingeniería* para desarrollar este tipo de investigaciones.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con la investigación y recopilación efectuadas para la elaboración del sistema TUTEXP y desempeñando la función de ingeniero del conocimiento, se presentan a continuación las resoluciones a las que ésta ha llevado.

El uso de los explosivos a nivel nacional e internacional sufre de una serie de restricciones por motivo de resguardar la seguridad o bien por cuestiones de estrategia comercial. Existen dos caminos a seguir para hacer uso de ellos que de manera directa afectan el progreso y la armonía de un país.

Por un lado es admitida la comercialización de los explosivos cuando estos son manejados por empresas dentro del contexto tecnológico, donde entra el sector industrial y los productos destinados a las fuerzas armadas aceptadas y reconocidas por el estado. Y el otro grupo que hace uso de ellos y en ocasiones también los produce, cuando estos son de fácil elaboración, entran en un contexto ilegal, ilícito o clandestino. Esto último ha ocasionado que en los ámbitos donde se impulsa la actividad científica con vínculos directos con el sector productivo e industrial sea afectado. En lugar de usar dichas tecnologías para el uso del hombre.

La facilidad de fabricación que presentan algunos de estos productos hace viable que estos se elaboren en pequeños locales o casas-habitación generando un ambiente inseguro tanto para el que lo hace como para el que lo usa.

Por otro lado, el personal técnico que maneja explosivos en diversas empresas, en la mayoría de los casos, han adquirido sus conocimientos por la experiencia de trabajo y no por

cursos especializados y estructurados enfocados a la innovación tecnológica. Esta preparación abarca tecnologías de uso pero con inexistentes tecnologías de fabricación y los cursos van desde los impartidos por la propia empresa vendedora o bien están contenidos en un tema dentro del programa de una materia de una carrera de ingeniería.

El grupo de especialistas que manejan y saben sobre explosivos es pequeño y las empresas que los diseñan y fabrican son contadas, esto origina que se generen compradores potenciales de sólo algunas compañías, que al adquirir el producto impulsan "la tecnología de uso" debilitando la tecnología de desarrollo.

Las escuelas que dan esos pequeños cursos o las empresas que los imparten cubren sólo metodologías de aplicación de los explosivos que existen en el mercado y se desprecupan por abrir programas de investigación y desarrollo dentro del país que promuevan el interés por crear expertos en esta área.

Existen suficientes carreras y disciplinas en México para impulsar el desarrollo de esta y de otras áreas sin necesidad de importar tecnología. Entre esas herramientas se encuentra la informática que a pesar de algunas dificultades que ha tenido para incorporarse al sector industrial y a nuevos campos de aplicación, está siendo valorada y reconocido su alcance potencial.

Es necesario interactuar con otras disciplinas para conocer las perspectivas de desarrollo de cualquier proyecto o actividad científica. La informática es una valiosa herramienta y la Inteligencia Artificial promete mucho más de lo que hasta ahora a dado. Los Sistemas Expertos y la Multimedia están siendo aplicados y desarrollados en otros países, como: Japón, Francia y Estados Unidos que además continúan ampliando sus áreas de aplicación.

La Inteligencia Artificial como disciplina propia tiene mucho aún por crecer y cada vez sustituye más funciones del hombre. Pero requiere a su vez de la intervención de otras áreas como la biología, por ejemplo, en su afán de conocer el funcionamiento de las neuronas cerebrales del ser humano para crear mecanismos de neuronas artificiales.

En el ambiente científico y comercial existen ya muchos paquetes computacionales que simplifican y disminuyen actividades laborales del hombre, entre estos se encuentra el Level 5 Object, descrito en esta tesis, el Nextpert Object, Visual Basic, M4 ó el Smalltalk que estructuran y programan el conocimiento trabajando en sí como sistemas expertos, facilitando el manejo de información de cualquier área y a cualquier nivel ofreciendo grandes ventajas en la inversión de tiempo y dinero, dando óptimos y eficientes resultados.

La información correspondiente a conceptos y metodologías y I.A. contenida en esta tesis no es del todo suficiente para conocer lo amplio, interesante, novedoso y útil que ha resultado ser dentro del desarrollo de la tecnología. Es un área muy profunda y es necesaria toda una carrera para dominarla. Profundizar en ella correspondería a otra tesis profesional. Pero la información presentada es suficiente para darla a conocer y mostrar que en el sector minero ya está siendo de gran utilidad.

La información correspondiente a explosivos fue recopilada y manejada de tal manera que sea clara para el usuario del sistema, conceptualizada y apoyada en el desarrollo de un árbol de conocimiento. Los usuarios a los que va dirigida se deberán desenvolver en el área de la ingeniería minera y civil.

Es importante mencionar que el haber decidido realizar este sistema tutorial en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (antes Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto de Ingeniería) de la UNAM tuvo entre sus principales objetivos introducir otra área, como lo es la

Inteligencia Artificial, que no fuera de las de Ciencias de la Tierra, y mostrar el alcance que se puede tener manejando dicha información.

No es suficiente este sistema, no está concluido, como tampoco lo están todos los desarrollados en el mundo. Pueden crecer mucho más o crear nuevas versiones a partir de las primeras gracias a la versatilidad de integración y actualización de información que ofrecen las herramientas del software.

RECOMENDACIONES

El presentar un contexto de cómo se han desarrollado e integrado los sistemas expertos enfocados a la minería en otros países, es un aliciente para que este trabajo, tanto el sistema TUTEXP como la tesis, por lo menos en la Facultad de Ingeniería, sirva como una introducción o como el inicio a la incorporación, de lo que ya ni siquiera es moderno de otras áreas.

Por último y sin olvidar la experiencia al realizar este trabajo, es necesario mencionar el limitado apoyo para desarrollar este *tema de tesis*, sin intención de describir un caso personal, el cual contó con el entusiasmo de dos o tres profesores. Esto reflejó la *casí* ausencia de estímulos para realizar investigación dentro de la carrera de Minas y Metalúrgia. Y es por ello la insistencia de explorar en otras áreas de la ingeniería para realizar investigación que impulse a la minería, como tema de tesis.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ, Lozano Federico "Los explosivos en la construcción". Fundación para la Enseñanza en la Construcción. A.C. Ed. por la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, UNAM. 1ª ed. México, D.F. 1990.
- BARQUERA, Trucios Leopoldo. "Manual de Explosivos y Demoliciones". Leopoldo Trucios Barquera, Mayor de Artillería D. E. M. Ed. por Ediciones ATENEO, S.A. 3ª ed. México, D.F. 1977.
- BRACHO, Felipe. "La Inteligencia Artificial en México" Ed. por el Instituto de Ingeniería de la UNAM., 1ª ed. México, D.F. 1992.
- DIETER, Nebendahl "Sistemas Expertos". parte 2. Experiencia de la Práctica. Título de la edición original en alemán: Experten-Systeme: Teil 2, Erfahrungen aus der Praxis Semens Aktiengesellschaft. Ed. MARCOMBO, S. A. 1ª ed. España 1991.
- DU PONT "Manual para el uso de explosivos". Título original: BLASTER'S HANDBOOK, Ed. por Du Pont de Nemours and Company, Inc, 3ª ed. México, D.F., 1987.
- GAGNÉ, M Robert, "La Planificación de la Enseñanza", Trillas y Leslie J. Briggs. Traduc. del inglés por Jorge Brash 6ª ed. 1996.
- GAINES, Brian "Computers and People Series" Ed. ACADEMIC PRESS. 2ª ed., USA, 1996.
- GAMBOA, Rodríguez Fernando. "Sistema Experto de Orientación Vocacional SEOV". Tesis Profesional para obtener el título de Ingeniero en Computación, dirigida por el Dr. Felipe Lara Rosano, Jefe de la Unidad de Posgrado y Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Facultad de Ingeniería, UNAM. México, D.F. 1993.
- HOEK, E.D.Sc. "Excavaciones Subterráneas en Roca". E. Hoek D. Sc/E.T. Brown Ph D. Título original: UNDERGROUND EXCAVATION IN ROCK, trad. de Raymundo Dely. Ed. por Libros McGraw-Hill de México, S.A. de C.V., 1ª ed. México, D.F. 1988.
- KEMPER, Valverde Nicolás "Sistema Experto Aplicado al Ahorro y Uso Eficiente de Energía e Iluminación Industrial. SEILUM". Tesis Profesional para obtener el título de Maestro en Ciencias. Dirigida por el Dr. Felipe Lara Rosano, jefe de la Unidad de Posgrado y Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, D.F. 1992.

- LANDA, Piedra Guillermo "Seguridad en el uso y manejo de explosivos". Apuntes de la materia de Seguridad e Higiene, Facultad de Ingeniería de la UNAM. México, D.F. s.f.
- LÓPEZ, Aburto Victor M. "Fundamentos para la Explotación de Minas". Apuntes de la asignatura Elementos para la Explotación de Minas. Facultad de Ingeniería. UNAM. México D.F. 1996.
- LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS Y SU REGLAMENTO. Actualizada. México, D.F. 1992.
- MARTÍNEZ, Angel "INTELIGENCIA ARTIFICIAL. LA GRAN GUÍA". De los Sistemas Expertos a las Redes Neuronales. Ed. GRUPO EDITORIAL JACKSON. 1ªed. España 1991.
- "MINERO NOTICIAS" El Mercado de los Explosivos Industriales. Marzo-abril 1992. num. 150 año 15. PUBLI-NEWS LATINOAMERICANA, S.A. DE C.V. México.
- "MINING" Edición en español; noviembre 1994. ISSN 0308 - 6631. Publicada por Mining Journal Ltd; London. pags. 10-17
- "MINING" Edición en español., abril 1995. ISSN 0308-6631. Publicada por Mining Journal Ltd, London. pags. 17-19.
- RICH, E. "Inteligencia Artificial". Titulo original: Artificial Intelligence. traducción de Jordi Bertrán Moros. Ed. por Gustavo Gili, S.A. 1ªed. Barcelona 1988.
- SEGADO, Angel "Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos". Manuales prácticos. Varios autores: Angel Segado, Casimiro Zaragoza, Fernando Ruiz, Jesús Pedraza, Juanjo Alba, Margarita Caffaratto... Ediciones Universidad y Cultura. 1ª ed. , Madrid 1990.
- TAKI Dib. Claudio, "Tecnología de la Educación" Ed. C.E.C.S.A. traducido del portugués por M. en C. Héctor A. Dominguez Alvarez. 3ªed. México, D.F. 1995.
- U.K. and J.S. "Intelligent Tutoring Systems" Ed. by D. Sleeman, University of Leeds, Cognitive and Instructional Sciences Xerox PARC, USA 1982.

ANEXO I

GLOSARIO DE TÉRMINOS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- Atributo:** Cualidad de un objeto; el color, por ejemplo es un atributo del objeto "materia".
- Base de Conocimientos:** Es un componente de un Sistema Experto que contiene el conocimiento formalizado.
- Clases (Class):** Objetos, llamados en Level 5 Object como *class*.
- Experto:** Persona de reconocido prestigio profesional que sirve como base para emprender un proceso de ingeniería del conocimiento.
- Frame:** Es un formalismo para representar el conocimiento, y sirve para describir objetos y clases de objetos por medio de atributos.
- Herramienta de Construcción de Sistemas Expertos (HCSE):** Programa que proporciona los mecanismos adecuados para construir un sistema experto. Igual que para realizar programas en Basic se emplea un intérprete de este lenguaje, para construir un sistema experto se emplea (normalmente) una HCSE.
- Heurística:** Lo que pretenden los métodos heurísticos de elección de reglas es dar información al sistema acerca de cómo se encuentra en cada instante y, lo que es más difícil, sobre cómo quedaría aplicando una determinada regla. Una vez que se posee esa información, el sistema puede escoger la regla que optimice su operación.
- Ingeniería del Conocimiento:** Proceso por el que un ingeniero el conocimiento extrae el saber de un experto y lo codifica según las facilidades que proporciona una *Herramienta de Construcción de Sistemas Expertos*.
- Ingeniero del Conocimiento:** Es el especialista que reúne el conocimiento especializado en un determinado tema y lo transfiere en una forma procesable para un programa. El ingeniero del conocimiento recopila información consultando a un experto humano para obtener el conocimiento, lo documenta y lo estructura, construyendo la base de conocimientos.
- Instancia (Instance):** Son características específicas de los atributos de un clase.
- Inteligencia Artificial (I.A.):** Concepto genérico para las técnicas y métodos de reproducción del conocimiento humano de resolución de problemas con programas de computo.
- Interfaz de Usuario:** Es la forma en que se presenta un sistema experto (y por extensión cualquier aplicación informática) al usuario.
- Lenguaje Natural:** Se refiere a cualquiera de los lenguajes que las personas emplean para comunicarse, típicamente aprendido durante el proceso de formación del individuo.
- LISP:** Acrónimo formado por LISt Processing. Un lenguaje de programación basado en el proceso de listas.

Motor de Inferencia: Es la parte de un sistema experto o de una HCSE que se ocupa de producir el encadenamiento de las reglas de la *base de conocimiento* de una forma previamente establecida.

Objeto: Definición de unidades de conocimiento que pueden ser descritos por una serie de atributos.

PROLOG: Acrónimo de PROgramming in LOGIC. Un lenguaje de programación basado en la lógica matemática.

Prototipo: Es la versión reducida de un sistema experto donde está ya aplicada una buena parte de la funcionalidad del sistema final y que sirve de medio de discusión de posteriores refinamientos entre usuarios y constructores.

Red Neuronal: Es un mecanismo de aprendizaje basado básicamente en la estructura del cerebro.

Red Semántica: Método para representar el conocimiento mediante objetos y por relaciones entre ellos.

Reglas de Producción: También conocidas como "reglas", son pedazos mínimos de conocimiento acerca de un problema. Concepto tomado de la psicología cognitiva para describir las reglas en forma "si ..., entonces ...". Es un formalismo utilizado en Sistemas Expertos para representar el conocimiento a través de la regla mencionada.

Representación del Conocimiento: Es el procedimiento por el cual se representa el conocimiento o la experiencia en los sistemas inteligentes de manera formalizada. Los formalismos para la representación del conocimiento son: Reglas de producción, Frames y Redes Semánticas.

Resolución General de Problemas: Método basado en la manipulación de expresiones lógico-simbólicas que pretenden encontrar mecanismos generales en la resolución de problemas.

Robótica: Ciencia que estudia y construye sistemas dotados de la funcionalidad que dan los sentidos humanos.

Shell: Es una clase de herramientas concebidas de tal forma que culminan en un Sistema Experto al añadir una base de conocimientos. Literalmente, es la "concha" de un Sistema Experto sin la base de conocimientos específica.

Sistema Experto: Es una rama de la I.A. y consiste básicamente en desarrollar un paquete computacional recopilando y utilizando el conocimiento y experiencia de un experto humano de una determinada materia o especialidad. Al paquete realizado se le puede consultar en los mismos términos que al experto humano.

ANEXO II

BASE DE CONOCIMIENTOS DE "TUTEXP"

SVERSION25

SLOCATIONS ARE PIXELS

CLASS Secc Amillas
WITH subterranos SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Barrera Texto := "Se perforan barrenos paralelos a la cara libre desde un nivel superior hasta otro inferior, se carga por el lateral y se dispersa hacia los relajes o ramuras

Las voladuras en bancos se llevan a cabo en depósitos de gran potencia, cuando se trata de minería subterránea, en los cuales el método de salones y pilares (que es un método de explotación de mineral) se utiliza en la primera etapa en la parte superior del depósito de mineral utilizando el método de bancos para tomar la parte inferior. La plantilla y técnica de voladura en este método es similar a los patrones utilizados en canchales y tajos abiertos, excepto que el precorte (o voladura ates) normalmente se usa en la línea final de excavación a lo largo de los pilares

END

WITH contrapiso SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Barrera Texto := "Los principios de la barrenación de galerías o secciones se aplican al contrapiso.
La cuña generalmente quemada o de martillo se perfora cerca del centro

En un contrapiso pequeño de cuatro por cinco pies, o similar, los cuatro barrenos de las esquinas representan típicamente el resto de la plantilla de barrenación

Dado que una cara típicamente cortada es mucho más segura que una fracturada y sacada en forma normal, una cuña perfectamente adecuada es de vital importancia

Si la cuña se perfora un poco más profunda y se le proporcionan buenos barrenos de alivio se aumenta la posibilidad de obtener una nueva cara bien sacada y más segura"

END

WITH secciones SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Barrera Texto := "Las barrenaciones con cuña quemada se utilizan casi exclusivamente en túneles con pequeña área de sección transversal, puesto que los barrenos se perforan paralelos a la línea central de la frente y permiten sacar barrenamientos más profundos

Es de gran importancia que todos los barrenos en una cuña quemada se perforen exactamente paralelos y a la distancia adecuada uno de otro

La cuña quemada generalmente se localiza cercana al centro de la cara. Sin embargo, para evitar perforar en la zona más fracturada de la cara es recomendable que se realice la cuña en voladuras alternadas

El área de la cuña es la zona con más alto potencial para encontrar explosivos quedados o no detonados y es más difícil de identificar

Por lo tanto, alternando la ubicación de la cuña en cada disparo se considera como una buena práctica de seguridad"

END

WITH tiros y pasos SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Barrera Texto := "La profundización de un tiro o un paso es uno de los trabajos de voladura más difíciles por muchas razones. Sin embargo, al igual que en todas las obras de desarrollo, la cuña juega un papel muy importante

En el diseño de barrenación de tiro y pasos se utiliza el método de banco, cuña quemada, cuña en ángulo y otros métodos. Los

siguientes dibujos muestran algunos de los variados métodos de barrenación."

END

WITH submarina SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Barrera Texto := "Se requiere de equipo especial para barrenar y disparar roca en aguas profundas.

Típicamente una plataforma flotante o bodega. Las unidades de perforación pueden colocarse en posiciones fijas a espaciamientos predeterminados o pueden adaptarse para que se muevan sobre vías a lo largo de la barca donde se requiera una mayor flexibilidad

El punto más importante en voladuras submarinas es perforar los barrenos hasta la profundidad adecuada bajo el nivel para asegurar que el equipo de excavación pueda dragar a nivel."

END

CLASS Secc Aplie
WITH uno SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Aplicaciones Texto := "Las canchales y las minas de tajo abierto producen la mayor parte de la roca y minerales requeridos para la construcción e industria de este país.

Dependiendo de la topografía del área, una canchera se desarrollará como una ladera de montaña o como un tajo

Desde el área es montañosa y la roca sobresale a canchera ase desarrollará aprendiendo una cara en uno de los lados de la montaña

El punto de entrada es generalmente en el fondo del yacimiento o en una veta muy gruesa. Un punto conveniente se elige para proporcionar un nivel casi a raíz del piso con tan solo el suficiente declive para drenaje natural

Entre los factores más importantes a considerar en este tipo de voladura son:

- La geología del material a ser extraído, debido a la velocidad sísmica y la fuerza de la roca, esta información se utiliza para determinar la cantidad de explosivos requerida

- El grado de fragmentación deseado dependiente del uso final del producto que se este mirando. En materia de tajo abierto desde un mineral o varios minerales están siendo extraídos de una misma matriz, es generalmente deseable lograr la máxima fragmentación. En las cancheras donde la roca será clasificada por tamaño para uso en la construcción, es generalmente indeseable producir un gran porcentaje de roca menor de 2 pulgadas de tamaño

- La selección del tamaño de diámetro del barrenos depende generalmente de la geología de la formación, el tamaño de fragmentación requerida, la altura de la frente de la canchera y economías en conjunto en relación a la inversión inicial y costos de operación"

END

WITH los SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Aplicaciones Texto := "Los trabajos de desarrollo en las minas generalmente se caracterizan por ser operaciones con una sola cara libre disponible para el movimiento del material explotado

Los canchales o secciones generalmente tienen área disponible en la sección transversal que da como resultado condiciones estrechas para la voladura

El paso más importante y difícil en el avance del acavón es el hacer una abertura en la cara sólida para producir un hueco y seguidamente cara o plano de alivio tan profundado como resulte práctico para avanzar en una sola barrenación

Este segundo plano de alivio, o hueco, se llama cuña. La cuña puede quebrarse y desplazarse hacia afuera para crear un hueco mediante un gran número de diferentes plantillas de barrenación. La cuña es la parte más importante de la voladura

El resto de los barrenos en la barrenación no puede quebrar en forma eficiente a menos que la cuña haya sido removida totalmente de

la cara. Esto crea que hueco para permitir la expansión y movimiento de los barrenos restantes."

END

WITH tres SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

Text OF Aplicaciones Texto: "La prospección sísmica, se basa en que la tierra se ha segregado en procesos geológicos en bloques de densidad y comportamiento elástico variable.
El propósito de la prospección sísmica es determinar irregularidades en los lechos tales como: fallas y pliegues que pueden servir como depósitos para la acumulación de petróleo y gas.

Un golpe repetitivo tal como el que produce una explosión, envía energía sísmica en todas direcciones.

Esa energía se divide al llegar a las fronteras de formaciones geológicas con diferentes impedancias acústicas (la densidad multiplicada por la velocidad sísmica).

Algo de la energía regresa a la superficie donde la detectan sensibles instrumentos electrónicos llamados geófonos.

Cuando estos geófonos se colocan cerca de la fuente de energía, para registrar la energía que viaja en una trayectoria esencialmente vertical, la técnica se llama método de reflexión."

END

WITH cuatro SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

Text OF Aplicaciones Texto: "Los túneles varían en tamaño de acuerdo al propósito para el cual se van a utilizar.

Aquellos utilizados para drenaje y servicios subterráneos pueden ser tan pequeños como de 1 20 mts. de diámetro, mientras que, los túneles para vehículos, trenes y derivación de agua pueden llegar a tener hasta 20 mts. de diámetro.

La sección transversal de la mayoría de los túneles es en forma de herradura o circular.

Los túneles, con una sección transversal menor de 10 mts. cuadrados se llevan a cabo con las mismas técnicas de barrenación y voladura utilizadas en la minería.

En el desarrollo de túneles más pequeños se favorece la barrenación con cánta quemada debido a la falta de espacio para posicionar el equipo y hacer una cuña en V.

Es una práctica común el barrenar por lo menos dos perforaciones de diámetro grande para alivio adicional.

Para túneles grandes se utilizan jumbos portátiles, ya sea sobre orugas o sobre ruedas de hule. Equipados con un número variable de máquinas para barrenar que pueden colocarse en la posición derecha en forma hidráulica para perforar el frente.

Estas máquinas generalmente tienen dos o tres pasos con brazos que se pueden doblar contra el macizo durante su desplazamiento.

Estas unidades generalmente se diseñan y construyen por el contratista para el área de la sección transversal de un túnel en particular."

END

WITH cinco SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

Text OF Aplicaciones Texto: "Los muros y las cimentaciones antiguas, tanto de tabique como de concreto pueden removerse más económicamente mediante el uso de explosivos, siempre y cuando, la losa de mampostería tenga cuando menos treinta centímetros de espesor.

Con un espesor menor a éste, el quebrado por medios mecánicos es generalmente más práctico. Los muros de tabique que son por lo general más livios de volar que los de concreto.

El método preferido es perforando una hilera de barrenos cerca del fondo del muro, aproximadamente a tres cuartas partes del espesor.

Como regla general, el espaciamiento entre los barrenos varía entre 90 y 120 mts. y la carga de molcho a un cartucho de explosivos,

dependiendo de la condición del muro y de la posibilidad de daño a estructuras vecinas.

El mejor procedimiento es efectuar unos pequeños disparos de prueba, usando un factor de carga de 0.15 kgts. por mts. cúbico que puede servir como guía."

END

WITH seis SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

Text OF Aplicaciones Texto: "La construcción de nuevas carreteras y puentes, frecuentemente requiere la demolición y retiro de edificios de puentes ya existentes, que por lo general, son de mampostería o de una combinación de mampostería y concreto. A menudo no se pueden abandonar simplemente, puesto que pueden interferir con la navegación en el río o con la nueva construcción.

En la mayoría de los casos es posible demolerlos con más economía mediante el uso de explosivos, que una localización atada, cada estribo puede romperse mediante un solo disparo. Sin embargo, si están en el agua, es aconsejable remover primero la porción seca y después la porción sumergida en el agua en un segundo disparo. El concreto antiguo puede ser difícil de barrenar, debido al gran porcentaje de piedra grande usualmente encastorado, así como los huecos vacíos en el material. Como resultado las porcelas de los barrenos pueden ser ásperas y requieren un cuidado adicional en su cargado."

END

CLASS Secc Descrip
WITH explosivo Base SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

Text OF Descrip Título: "EXPLOSIVO BASE"

Text OF Descrip Texto: "

Es el constituyente principal en la mezcla de ingredientes explosivos.

Consiste de una sustancia sólida o líquida, la cual, bajo la aplicación de una fuente de calor suficientemente intensa, o por el efecto de un golpe o choque, se convierte rápidamente en productos gaseosos acompañados de un desplazamiento de energía y de calor."

END

WITH Combustibles SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

Text OF Descrip Título: "COMBUSTIBLES"

Text OF Descrip Texto: "

Son sustancias que se oxidan a un explosivo base, con el objeto de quemar oxígeno en el balance de la reacción (porcentaje de oxígeno requerido para acompletar la conversión de calce a monóxido u bióxido de carbono e hidrógeno, en el agua). Una combinación de combustibles con un exceso de oxígeno en una mezcla explosiva, previene la formación de óxidos de nitrógeno, emanaciones que resultan ser sustancias altamente venenosas."

END

WITH Acarreadores SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

Text OF Descrip Título: "ACARREADORES DE OXIGENO"

Text OF Descrip Texto: "

Un acarreador de oxígeno asegura la oxidación completa del carbón en la mezcla explosiva, con objeto de prevenir la formación de monóxido de carbono.
La formación de óxidos de nitrógeno y/o de monóxido de carbono, además de ser inhaledables debido a sus emanaciones tóxicas, resultan en una producción pobre de calor durante el proceso de detonación de explosivos y nitrógeno. Un bajo calor de explosión, significa una reducción en la energía del explosivo durante su trabajo y, consiguientemente, una baja eficiencia durante el proceso de detonación."

END

WITH Anticuchos SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Descrip Titulo = "ANTILACIADOS"

text OF Descrip Texto = "

Se adicionan a las sustancias explosivas para incrementar su estabilidad durante el periodo de almacenamiento"

END

WITH Absorbentes SIMPLE

WHEN CHANGED

text OF Descrip Titulo = "AISORBIENTES"

text OF Descrip Texto = "

Son sustancias que se usan cuando se requiere absorber explosivos base en forma líquida (por ejemplo aserrín, algodón, tierras inertes, etc), con el objeto de hacerlos más estables para su manejo"

END

WITH Anticoagulantes SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Descrip Titulo = "ANTICONGELANTES"

text OF Descrip Texto = "

Para algunos tipos de explosivos cuyos destinos de operación son regiones árticas o extremadamente frías, estos componentes se adicionan para evitar el congelamiento de los compactos explosivos activos durante el almacenamiento y operación, cuya consecuencia se traduciría en la no inyección y degradación del producto."

END

CLASS Seed General

WITH Nitrogh SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Explosivo Titulo = "Nitrogliserina"

text OF Explosivo Prepara = "La nitrogliserina usualmente se nitrata a 25 grados centígrados o menos, agregándole muy despacio, a una mezcla de ácido nítrico, ácido sulfúrico y agua, por ejemplo, en una proporción de 40 / 50 / 10 / 5 (nitro / sulfúrico / agua). La nitrogliserina es el explosivo más peligroso en grandes cantidades"

text OF Explosivo Descompon = "La nitrogliserina se puede descomponer químicamente, adicionándole muy lentamente a una solución (equivalente a 10 veces su peso) de sulfuro de sodio al 18%.

Con la reacción se libera calor, eliminándose el peligro si se mantiene una agitación constante durante la incorporación de la nitrogliserina, y se continúa hasta que se acomplete la operación."

text OF Explosivo Toxicidad = "Altamente venenosa si se ingiere. El contacto con la piel, o la inhalación de sus vapores, puede resultar en fuertes dolores de cabeza debido a la dilatación de los vasos sanguíneos."

Esta particularidad hace que, medicinalmente preparada, sea recetada por los médicos cardiólogos a las personas que padecen de insuficiencia coronaria."

text OF Explosivo Usos = "INDUSTRIAL: Es el explosivo más común de todos aquellos que se emplean en la industria."

MILITAR: Como ingrediente propulsante en la fabricación de todo tipo de municiones"

ASK explosivos

END

WITH Nit SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Explosivo Titulo = "Trinitrotolueno (TNT)"

text OF Explosivo Prepara = "El TNT se prepara mezclando 294 gr de ácido sulfúrico y 145 gr de ácido nítrico a 30-40 grados centígrados con una buena agitación."

Después, se disuelve en 100 gr de ácido sulfúrico calentando a 50 grados centígrados, y en una mezcla de 54 5% de ácido nítrico y 45 5% de ácido sulfúrico bajo agitación.

La mezcla así formada, deberá mantenerse en agitación por espacio de 2 horas, después de las cuales, se enfriará, se filtrará y se lavará con agua."

text OF Explosivo Descompon = "La cantidad de TNT que se deseca descompon, se lava se agranda muy lentamente mientras se

agita, a una solución (equivalente a 30 veces su peso) que se prepara disolviendo una parte de sulfuro de sodio en 6 partes de agua."

text OF Explosivo Toxicidad = "Concentraciones de TNT arriba de 1 5 mg/oc resultan tóxicas, provocando vómito, hematúas, pérdidas de apetito y diarrea. El TNT puede tener también efectos nocivos sobre el hígado"

text OF Explosivo Usos = "INDUSTRIAL: Como explosivo base.

MILITAR: Cargas de demolición, cargas de profundidad (para ataques contra submarinos), granadas y torpedos"

ASK explosivos

END

WITH Polvoxa SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Explosivo Titulo = "Polvoxa Negra"

text OF Explosivo Prepara = "La fórmula original en una mezcla de nitrato de sodio o de nitrato de potasio (salitre), azufre y carbón vegetal."

La composición puede variar, pero esencialmente el porcentaje puede ser del orden de: azufre 10%, carbón 15% y salitre 75%."

text OF Explosivo Descompon = "La polvoxa negra podrá ser desensibilizada, lavándola con agua para disolver el nitrato de potasio."

Los productos del lavado deberán ser desechados por separado, debido a que los residuos de azufre y carbón son combustibles, aunque no explosivos por sí solos."

text OF Explosivo Toxicidad = "Cuando la polvoxa negra explota, produce cantidades considerables de humo y algunos gases, entre los cuales algunos son tóxicos, como el monóxido de carbono y el sulfuro de hidrogeno"

text OF Explosivo Usos = "INDUSTRIAL: Explosivo base,

dellaigante, camuleas, aceleradores de llama, etc."

MILITAR: Iniciadores de carga, aceleradores de llama"

ASK explosivos

END

WITH Nitro SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Explosivo Titulo = "Pentaeritrato/nitrato"

text OF Explosivo Prepara = "Para esta preparación, se deben disolver 1940 gr de formaldehído y 600 gr de acetilido, en 90 litros de agua que contenga 1600 gr de cal agrícola."

La reacción se acompleta en aproximadamente 3 semanas, agitando varias veces al día."

ASK explosivos

text OF Explosivo Descompon = "El PEFN se descompon químicamente, disolviéndolo en acetona (aproximadamente 8 veces su peso, para después quemar esta solución en un recipiente de poco fondo)"

text OF Explosivo Toxicidad = "Muy tóxico, puede causar convulsiones o bajar la presión sanguínea."

text OF Explosivo Usos = "INDUSTRIAL: Explosivo base, con fines detonantes, y estopines"

MILITARES: Empleados en la fabricación de proyectiles de pequeño calibre"

END

WITH Nitro SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Explosivo Titulo = "Fulminato de Mercurio"

text OF Explosivo Prepara = "Cinco gramos de Mercurio, se disuelven en 25 cc de ácido nítrico sin agitación, para después vaciar esta solución en 50 cc de alcohol etílico de 90 grados Gay Lussac."

text OF Explosivo Descompon = "Para poder descomponer el fulminato de mercurio, se debe vaciar agitando, una cantidad equivalente a cuando menos 10 veces su peso, en una solución al 20% de tiosulfato de sodio."

text OF Explosivo Toxicidad = "Extremadamente venenoso si se inhala o permeante en contacto directo con la piel, en cantidades mayores de 0.1 mg/m cubico"

Puede causar calambres, sequera, deterioro cerebral, y en caso extremo, después de un cierto periodo de tiempo, la muerte."

test OF Explosivo Usos = "INDUSTRIAL: Detonadores, estopines y como compuesto primario para iniciadores.

NOTA: Debido a su alta toxicidad, su empleo se encuentra casi eliminado de la industria de los explosivos."

ASK explosivos

END

WITH pictora SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

test OF Explosivo Titulo = "Acido Picrico"

test OF Explosivo Prepara = "Para la preparación de este sustancia explosiva, se emplea fenoil y ácido sulfúrico, para formar una mezcla de ácido fenosulfúrico, el cual posteriormente deberá ser nitrado."

test OF Explosivo Descompone = "El ácido picrico se descompone disolviendo 30 veces su peso, en una solución preparada con una parte de sulfuro de sodio en 6 partes de agua."

test OF Explosivo Toxicidad = "Los cristales de este ácido, pueden causar manchas color óxido en la piel y producir vapores irritantes."

test OF Explosivo Usos = "INDUSTRIAL: Explosivo base para sustancias explosivas de alta densidad.

MILITAR: Antiguamente, como relleno de proyectiles

Actualmente, se usa como una mezcla explosiva adicional."

ASK explosivos

END

WITH oxigeno SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

test OF Explosivo Titulo = "Oxígeno Líquido Explosivo"

test OF Explosivo Prepara = "El oxígeno líquido explosivo consiste de un cartucho de "barril de hierro", carbón vegetal o mineral, sumergido dentro del oxígeno líquido justo antes de ser cargado."

test OF Explosivo Descompone = "Por evaporación lenta del oxígeno."

test OF Explosivo Toxicidad = "El oxígeno líquido no debe ser empleado en zonas subterráneas o en lugares con poca ventilación, debido al alto contenido de monóxido de carbono contenido en las emanaciones producto de la detonación."

test OF Explosivo Usos = "INDUSTRIAL: Acarreador de oxígeno en la formulación de explosivos. Empleado en cañerías y taps abiertos como reemplazo de rocas."

ASK explosivos

END

WITH azide SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

test OF Explosivo Titulo = "Azide de Plomo"

test OF Explosivo Prepara = "El azide de plomo se precipita en una solución de 60 granos de bicarbonato, usando 60 partes de plomo y 50 partes de azide de sodio en solución."

test OF Explosivo Descompone = "Se disuelve en una solución al 10% de acetato de amonio y se agrega una solución al 10% de decrato de sodio o de potasio, hasta que ya no precipite más el acetato de plomo."

test OF Explosivo Toxicidad = "INDUSTRIAL: Explosivo base usado en la manufactura de estopines."

MILITAR: Agente iniciador de estopines en municiones militares y compuesto para cohetes."

ASK explosivos

END

WITH ciclotoma SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

test OF Explosivo Titulo = "Ciclotoma"

test OF Explosivo Prepara = "40 partes de hexametilenoctamina, se trinan con 30-50% de ácido nítrico y se pone a secar. Después, esta mezcla se disuelve en 240 partes de anhídrido acético y ácido de nitrato de amonio."

test OF Explosivo Descompone = "La ciclotoma se desactiva, agregándola muy lentamente a 25 veces su peso de hidróxido de sodio hervido, al 15% de dejando hervir por espacio de 1.5 horas."

test OF Explosivo Toxicidad = "La inhalación de la ciclotoma, puede causar desvanecimientos y convulsiones de tipo epiléptico. Deberá evitarse el contacto con la piel."

test OF Explosivo Usos = "Este explosivo se desarrolló con fines militares durante la segunda guerra mundial."

Se emplea fundamentalmente como detonador de cargas de base para proyectiles, como explosivo para bombas, y como ingrediente para la manufactura de explosivos plásticos."

ASK explosivos

END

WITH amonio SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

test OF Explosivo Titulo = "Nitrato de Amonio y Diesel

(ANFO)"

test OF Explosivo Prepara = "El nitrato de amonio se prepara mediante la neutralización de una solución acuosa de amoníaco con ácido nítrico y la evaporación de la solución."

El producto, el cual resulta muy puro, deberá ser secado en un "bueno tipo trommel, con una rejilla perforada para producir los granulos comerciales."

El ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil), se produce mediante la adición de 5% de diesel a las partes de nitrato de amonio, para "darle una masa pegajosa de granulos blizcos con una penetrante olor característico a diesel."

test OF Explosivo Descompone = "El ANFO se descompone con ácidos fuertes por medio de la liberación de amoníaco. Normalmente se emplea ácido sulfúrico para formar sulfato de amonio y ácido nítrico."

test OF Explosivo Toxicidad = "El ANFO resulta casi inofensivo al contacto con la piel, tampoco produce vapores tóxicos durante su manejo previo al cargado y detonación. Ingerido puede producir trastornos estomacales e irritación del tracto digestivo."

test OF Explosivo Usos = "INDUSTRIAL: Como carga detonante de columnas, como agente explosivo y como fertilizante."

MILITAR: Se emplea en la fabricación de bombas y proyectiles de gran calibre."

ASK explosivos

END

WITH glicol SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

test OF Explosivo Titulo = "Glicolimitrato"

test OF Explosivo Prepara = "El glicol -nitratado puede ser preparado por medio de la nitración del glicol -etileno, con ácido nítrico mezclado en el mismo aparato que se usa para la preparación de la nitroglicerina."

El glicol se prepara por medio de la síntesis del etileno clorhidrato."

test OF Explosivo Descompone = ""

test OF Explosivo Toxicidad = ""

test OF Explosivo Usos = "Ingrediente anticongelante para las dinamitas."

ASK explosivos

END

WITH nitrocelulosa SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

test OF Explosivo Titulo = "Nitrocelulosa (Gun-Cotton)"

test OF Explosivo Prepara = "La nitrocelulosa se prepara con las pelusas y sobranes del segundo corte del algodón, con un contenido de humedad menor al 0.5%, se nitratan por inmersión en una mezcla de ácido en las siguientes condiciones: relación de la mezcla ácido a algodón: 55 a 1, composición aprox. de la mezcla ácido: H2SO4-56.8% (INO3)-22.5% agua-10%. Tiempo del ácido al empezar: 34 grados Celsius.

Tiempo de nitración: 24 minutos."

test OF Explosivo Descompone = "La nitrocelulosa se puede degradar, incorporándola sin dejar de agitar, a 5 veces su peso de una solución al 10% de hidróxido de sodio calentada a 70 grados Celsius."

La agitación deberá continuar por espacio de 15 minutos más después de que haya sido adicionada la nitrocelulosa."

text OF Explosivo Toxidad :=
text OF Explosivo Usos := "INDUSTRIAL: Explosivo base y agente gelatinizador."
ASK explosivos
END

CLASS Secc Histora

WITH Polvora Negra SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Historia Titulo := "POLVORA NEGRA"

text OF Historia Fechas := "80 A. C.

alrededor

1300 D.C

después

1300

1613

1675

1696

1760 - 1830

1802:

text OF Historia Texto := "Se reclama la invención de la pólvora negra, o alguna mezcla muy similar, entre los chinos, griegos y arabes. Su uso fundamental era la producción de fuegos pirotécnicos, cohetes y algunos otros artificios similares. Roger Bacon en Inglaterra, empieza a mezclar pólvora negra, pero aparentemente no desarrolló su potencial. En fecha posterior, Berthold Schwarz, en Alemania, es considerado el primero en usar pólvora negra como un propulsor para armas de fuego. Uso y desarrollo de las armas de fuego como material bélico. Martin Wegle, superintendente de minas en las montañas de Hartz, sugiere la barbotación en masa, para cargarla posteriormente con pólvora negra y detonarla, produciendo con ello el fraccionamiento de la masa. Se instala el primer molino de pólvora negra en Milton, colonia del estado de Massachusetts, a seis millas de Boston. Uso en la construcción de armerías y cañones en Suiza. El uso de la pólvora negra es ampliamente difundido en la minería en la construcción y en la limpieza de áreas boscosas, pero la falta de accidentes era muy alta. Se instala la compañía de explosivos Du Pont en Wilmington, Delaware."

END

WITH Dinamita SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Historia Titulo := "DINAMITA"

text OF Historia Fechas := "1850

1860

1870 - 1880

1908

1925

1950

1974"

text OF Historia Texto := "Ascenzo Sobrero de Italia, descubre la nitroglicerina, que dio origen en mucha forma al desarrollo de los actuales explosivos de alta potencia. Alfredo Nobel, químico sueco, inventa la dinamita con una base inerte de arenas silíceas. Johan y Odhson y Johan Norblin también quince años posteriores el "amoniatado", que era un explosivo con una base de nitrato de amonio. Chioden en Estados Unidos, inventa una base activa para dinamitas, igual o parecida a la de Nobel. Se introducen los primeros explosivos permisible en los Estados Unidos, aplicables a la minería del carbón. En Europa, también se introducen los primeros compuestos de T.N.T. (trinitrotolueno). Las primeras dinamitas de bajo punto de congelación son empleadas en trabajos superficiales en los Estados Unidos y Canadá, evitando los problemas de congelación de las substancias explosivas. Nitrato de Amonio, combinado con varios combustibles, reemplazó grandes cantidades de dinamita de nitroglicerina. Las Hidrogeles (Water gels) se comercializaron la compañía Du Pont muestra planes para retirarse del negocio de dinamitas en favor de un nuevo explosivo hidrogel. "Tovex."

END

WITH Diap Ini SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Historia Titulo := "DISPOSITIVOS DE INICIACION"

text OF Historia Fechas := "1745

1810

1811

1864 - 1867

1870's

1920's

1930's

1945

1948

1950

1960

1976

1980's"

text OF Historia Texto := "El doctor Watson de la Sociedad Real de Inglaterra hizo explotar pólvora negra mediante una chispa eléctrica. Moses Shaw patentó la iniciación eléctrica de la pólvora negra por medio de una chispa eléctrica a través de fulminato de plata y pólvora. Willian de Inglaterra, inventa la primera mecha de seguridad para nuevos (cañuela). Almirante Nobel desarrolló un método de iniciar la nitroglicerina, y más tarde cápsulas de fulminato de mercurio, el primer detonador comercial. II Julius Smith introdujo con éxito los fulminantes eléctricos iniciados con alambre-puente y desarrolló una máquina explosora portátil de tipo generador. Introducido por II. Julius Smith, los Estopines Eléctricos de Retardo utilizando mecha de seguridad como núcleo de retardo. Se introducen Estopines Eléctricos de Retardo de desfogge con núcleo de tiempo interno y de mayor uniformidad. Aparecen los estopines de retardo sin desfogge. Mc Farland, de la Atlas Co. desarrolla los primeros retardadores de periodo corto. El uso de máquinas explosoras del tipo de descarga del condensador reemplazan una gran parte de las de tipo de generador. Se desarrollan coqueletes de retardo para cordón detonante que proporcionan una densa bastante precisa del cordón detonante. Introducción del cordón detonante de baja energía. Se usan los fulminantes de retardo no eléctricos. Se desarrolla el Sistema Nobel (Non Electrical Device), que consiste en iniciadores no eléctricos."

END

WITH Nitrato Amonio SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Historia Titulo := "NITRATO DE AMONIO E

HIPOCLORES"

text OF Historia Fechas := "1867

1873

1885

1955

1956

1959 - 1962

1963

1972

1974 en día"

text OF Historia Texto := "Johan Norblin y Johan V. Ohlson patentan el uso del nitrato de amonio con varios sensibilizadores y nitrocelulosa. Alfredo Nobel patentó el uso de ingredientes sólidos, (coque y parafina), para impermeabilizar la dinamita de nitrato de amonio. En 1872 patentó el uso del nitrato de amonio en las gelatinas. Pennington introduce métodos para recibir el nitrato de amonio mezclándolo con parafina mostrando la resistencia al agua. El Nitrato de Amonio y mezclas de combustible carbonoso son introducidos en mezclas secas. Se desarrolla la alambre por Maunon Colliers, explosivo casero consistente en una mezcla de nitrato de amonio y carbón vegetal. Le Clair de Cleveland, Ohio, Cliffs y Cooley disparan por primera vez una mezcla de nitrato de amonio y diesel, descubriendo el ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil). Se desarrollaron las alambres explosivos y de nitrocarbonato, inicialmente preparada en plantas, y después mezcladas en camiones mezcladoras

para su transporte y cargado directo en los barrenos. La IRECO
Química, coloca en operación el primer camión automático para el
manejo de gelatinas y slurries. Empezó el desarrollo de las gelatinas
de alta energía, (metanol, tolex, nitropropeno, glicoloxiacetato, y el
acidoaminico). En la tecnología de los explosivos, (gelatinas de alta y
baja densidad, hidrogeles, artificios de iniciación, etc) se ha logrado
desarrollar tan substanciales que es posible llegar a tener productos
verdaderamente especiales para su aplicación en las condiciones
específicas de las diferentes operaciones industriales."
END

CLASS Secc Ingredientes

WITH Primera SIMPLE:

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF General Titulo = "1ra PARTE"

text OF General Quimicos = "Dinitrato Etilenoglicol

Nitrocelulosas

(Gun-Cotton)

TetraNitroglicerina

Nitrosatochi

Tritrotololano (TNT)

Pulvo Metálico de Aluminio

Polvera Negra

Pentametratetrauro

(PETN)

Azule de Plomo

Fulminato de Mercurio

Nitrato de Amonio

Oxigeno Líquido

Nitrato de Sodio

text OF General Textos = "Explosivo base de bajo punto de

congelación. Explosivo Base Agente gelatuzante.

Explosivo base de bajo punto de congelación

Explosivo Base

Explosivo Base

Sensatizador de combustible: Se usa para producir slurry de alta
densidad.

Explosivo base deflagrante

Explosivo base para producir fulminantes y cordón detonante

Exp. base para prod. fulminantes y cordón detonante.

Exp. base para prod. fulminantes y cordón detonante.

Agente explosivo acreador de oxigeno

Agente explosivo acreador de oxigeno

Agente explosivo acreador de oxigeno y reductor del punto de
congelación."

END

WITH Segunda SIMPLE:

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF General Titulo = "2da PARTE"

text OF General Quimicos = "Nitrato de Potasio

Carbón Vegetal

Carbón Mineral

Parafina

Azufre

Anilite

Palpa de Madera

Kieselgur

Ois

Carbonato de Calcio

Oxido de Zinc

Cloruro de Sodio"

text OF General Textos = "Acreador de Oxigeno.

Combustible

Combustible

Combustible

Combustible

Combustible y absorbente

Absorbente

Antiácido

Antiácido

Antiácido

Depositor de flama para explosivo permisible "

END

CLASS Secc Instrumentos

WITH galvanometro SIMPLE:

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Instrumento Titulo = "GALVANOMETRO"

text OF Instrumento Texto = "El galvanometro sirve para probar
cada uno de los estopines eléctricos

y también para determinar si un circuito de voladura está cerrado o
no, está en condiciones para el disparo. Además sirve para
localizar alambres rotos, conexiones defectuosas y cortos circuitos, así
como para medir la resistencia aproximada del circuito. Si se requiere
mayor exactitud en los datos obtenidos por el galvanómetro, se
puede usar el ohmmetro, que posee dos escalas de resistencia, una baja
(de 0 a 100 ohms) y otra alta (de 0 a 1000 ohms), con lo cual se amplia
el alcance de medición de resistencia."

END

WITH multmetro SIMPLE:

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Instrumento Titulo = "MULTIMETRO"

text OF Instrumento Texto = "El multmetro es un aparato
diseñado para medir resistencias, voltajes y corrientes en operaciones
de voladuras eléctricas. Su sensibilidad es muy alta, por lo que tiene un
amplio alcance en sus mediciones. Sus principales usos son:

- Examinar los sitios de voladura para localizar corrientes extrañas

- Analizar las resistencias de los circuitos.

- Ejecutar pruebas de resistencia en la determinación de riesgos por

electricidad estática

- Probar líneas de conducción

- Probar la continuidad y la resistencia de estopines y circuitos
eléctricos

- Medir voltajes.

- Como galvanómetros."

END

WITH rostatro SIMPLE:

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Instrumento Titulo = "Ri-OSTATRO"

text OF Instrumento Texto = "El rostatro se utiliza para probar la
eficiencia de una máquina explosora de tipo generador. Está formada
por una serie de bobinas de resistencia variable. Cada resistencia tiene
una placa que indica su valor en ohms y su número equivalente de
estopines eléctricos

Para usar el rostatro, primeramente se conecta dos o cuatro
estopines en serie con las resistencias del condensador de manera que la
resistencia total se ajuste a la que tendrá el número total de estopines
para los que la máquina fue diseñada para disparar. En seguida se
conecta el circuito a la máquina explosora y se dispara, si detonan los
estopines puede concluirse que la explosora está en condiciones
adecuadas para la operación de voladuras. Al hacer la prueba se
debe proteger la gente de la explosión de los estopines."

END

CLASS Secc Propiedades

WITH Fuerza SIMPLE:

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Propiedades Titulo = "FUERZA O POTENCIA"

text OF Propiedades Texto = "La fuerza o potencia se define

como la cantidad de energía contenida en un explosivo, y el trabajo que
está en capaz de realizar. El término potencia ha sido empleado
usualmente por los fabricantes de explosivos para describir los
diferentes grados de explosivos en el

mercado. Clasificación comercial de la fuerza de un explosivo

Fuerza en peso: Comparar al explosivo en base a su peso.

Fuerza en cartucho o a granel: Comparar el explosivo en base a su

volumen.

La fuerza o potencia, son comúnmente expresados en porcentajes, tomando a la dinamita nitrolicerinada pura como estándar de comparación para ambos sistemas.
Pruebas realizadas en el laboratorio, indican el número de cartuchos de determinada fuerza necesarios para igualar un cartucho de diferente fuerza."

END
WITH Densidad SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN
text OF Propiedades Titulo = "DENSIDAD"
text OF Propiedades Texto = "

La densidad determina la cantidad necesaria y suficiente se se debe alojar en un barrero, media está en gr/cc. Existen tablas que determinan aproximadamente cuantos kilogramos de explosivos se cargarán por metro lineal de barrero. Relaciona la densidad del explosivo (gr/cc) y el diámetro del barrero (cm in) son los kilogramos de explosivos por metro cargado de barrero."

END
WITH Velocidad de tiro SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN
text OF Propiedades Titulo = "VELOCIDAD DE

DETONACION

text OF Propiedades Texto = "La velocidad de detonación de un explosivo es la velocidad, en pies por segundo o metros por segundo, a la cual viaja la onda de detonación a través de una columna de explosivo. La velocidad de detonación se puede clasificar en Confinada y No confinada. En espacios abiertos o espacios confinados.

No confinada En espacios abiertos de

- Densidad
- Tipo de producto
- Diámetro
- Tamaño de la partícula"

END

WITH Sensibilidad SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN
text OF Propiedades Titulo = "SENSIBILIDAD"

text OF Propiedades Texto = "La sensibilidad es la medida de facilidad de iniciación

- Medidas de sensibilidad
- Pruebas de caída
- Pruebas de bola
- Pruebas de fricción"

END

WITH Resist al agua SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN
text OF Propiedades Titulo = "RESISTENCIA AL AGUA"

text OF Propiedades Texto = "La resistencia al agua es el número o de horas que el explosivo puede hallarse cargado en agua estática y aun ser detonado confiablemente.

La resistencia al agua de un producto depende de:
El tipo de empaque. Si el agua es estática. Profundidad a la que estará sometido el explosivo.

Tiempo de inmersión. Los explosivos comerciales difieren ampliamente en su habilidad para resistir el efecto de la penetración del agua. Por consiguiente, deben considerarse las características particulares de cada acción de voladura.

Las cifras de resistencia al agua, deberán ser empleadas solamente como guías, ya que las condiciones de campo varían de un lugar a otro."

END

WITH Emanaciones SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN
text OF Propiedades Titulo = "EMANACIONES"

text OF Propiedades Texto = "Se les llaman emanaciones a los gases que se originan por la detonación de explosivos. Ciertos gases, hidrógeno, óxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, estos dos últimos venenosos. Los gases tóxicos no

deben ser confundidos con humo, el cual está compuesto principalmente de vapor y de los productos sólidos de combustión. Aun cuando el humo no es tóxico, la exposición excesiva al humo, especialmente el producido por la dinamita, puede causar severos dolores de cabeza y deberá ser evitado. Tanto la naturaleza como la cantidad de gases venenosos varían en los diferentes tipos y clases de explosivos. Factores que pueden incrementar los gases tóxicos: Fórmula pobre del producto, Cebado inadecuado, Falta de resistencia al agua, Falta de confinamiento, Reacción incompleta del producto, Resaca de la roca"

END
WITH Flamabilidad SIMPLE
WHEN CHANGED

BEGIN
text OF Propiedades Titulo = "FLAMABILIDAD"

text OF Propiedades Texto = "Esta propiedad se refiere a la facilidad con la cual un explosivo o agente de voladura puede ser iniciado mediante calor.
Por ejemplo

DINAMITA _____ calor _____ DETONACION

HIDROGELES _____ TENDENCIA

MINOR DE DETONACION _____ Forma continua de flama"

END

WITH Presion de tiro SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF Propiedades Titulo = "PRESION DE DETONACION"

text OF Propiedades Texto = "Esta es considerada como la presión en la zona de choque adelante de la zona de reacción, usualmente en kilogramos. Esta se fragmenta en cuestión de segundos y es esta la que fragmenta o desplaza las partículas de la zona adelante. Esta presión está en función de la densidad, velocidad de detonación y velocidad de partícula del explosivo. La presión de detonación puede ser calculada, en forma aproximada, con la siguiente fórmula:

$$P = 2.5 \text{ (densidad)}^3 \times D^3 \times 10 \text{ (E-6)}$$

(E-6 = presión de detonación (kilobars)
densidad en (gr/cc)
D = velocidad (m/s)

Esta presión está relacionada con el nivel de esfuerzo en el material que va a ser volado, lo cual es un factor importante en la implementación. Lo es también en el cebado, para una iniciación efectiva y confiable. Sin embargo, la presión de detonación no deberá confundirse con la presión de explosión, la cual es la presión después de la expansión adiabática que vuelve al volumen original del explosivo."

END

CLASS Secc igras

WITH mecánica SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF igras texto = "En roca blanda o materiales blandos donde máquinas con barras cortadas a efecto uno o más cortes verticales en la cara a la profundidad deseada de la barrenación, la cantidad de avance por rotación está limitada por la profundidad de este corte. Los barrenos se perforan a la profundidad del corte y por medio de una sucesión de retrotes se van dispersando como lozas hacia el costado. Como la suela se renueva sin el uso de explosivos, este tipo de barrenación requiere menos barrenos reduciendo por lo tanto el factor de carga."

END

WITH quemada SIMPLE

WHEN CHANGED

BEGIN

text OF igras texto = "Este es un grupo de barrenos perforados cercados uno a otro, paralelos a la dirección de avance y perpendicular a la cara existente. Son disparados en el centro de la

cara o cerca de él para quebar una abertura aproximadamente cilíndrica a toda la profundidad de la barra encañada. Es importante que los barrenos de la cuña quemada se performen en forma exacta y paralelos uno a otro. La localización inexacta de los barrenos de la cuña quemada puede dar como resultado "choclosones". Los barrenos que nivelan el área de la cuña tienen una secuencia para dispararse posteriormente y quebar hacia esta nueva abertura que se le creó.

```

END
WITH angulo SIMPLE
  WHEN CHANGED
  BEGIN
    text OF ligam texto = "La cuña en ángulo es un grupo de barrenos perforados a diversos ángulos inclinados en relación a la cara para proporcionar la mayor libertad de movimiento posible de la roca.

```

Demora de las cuñas en ángulo se incluye la cuña en V, la pirámide y la de martillo. Generalmente las cuñas en ángulo requieren menos barrenos y menos factor de carga que las cuñas quemadas

Un embargo, son también más difíciles de perforar y requieren de números más experimentados."

```

END
ATTRIBUTE negro de humo SIMPLE
ATTRIBUTE chocolates SIMTLE

```

INSTANCE the application ISA application

```

WITH unknowns fail = TRUE
WITH threshold = 50
WITH rule display = logo
WITH ignore break points = FALSE
WITH reasoning on = FALSE
WITH numeric precision = 8
WITH simple query text = "Is it true that
* is ** WITH numeric query text = "What is(are) * of ** WITH
string query text = "What is(are)
* of ** WITH time query text = "What is(are).
* of ** WITH interval query text = "What is(are)
* of ** WITH compound query text = "What is(are)
* of ** WITH multicomponent query text = "What is(are)
* of ** WITH derived strategy is fire first
WITH viable file menu = TRUE

```

INSTANCE logo ISA display

```

WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] := picturebox 1

```

INSTANCE advertencia ISA display

```

WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] := logotipo
WITH items [2] := textobx 1
WITH items [3] := textobx 2
WITH items [4] := textobx 3
WITH items [5] := textobx 4
WITH items [6] := position 1
WITH items [7] := texto logo

```

INSTANCE menu p ISA display

```

WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] := menu5
WITH items [2] := menu4
WITH items [3] := menu3
WITH items [4] := menu2
WITH items [5] := hyperregion 1
WITH items [6] := sombrea 2
WITH items [7] := sombrea
WITH items [8] := logotipo
WITH items [9] := guia
WITH items [10] := picturebox 3
WITH items [11] := texto logo
WITH items [12] := textobx 7
WITH items [13] := textobx 8

```

INSTANCE historia ISA display

```

WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] := hyperregion 9
WITH items [2] := hyperregion 8
WITH items [3] := hyperregion 7
WITH items [4] := hyperregion 6
WITH items [5] := textobx 22
WITH items [6] := logotipo
WITH items [7] := texto logo
WITH items [8] := regreso
WITH items [9] := textobx 9
WITH items [10] := textobx 21
WITH items [11] := textobx 10
WITH items [12] := textobx 23
WITH items [13] := Historia Titulo
WITH items [14] := Historia Fechas
WITH items [15] := Historia Texto

```

INSTANCE tipos ISA display

```

WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] := hyperregion 12
WITH items [2] := hyperregion 11
WITH items [3] := hyperregion 10
WITH items [4] := sombrea azul
WITH items [5] := logotipo
WITH items [6] := texto logo
WITH items [7] := regreso
WITH items [8] := textobx 11
WITH items [9] := textobx 12
WITH items [10] := picturebox 4
WITH items [11] := textobx 27

```

INSTANCE accesorios ISA display

```

WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] := hyperregion 47
WITH items [2] := hyperregion 46
WITH items [3] := hyperregion 45
WITH items [4] := hyperregion 44
WITH items [5] := hyperregion 43
WITH items [6] := hyperregion 42
WITH items [7] := logotipo
WITH items [8] := texto logo
WITH items [9] := regreso
WITH items [10] := textobx 13
WITH items [11] := textobx 14
WITH items [12] := picturebox 5
WITH items [13] := textobx 68
WITH items [14] := textobx 69

```

INSTANCE metadatos ISA display

```

WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] := hyperregion 55
WITH items [2] := hyperregion 54
WITH items [3] := hyperregion 53
WITH items [4] := hyperregion 52
WITH items [5] := hyperregion 51
WITH items [6] := hyperregion 50
WITH items [7] := hyperregion 49
WITH items [8] := hyperregion 48
WITH items [9] := logotipo
WITH items [10] := texto logo
WITH items [11] := regreso
WITH items [12] := textobx 15
WITH items [13] := textobx 16
WITH items [14] := textobx 147
WITH items [15] := textobx 148
WITH items [16] := textobx 149
WITH items [17] := textobx 150
WITH items [18] := textobx 151
WITH items [19] := textobx 152

```

```

WITH items [20] = textbox 153
WITH items [21] = textbox 154
INSTANCE aplicaciones ISA display
WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] = loguito
WITH items [2] = texto logo
WITH items [3] = regresa
WITH items [4] = textbox 17
WITH items [5] = textbox 18
WITH items [6] = pushbutton 37
WITH items [7] = pushbutton 38
WITH items [8] = pushbutton 39
WITH items [9] = pushbutton 40
WITH items [10] = pushbutton 41
WITH items [11] = pushbutton 42
WITH items [12] = Aplicaciones Texto
INSTANCE propiedades ISA display
WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] = hyperregion 29
WITH items [2] = hyperregion 19
WITH items [3] = hyperregion 18
WITH items [4] = hyperregion 17
WITH items [5] = hyperregion 16
WITH items [6] = hyperregion 15
WITH items [7] = hyperregion 14
WITH items [8] = hyperregion 13
WITH items [9] = loguito
WITH items [10] = texto logo
WITH items [11] = regresa
WITH items [12] = boton tipon
WITH items [13] = textbox 29
WITH items [14] = textbox 30
WITH items [15] = textbox 31
WITH items [16] = textbox 32
WITH items [17] = Propiedades Titulo
WITH items [18] = Propiedades Titulo
WITH items [19] = textbox 35
INSTANCE ingredientes ISA display
WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] = loguito
WITH items [2] = texto logo
WITH items [3] = boton tipon
WITH items [4] = regresa
WITH items [5] = textbox 36
WITH items [6] = textbox 37
WITH items [7] = pushbutton 4
WITH items [8] = pushbutton 5
WITH items [9] = textbox 38
INSTANCE oomunes ISA display
WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] = hyperregion 41
WITH items [2] = hyperregion 40
WITH items [3] = hyperregion 39
WITH items [4] = hyperregion 38
WITH items [5] = hyperregion 35
WITH items [6] = hyperregion 37
WITH items [7] = hyperregion 34
WITH items [8] = hyperregion 33
WITH items [9] = hyperregion 32
WITH items [10] = hyperregion 31
WITH items [11] = hyperregion 30
WITH items [12] = hyperregion 29
WITH items [13] = loguito
WITH items [14] = texto logo
WITH items [15] = boton tipon
WITH items [16] = regresa
WITH items [17] = textbox 54
WITH items [18] = textbox 55
WITH items [19] = textbox 56
WITH items [20] = textbox 57
WITH items [21] = textbox 58
WITH items [22] = textbox 59
WITH items [23] = textbox 60
WITH items [24] = textbox 61
WITH items [25] = textbox 62
WITH items [26] = textbox 63
WITH items [27] = textbox 64
WITH items [28] = textbox 65
WITH items [29] = textbox 66
WITH items [30] = textbox 67
WITH items [31] = UNDETERMINED
INSTANCE descripcion ISA display
WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] = hyperregion 26
WITH items [2] = hyperregion 25
WITH items [3] = hyperregion 24
WITH items [4] = hyperregion 23
WITH items [5] = hyperregion 22
WITH items [6] = hyperregion 21
WITH items [7] = loguito
WITH items [8] = texto logo
WITH items [9] = textbox 39
WITH items [10] = textbox 40
WITH items [11] = regresa
WITH items [12] = pushbutton 6
WITH items [13] = pushbutton 7
WITH items [14] = textbox 41
WITH items [15] = textbox 42
WITH items [16] = Descrip Texto
WITH items [17] = Descrip Titulo
WITH items [18] = textbox 45
INSTANCE Description ingredientes ISA display
WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] = hyperregion 28
WITH items [2] = hyperregion 27
WITH items [3] = loguito
WITH items [4] = texto logo
WITH items [5] = regresa
WITH items [6] = pushbutton 7
WITH items [7] = pushbutton 6
WITH items [8] = textbox 46
WITH items [9] = textbox 47
WITH items [10] = General Quimicos
WITH items [11] = General Textos
WITH items [12] = textbox 50
WITH items [13] = textbox 51
WITH items [14] = General Titulo
WITH items [15] = textbox 53
INSTANCE iniciadores ISA display
WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] = loguito
WITH items [2] = texto logo
WITH items [3] = textbox 70
WITH items [4] = textbox 71
WITH items [5] = regresa
WITH items [6] = boton accesorios
WITH items [7] = oprima el boton
WITH items [8] = pushbutton 10
WITH items [9] = pushbutton 11
WITH items [10] = pushbutton 12
INSTANCE detecciones ISA display
WITH wait = TRUE
WITH delay changes = TRUE
WITH items [1] = loguito
WITH items [2] = texto logo

```

WTTT items [3] := regresa
WTTT items [4] := boton accesorios
WTTT items [5] := textbox 72
WTTT items [6] := textbox 73
WTTT items [7] := oprima el boton
WTTT items [8] := pushbutton 14
WTTT items [9] := pushbutton 15
WTTT items [10] := textbox 109

INSTANCE corrugadoras ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := boton accesorios
WTTT items [4] := regresa
WTTT items [5] := textbox 74
WTTT items [6] := textbox 75
WTTT items [7] := textbox 130
WTTT items [8] := textbox 131

INSTANCE explosoras ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := regresa
WTTT items [4] := botones accesorios
WTTT items [5] := textbox 76
WTTT items [6] := textbox 77
WTTT items [7] := oprima el boton
WTTT items [8] := textbox 132
WTTT items [9] := pushbutton 19
WTTT items [10] := pushbutton 20
WTTT items [11] := pushbutton 21

INSTANCE instrumentos prueba ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := botones accesorios
WTTT items [4] := regresa
WTTT items [5] := textbox 78
WTTT items [6] := textbox 79
WTTT items [7] := textbox 142
WTTT items [8] := oprima el boton
WTTT items [9] := Instrumento Texto
WTTT items [10] := Instrumento Titulo
WTTT items [11] := pushbutton 23
WTTT items [12] := pushbutton 24
WTTT items [13] := pushbutton 25

INSTANCE maillas ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := regresa
WTTT items [4] := botones accesorios
WTTT items [5] := textbox 80
WTTT items [6] := textbox 81
WTTT items [7] := textbox 143
WTTT items [8] := textbox 146

INSTANCE explosivos ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := regresa

WTTT items [4] := boton tipos
WTTT items [5] := pushbutton 9
WTTT items [6] := textbox 82
WTTT items [7] := Explosivo Titulo
WTTT items [8] := textbox 84
WTTT items [9] := textbox 85
WTTT items [10] := textbox 86
WTTT items [11] := textbox 87
WTTT items [12] := Explosivo Prepara
WTTT items [13] := Explosivo Descompone
WTTT items [14] := Explosivo Toxicidad
WTTT items [15] := Explosivo Usos

INSTANCE mecha seguridad ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := regresa
WTTT items [4] := botones accesorios
WTTT items [5] := pushbutton 13
WTTT items [6] := textbox 93
WTTT items [7] := textbox 94
WTTT items [8] := textbox 95
WTTT items [9] := textbox 96
WTTT items [10] := picturebox 6

INSTANCE ignitcord ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := regresa
WTTT items [4] := botones accesorios
WTTT items [5] := pushbutton 13
WTTT items [6] := textbox 97
WTTT items [7] := textbox 98
WTTT items [8] := textbox 99
WTTT items [9] := textbox 100
WTTT items [10] := picturebox 7

INSTANCE ordon detonante ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := regresa
WTTT items [4] := botones accesorios
WTTT items [5] := pushbutton 13
WTTT items [6] := textbox 101
WTTT items [7] := textbox 102
WTTT items [8] := textbox 103
WTTT items [9] := textbox 104
WTTT items [10] := picturebox 8
WTTT items [11] := textbox 105
WTTT items [12] := textbox 106

INSTANCE no electricos ISA display

WTTT wait := TRUE
WTTT delay changes := TRUE
WTTT items [1] := loguito
WTTT items [2] := texto logo
WTTT items [3] := regresa
WTTT items [4] := botones accesorios
WTTT items [5] := pushbutton 16
WTTT items [6] := textbox 107
WTTT items [7] := textbox 108
WTTT items [8] := textbox 110
WTTT items [9] := textbox 111

INSTANCE electricos ISA display


```

WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regresa
WITH items [4] := boton accesorios
WITH items [5] := pushbutton 16
WITH items [6] := textbox 114
WITH items [7] := textbox 115
WITH items [8] := textbox 116
WITH items [9] := textbox 117
WITH items [10] := pushbutton 17

```

```

INSTANCE estopines ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := boton accesorios
WITH items [4] := regresa
WITH items [5] := pushbutton 18
WITH items [6] := textbox 112
WITH items [7] := textbox 113
WITH items [8] := textbox 118
WITH items [9] := textbox 119
WITH items [10] := textbox 120
WITH items [11] := textbox 121
WITH items [12] := textbox 122
WITH items [13] := textbox 123
WITH items [14] := textbox 124
WITH items [15] := textbox 125
WITH items [16] := textbox 126
WITH items [17] := textbox 127
WITH items [18] := textbox 128
WITH items [19] := textbox 129

```

```

INSTANCE de generador ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regresa
WITH items [4] := boton accesorios
WITH items [5] := pushbutton 22
WITH items [6] := textbox 133
WITH items [7] := textbox 134
WITH items [8] := textbox 135

```

```

INSTANCE de descarga ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := boton accesorios
WITH items [4] := regresa
WITH items [5] := pushbutton 22
WITH items [6] := textbox 136
WITH items [7] := textbox 137
WITH items [8] := textbox 138

```

```

INSTANCE maquinas secuenciales ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regresa
WITH items [4] := boton accesorios
WITH items [5] := pushbutton 22
WITH items [6] := textbox 139
WITH items [7] := textbox 140
WITH items [8] := textbox 141

```

```

INSTANCE objetivos ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regresa
WITH items [4] := menu metodos
WITH items [5] := textbox 155
WITH items [6] := textbox 156
WITH items [7] := textbox 171
WITH items [8] := textbox 172

```

```

INSTANCE ugnas ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regresa
WITH items [4] := menu metodos
WITH items [5] := textbox 157
WITH items [6] := textbox 158
WITH items [7] := textbox 173
WITH items [8] := ugnas texto
WITH items [9] := pushbutton 27
WITH items [10] := pushbutton 28
WITH items [11] := pushbutton 29
WITH items [12] := textbox 175

```

```

INSTANCE plantilla barrernaciones ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regresa
WITH items [4] := menu metodos
WITH items [5] := textbox 159
WITH items [6] := textbox 160
WITH items [7] := textbox 176
WITH items [8] := Ecuacion Texto
WITH items [9] := pushbutton 30
WITH items [10] := pushbutton 31
WITH items [11] := pushbutton 32
WITH items [12] := pushbutton 33
WITH items [13] := pushbutton 34

```

```

INSTANCE mecesiones estopines ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regresa
WITH items [4] := menu metodos
WITH items [5] := textbox 161
WITH items [6] := textbox 162
WITH items [7] := textbox 178
WITH items [8] := textbox 179
WITH items [9] := textbox 180
WITH items [10] := textbox 181
WITH items [11] := textbox 182
WITH items [12] := textbox 183
WITH items [13] := textbox 184
WITH items [14] := textbox 185

```

```

INSTANCE disparo fulminante ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regresa
WITH items [4] := menu metodos

```

```

WITH items [5] := textbox 163
WITH items [6] := textbox 164
WITH items [7] := textbox 186
WITH items [8] := textbox 187
WITH items [9] := textbox 188
WITH items [10] := textbox 189
WITH items [11] := textbox 190
WITH items [12] := textbox 191

INSTANCE volutas con cordon ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regreso
WITH items [4] := menu metodos
WITH items [5] := textbox 165
WITH items [6] := textbox 166
WITH items [7] := textbox 192
WITH items [8] := textbox 193
WITH items [9] := textbox 194

INSTANCE tecnicas disiparo ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regreso
WITH items [4] := menu metodos
WITH items [5] := textbox 167
WITH items [6] := textbox 168
WITH items [7] := textbox 195
WITH items [8] := textbox 196

INSTANCE precauciones ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := regreso
WITH items [4] := menu metodos
WITH items [5] := sombta precauciones a tomar
WITH items [6] := precauciones a tomar
WITH items [7] := textbox 197
WITH items [8] := pushbutton 35

INSTANCE precia 2 ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := loguito
WITH items [2] := texto logo
WITH items [3] := sombta precauciones a tomar
WITH items [4] := precauciones a tomar
WITH items [5] := regreso
WITH items [6] := menu metodos
WITH items [7] := pushbutton 36
WITH items [8] := textbox 198
WITH items [9] := textbox 199

INSTANCE display 39 ISA display
WITH wait := TRUE
WITH delay changes := TRUE
WITH items [1] := UNDETERMINED

INSTANCE display 40 ISA display
WITH wait := FALSE
WITH delay changes := FALSE
WITH items [1] := UNDETERMINED

INSTANCE hyperregion 1 ISA hyperregion
WITH location := 524,77,586,140
WITH visible := FALSE
WITH display attachment := histora

INSTANCE menu2 ISA hyperregion
WITH location := 524,147,586,210
WITH visible := FALSE
WITH display attachment := tipos

INSTANCE menu3 ISA hyperregion
WITH location := 521,217,583,280
WITH visible := FALSE
WITH display attachment := accesorios

INSTANCE menu4 ISA hyperregion
WITH location := 523,287,584,350
WITH visible := FALSE
WITH display attachment := metodos

INSTANCE menu5 ISA hyperregion
WITH location := 520,358,582,421
WITH visible := FALSE
WITH display attachment := aplicaciones

INSTANCE hyperregion 6 ISA hyperregion
WITH location := 13,129,162,160
WITH visible := FALSE
WITH attribute attachment := Polvora Negra OF Seco Historia

INSTANCE hyperregion 7 ISA hyperregion
WITH location := 14,159,162,194
WITH visible := FALSE
WITH attribute attachment := Dinamita OF Seco Historia

INSTANCE hyperregion 8 ISA hyperregion
WITH location := 13,193,161,238
WITH visible := FALSE
WITH attribute attachment := Dhap Inj OF Seco Historia

INSTANCE hyperregion 9 ISA hyperregion
WITH location := 13,237,161,278
WITH visible := FALSE
WITH attribute attachment := Nitrito Amonio OF Seco Historia

INSTANCE hyperregion 10 ISA hyperregion
WITH location := 305,155,568,215
WITH visible := FALSE
WITH display attachment := propiedades

INSTANCE hyperregion 11 ISA hyperregion
WITH location := 505,223,568,285
WITH visible := FALSE
WITH display attachment := ingredientes

INSTANCE hyperregion 12 ISA hyperregion
WITH location := 503,295,566,355
WITH visible := FALSE
WITH display attachment := comunas

INSTANCE hyperregion 13 ISA hyperregion
WITH location := 11,167,251,189
WITH visible := FALSE
WITH attribute attachment := Fuerra OF Seco Propiedades

INSTANCE hyperregion 14 ISA hyperregion
WITH location := 11,167,251,189
WITH visible := FALSE
WITH attribute attachment := Demasid OF Seco Propiedades

INSTANCE hyperregion 15 ISA hyperregion
WITH location := 11,188,251,210
WITH visible := FALSE

```

WITH attribute attachment := Velocidad de OF Secc Propiedades

INSTANCE hyperregion 16 ISA hyperregion

WITH location := 13,209,250,331

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Sensibilidad OF Secc Propiedades

INSTANCE hyperregion 17 ISA hyperregion

WITH location := 11,228,250,250

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Resist al agua OF Secc Propiedades

INSTANCE hyperregion 18 ISA hyperregion

WITH location := 10,249,251,271

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Emanciones OF Secc Propiedades

INSTANCE hyperregion 19 ISA hyperregion

WITH location := 11,270,251,289

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Flamabilidad OF Secc Propiedades

INSTANCE hyperregion 20 ISA hyperregion

WITH location := 13,288,250,312

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Presion de OF Secc Propiedades

INSTANCE hyperregion 21 ISA hyperregion

WITH location := 22,130,271,153

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Explosivo Base OF Secc Descrip

INSTANCE hyperregion 22 ISA hyperregion

WITH location := 22,152,272,174

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Combustibles OF Secc Descrip

INSTANCE hyperregion 23 ISA hyperregion

WITH location := 22,173,271,194

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Aceleradores OF Secc Descrip

INSTANCE hyperregion 24 ISA hyperregion

WITH location := 22,203,272,214

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Antiacidos OF Secc Descrip

INSTANCE hyperregion 25 ISA hyperregion

WITH location := 22,213,271,234

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Absorbentes OF Secc Descrip

INSTANCE hyperregion 26 ISA hyperregion

WITH location := 22,233,272,253

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Anticongelantes OF Secc Descrip

INSTANCE hyperregion 27 ISA hyperregion

WITH location := 23,149,135,221

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Primers OF Secc Ingredientes

INSTANCE hyperregion 28 ISA hyperregion

WITH location := 22,220,134,293

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Segunda OF Secc Ingredientes

INSTANCE hyperregion 29 ISA hyperregion

WITH location := 153,150,324,175

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Nitrogl OF Secc General

INSTANCE hyperregion 30 ISA hyperregion

WITH location := 153,174,324,193

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Int OF Secc General

INSTANCE hyperregion 31 ISA hyperregion

WITH location := 153,192,324,214

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := Polvos OF Secc General

INSTANCE hyperregion 32 ISA hyperregion

WITH location := 153,213,324,235

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := pente OF Secc General

INSTANCE hyperregion 33 ISA hyperregion

WITH location := 153,234,324,254

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := fulminato OF Secc General

INSTANCE hyperregion 34 ISA hyperregion

WITH location := 153,253,324,273

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := picazo OF Secc General

INSTANCE hyperregion 35 ISA hyperregion

WITH location := 153,272,324,312

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := oxigeno OF Secc General

INSTANCE hyperregion 37 ISA hyperregion

WITH location := 153,313,324,333

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := azule OF Secc General

INSTANCE hyperregion 38 ISA hyperregion

WITH location := 153,332,324,352

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := cachaeta OF Secc General

INSTANCE hyperregion 39 ISA hyperregion

WITH location := 153,351,324,374

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := amonio OF Secc General

INSTANCE hyperregion 40 ISA hyperregion

WITH location := 153,373,324,393

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := pin OF Secc General

INSTANCE hyperregion 41 ISA hyperregion

WITH location := 153,392,324,416

WITH visible := FALSE

WITH attribute attachment := nitrocl OF Secc General

INSTANCE hyperregion 42 ISA hyperregion

WITH location := 341,227,502,288

WITH visible := FALSE

WITH display attachment := detonadores

INSTANCE hyperregion 43 ISA hyperregion

WITH location := 439,297,506,358

WITH visible := FALSE

WITH display attachment := corrugadoras

INSTANCE hyperregion 44 ISA hyperregion

WITH location := 520,157,581,218

WITH visible := FALSE

WITH display attachment := explosivos

INSTANCE hiperregion 45 ISA hiperregion
 WITH location = 821,226,382,287
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = instrumentos prueba

INSTANCE hiperregion 46 ISA hiperregion
 WITH location = 518,297,381,362
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = mallas

INSTANCE hiperregion 47 ISA hiperregion
 WITH location = 441,157,502,218
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = iniciadores

INSTANCE hiperregion 48 ISA hiperregion
 WITH location = 60,307,326,363
 WITH visible = TRUE
 WITH display attachment = oocociones estropinas

INSTANCE hiperregion 49 ISA hiperregion
 WITH location = 61,253,326,309
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = planilla barrenaciones

INSTANCE hiperregion 50 ISA hiperregion
 WITH location = 62,199,325,255
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = ugnas

INSTANCE hiperregion 51 ISA hiperregion
 WITH location = 60,143,325,201
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = objetivos

INSTANCE hiperregion 52 ISA hiperregion
 WITH location = 324,145,606,201
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = disposo fulminante

INSTANCE hiperregion 53 ISA hiperregion
 WITH location = 324,199,605,255
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = vulnuras con cordón

INSTANCE hiperregion 54 ISA hiperregion
 WITH location = 324,253,606,309
 WITH visible = FALSE
 WITH display attachment = recucas disposo

INSTANCE hiperregion 55 ISA hiperregion
 WITH location = 324,307,606,363
 WITH visible = TRUE
 WITH display attachment = preaccesorios

INSTANCE picturebox 1 ISA picturebox
 WITH location = 8,10,639,444
 WITH clipped = TRUE
 WITH picture = "LSG00000 bmp"

INSTANCE logotipo ISA picturebox
 WITH location = 11,1,121,101
 WITH clipped = TRUE
 WITH frame = FALSE
 WITH picture = "LSG00001 bmp"

INSTANCE picturebox 3 ISA picturebox
 WITH location = 507,64,601,434
 WITH clipped = TRUE
 WITH picture = "LSG00002 bmp"

INSTANCE picturebox 4 ISA picturebox
 WITH location = 488,41,587,384
 WITH clipped = TRUE
 WITH picture = "LSG00003 bmp"

INSTANCE picturebox 5 ISA picturebox
 WITH location = 425,144,600,373
 WITH clipped = TRUE
 WITH picture = "LSG00004 bmp"

INSTANCE picturebox 6 ISA picturebox
 WITH location = 347,121,587,273
 WITH clipped = FALSE
 WITH frame = FALSE
 WITH picture = "LSG00005 bmp"

INSTANCE picturebox 7 ISA picturebox
 WITH location = 404,167,264,274
 WITH clipped = TRUE
 WITH picture = "LSG00006 bmp"

INSTANCE picturebox 8 ISA picturebox
 WITH location = 401,125,500,281
 WITH clipped = TRUE
 WITH picture = "LSG00007 bmp"

INSTANCE pushbutton 1 ISA pushbutton
 WITH location = 484,410,610,437
 WITH label = "I N C I A R"
 WITH display attachment = menu p

INSTANCE regresa ISA pushbutton
 WITH location = 16,397,140,426
 WITH label = "Menu Principal"
 WITH display attachment = menu p

INSTANCE boton tipos ISA pushbutton
 WITH location = 16,365,140,394
 WITH label = "Menu Tipos"
 WITH display attachment = tipos

INSTANCE pushbutton 4 ISA pushbutton
 WITH location = 121,228,610,266
 WITH label = "DESCRIPCION DE LAS FUNCIONES EN LA VGLADUJA"
 WITH display attachment = descripcion

INSTANCE pushbutton 5 ISA pushbutton
 WITH location = 122,271,609,309
 WITH label = "DESCRIPCION GENERAL DE LOS INGREDIENTES DE LOS EXPLIVOS"
 WITH display attachment = Descripcion ingredientes

INSTANCE pushbutton 6 ISA pushbutton
 WITH location = 16,365,140,394
 WITH label = "Menu Tipos"
 WITH display attachment = tipos

INSTANCE pushbutton 7 ISA pushbutton
 WITH location = 16,333,140,362
 WITH label = "Pantalla Anterior"
 WITH display attachment = ingredientes

INSTANCE boton accesorios ISA pushbutton
 WITH location = 16,365,140,394
 WITH label = "Menú Accesorios"
 WITH display attachment = accesorios

INSTANCE pushbutton 9 ISA pushbutton
 WITH location = 16,333,140,362
 WITH label = "Pantalla Anterior"

WITH display attachment = comunes

INSTANCE pushbutton 10 ISA pushbutton
WITH location = 171,255,600,303
WITH label = "MECHA DE SEGURIDAD O CARUELA"
WITH display attachment = mecha seguridad

INSTANCE pushbutton 11 ISA pushbutton
WITH location = 174,313,601,362
WITH label = "IGNITACION O R D"
WITH display attachment = ignitacion

INSTANCE pushbutton 12 ISA pushbutton
WITH location = 174,371,601,420
WITH label = "CORRIENTE DELANTE"
WITH display attachment = orlon detras

INSTANCE pushbutton 13 ISA pushbutton
WITH location = 16,333,140,362
WITH label = "Pantalla Anterior"
WITH display attachment = iniciadores

INSTANCE pushbutton 14 ISA pushbutton
WITH location = 157,251,582,313
WITH label = "NO ELECTRICOS"
WITH display attachment = no electricos

INSTANCE pushbutton 15 ISA pushbutton
WITH location = 158,326,583,388
WITH label = "ELECTRICOS"
WITH display attachment = electricos

INSTANCE pushbutton 16 ISA pushbutton
WITH location = 16,333,140,362
WITH label = "Pantalla Anterior"
WITH display attachment = detectores

INSTANCE pushbutton 17 ISA pushbutton
WITH location = 16,129,140,158
WITH label = "Tipos STOPPINES"
WITH display attachment = explosivos

INSTANCE pushbutton 18 ISA pushbutton
WITH location = 16,333,140,362
WITH label = "Pantalla Anterior"
WITH display attachment = electricos

INSTANCE pushbutton 19 ISA pushbutton
WITH location = 169,255,588,299
WITH label = "DE GENERADOR O"
WITH display attachment = de generador

INSTANCE pushbutton 20 ISA pushbutton
WITH location = 169,307,588,351
WITH label = "DE DESCARGA DE CONDENSADOR"
WITH display attachment = de descarga

INSTANCE pushbutton 21 ISA pushbutton
WITH location = 169,358,588,402
WITH label = "SECUENCIALES"
WITH display attachment = maquinas secuenciales

INSTANCE pushbutton 22 ISA pushbutton
WITH location = 16,333,140,362
WITH label = "Pantalla Anterior"
WITH display attachment = explosivos

INSTANCE pushbutton 23 ISA pushbutton
WITH location = 150,236,275,277
WITH label = "GALVANOMETRO"

WITH attribute attachment = galvanometro OF Secc Instrumentos

INSTANCE pushbutton 24 ISA pushbutton
WITH location = 150,259,275,281
WITH label = "MULTIMETRO"
WITH attribute attachment = multimetro OF Secc Instrumentos

INSTANCE pushbutton 25 ISA pushbutton
WITH location = 150,283,275,306
WITH label = "REOSTATO"
WITH attribute attachment = reostato OF Secc Instrumentos

INSTANCE menu metodos ISA pushbutton
WITH location = 16,363,140,394
WITH label = "Metod Metodos"
WITH display attachment = metodos

INSTANCE pushbutton 27 ISA pushbutton
WITH location = 42,256,153,276
WITH label = "QUEMADA"
WITH attribute attachment = quemada OF Secc ugnas

INSTANCE pushbutton 28 ISA pushbutton
WITH location = 42,278,153,298
WITH label = "ANGULO"
WITH attribute attachment = angulo OF Secc ugnas

INSTANCE pushbutton 29 ISA pushbutton
WITH location = 42,300,153,320
WITH label = "MECANICA"
WITH attribute attachment = mecanica OF Secc ugnas

INSTANCE pushbutton 30 ISA pushbutton
WITH location = 16,229,227,251
WITH label = "BANQUEO SUBTERRANEO"
WITH attribute attachment = subterraneo OF Secc Antillas

INSTANCE pushbutton 31 ISA pushbutton
WITH location = 16,253,227,275
WITH label = "BARRENACION CONTRAPOZOS"
WITH attribute attachment = contrapozos OF Secc Antillas

INSTANCE pushbutton 32 ISA pushbutton
WITH location = 16,277,227,299
WITH label = "BARRENACION SOCAYONES"
WITH attribute attachment = socayones OF Secc Antillas

INSTANCE pushbutton 33 ISA pushbutton
WITH location = 16,301,227,323
WITH label = "BARRENACION TIRUS Y POZOS"
WITH attribute attachment = tirus y pozos OF Secc Antillas

INSTANCE pushbutton 34 ISA pushbutton
WITH location = 16,325,227,347
WITH label = "BARRENACION SUBMARINA"
WITH attribute attachment = submarina OF Secc Antillas

INSTANCE pushbutton 35 ISA pushbutton
WITH location = 19,115,141,145
WITH label = "CONTINUACION"
WITH display attachment = precia 2

INSTANCE pushbutton 36 ISA pushbutton
WITH location = 16,333,140,362
WITH label = "Pantalla Anterior"
WITH display attachment = precauciones

INSTANCE pushbutton 37 ISA pushbutton
WITH location = 46,105,290,125
WITH label = "Mirador en camaras y laju abierto"
WITH attribute attachment = uno OF Secc Aplic

INSTANCE pushbutton 38 ISA pushbutton
WITH location := 46,126,290,147
WITH label := "Minería Subterránea"
WITH attribute attachment := dos OF Secc Aplic

INSTANCE pushbutton 39 ISA pushbutton
WITH location := 46,148,290,168
WITH label := "Explosiones Sísmica"
WITH attribute attachment := tres OF Secc Aplic

INSTANCE pushbutton 40 ISA pushbutton
WITH location := 333,147,577,168
WITH label := "Demolicion de Puentes"
WITH attribute attachment := seis OF Secc Aplic

INSTANCE pushbutton 41 ISA pushbutton
WITH location := 333,121,577,146
WITH label := "Voladuras de Cementaciones Antiguas"
WITH attribute attachment := cinco OF Secc Aplic

INSTANCE pushbutton 42 ISA pushbutton
WITH location := 333,105,577,124
WITH label := "Tunelero"
WITH attribute attachment := cuatro OF Secc Aplic

INSTANCE textbox 1 ISA textbox
WITH location := 212,46,482,85
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 255,0,0
WITH justify IS center
WITH font := "Times New Roman"
WITH font style IS bold, italic CF FALSE, underline CF FALSE,
strikeout CF FALSE;
WITH font size := 16
WITH frame := TRUE
WITH text := "ADVERTENCIA"

INSTANCE textbox 2 ISA textbox
WITH location := 45,113,606,257
WITH justify IS center
WITH font := "Helvetica"
WITH font size := 8
WITH text := "DEBIDO A LA PELIGROSIDAD QUE IMPLICA EL
USO DE EXPLOSIVOS, POR SEGURIDAD SE RESTRINGE LA
CONSULTA DEL PROGRAMA TUTTXXP A PERSONAL
AUTORIZADO. SI SE PENSABA UTILIZAR ESTE PAQUETE
PARA REALIZAR ALGUN TIPO DE PRACTICA O CON UNA
FINALIDAD INGENIERIL SE DEBERA CONSULTAR A LA
SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL, LA CUAL SE
ENCARGA DE AUTORIZAR EL USO DE EXPLOSIVOS, Y DE LA
MISMA FORMA SANCIONA CUANDO NO SE CUMPLEN LOS
REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD OBLIGADOS, QUE
DEBEN CUBRIR LAS COMPANIAS O INSTITUCIONES QUE
HAGAN USO DE ELLOS EN TODAS SUS FUNCIONES.
DESCRITOS EN LA LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y
EXPLOSIVOS PARA ACADEMICOS ES SOLO DE CONSULTA,
COMO PARTE DE SU FORMACION PROFESIONAL. NO SE
DEBERA REALIZAR NINGUN TIPO DE PRUEBA MIENTRAS
NO SE CONSULTE A UNA AUTORIDAD DEL TEMA QUE
VIGILE EL USO ADECUADO DE ESTA INFORMACION. ES
NECESARIO COMPLEMENTAR Y ACTUALIZAR LA
INFORMACION QUE AHORA SE PRESENTA PARA
OPTIMIZAR LA FUNCION DESEADA."

INSTANCE textbox 3 ISA textbox
WITH location := 8,277,323,306
WITH pen color := 0,0,255
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Times New Roman"

WITH font style IS bold, italic CF FALSE, underline CF FALSE,
strikeout CF FALSE
WITH font size := 10
WITH text := "EL ART. 37 DEL CAPITULO I DEL TITULO
TERCERO DE LA LEY
FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS DICE:"

INSTANCE textbox 4 ISA textbox
WITH location := 54,321,581,402
WITH pen color := 255,0,0
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helvetica"
WITH font style IS bold CF FALSE, italic CF FALSE
WITH font size := 8
WITH frame := FALSE
WITH text := "EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LAS
ACTIVIDADES Y OPERACIONES
INDUSTRIALES Y COMERCIALES QUE REALICEN CON
ARMAS, MUNICIONES, EXPLOSIVOS, ARTIFICIOS Y
SUBSTANCIAS QUIMICAS, SERA HECHO POR LA
SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL. LOS PERMISOS
ESPECIFICOS QUE SE REQUIERAN EN ESTAS ACTIVIDADES
NERAN OTOROADOS POR LA SECRETARIA DE LA DEFENSA
NACIONAL CON CONOCIMIENTO DE LA SECRETARIA DE
GOBERNACION Y SIN PERJUCIO DE LAS ATRIBUCIONES
QUE COMPETAN A OTRAS AUTORIDADES."

INSTANCE gaus ISA textbox
WITH location := 437,6,603,27
WITH pen color := 0,0,255
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS right
WITH font := "System"
WITH font size := 10
WITH text := "MENU PRINCIPAL"

INSTANCE texto logo ISA textbox
WITH location := 86,2,198,34
WITH pen color := 255,0,0
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Times Roman"
WITH font style IS bold, italic
WITH font size := 18
WITH text := "TUTXXP"

INSTANCE textbox 7 ISA textbox
WITH location := 20,177,139,200
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helvetica"
WITH font style IS bold
WITH font size := 12
WITH frame := FALSE
WITH text := "EXPLOSIVO"

INSTANCE textbox 8 ISA textbox
WITH location := 139,200,459,315
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helvetica"
WITH font style IS bold, italic CF FALSE
WITH font size := 12
WITH frame := FALSE

WITH text := "Un explosivo es una sustancia o mezcla de
sustancias solidas o liquidas que a través de un estribo apropiado se
decomponen quimicamente en un intervalo de tiempo muy corto. Esta

maçion química es expansiva, y produce gases y calor capaces de realizar trabajo mecánico."

```
INSTANCE textbox 9 ISA textbox
WTTT location = 201,65,473,102
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 129,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font size = 24
WTTT frame = FALSE
WTTT text = ""
```

```
INSTANCE textbox 10 ISA textbox
WTTT location = 191,53,463,90
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 255,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font size = 24
WTTT frame = FALSE
WTTT text = "HISTORIA"
```

```
INSTANCE textbox 11 ISA textbox
WTTT location = 239,64,429,103
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 129,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font size = 24
WTTT text = ""
```

```
INSTANCE textbox 12 ISA textbox
WTTT location = 226,53,416,90
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 255,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font size = 24
WTTT text = "TIPOS"
```

```
INSTANCE textbox 13 ISA textbox
WTTT location = 213,65,479,102
WTTT pen color = 0,0,0
WTTT fill color = 129,0,255
WTTT justify IS left
WTTT font = "System"
WTTT font size = 10
WTTT text = ""
```

```
INSTANCE textbox 14 ISA textbox
WTTT location = 202,53,468,90
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 255,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Times New Roman"
WTTT font style IS bold, italic CF FALSE, underline CF FALSE,
strikeout CF FALSE
WTTT font size = 16
WTTT text = "ACCESORIOS"
```

```
INSTANCE textbox 15 ISA textbox
WTTT location = 168,65,553,102
WTTT pen color = 0,0,0
WTTT fill color = 129,0,255
WTTT justify IS left
WTTT font = "System"
WTTT font size = 10
WTTT text = ""
```

```
INSTANCE textbox 16 ISA textbox
```

```
WTTT location = 154,53,542,90
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 255,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font size = 24
WTTT text = "MÉTODOS Y TÉCNICAS"
```

```
INSTANCE textbox 17 ISA textbox
WTTT location = 207,65,479,102
WTTT pen color = 0,0,0
WTTT fill color = 129,0,255
WTTT justify IS left
WTTT font = "System"
WTTT font size = 10
WTTT text = ""
```

```
INSTANCE textbox 18 ISA textbox
WTTT location = 194,52,468,91
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 255,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font size = 24
WTTT text = "APLICACIONES"
```

```
INSTANCE sombra ISA textbox
WTTT location = 311,187,150,210
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 129,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font style IS bold
WTTT font size = 12
WTTT frame = FALSE
WTTT text = ""
```

```
INSTANCE sombra2 ISA textbox
WTTT location = 153,219,470,327
WTTT pen color = 255,255,255
WTTT fill color = 129,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font style IS bold, italic CF FALSE
WTTT font size = 12
WTTT frame = FALSE
WTTT text = ""
```

```
INSTANCE textbox 21 ISA textbox
WTTT location = 13,129,161,277
WTTT pen color = 0,0,165
WTTT fill color = 0,255,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font size = 10
WTTT frame = TRUE
WTTT text = "POLVORA NEGRA
DINAMITA
DISPOSITIVOS DE INICIACION
NITRATO DE AMONIO E HIDROGENOS"
```

```
INSTANCE textbox 22 ISA textbox
WTTT location = 25,141,170,287
WTTT pen color = 0,0,255
WTTT fill color = 129,0,255
WTTT justify IS center
WTTT font = "Hels"
WTTT font size = 18
WTTT frame = FALSE
WTTT text = ""
```

```
INSTANCE textbox 23 ISA textbox
```

WITH location := 24,289,171,327
WITH pen color := 0,0,141
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 10
WITH text := "Señale el tema que le interesa y dé CLICK."

INSTANCE Historia Titulo ISA textbox
WITH location := 433,114,634,130
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 8
WITH text := ""

INSTANCE Historia Fechas ISA textbox
WITH location := 173,129,223,434
WITH pen color := 160,0,0
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font style IS bold CF FALSE
WITH font size := 8
WITH frame := TRUE
WITH text := ""

INSTANCE Historia Texto ISA textbox
WITH location := 221,129,634,434
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 8
WITH frame := TRUE
WITH text := ""

INSTANCE textbox 27 ISA textbox
WITH location := 79,176,445,300
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 14
WITH text := "El crecimiento en el uso de explosivos a dado como resultado el desarrollo de diversos tipos con propiedades físicas para un uso específico en los diferentes sectores industriales"

INSTANCE sombra aqui ISA textbox
WITH location := 95,192,461,316
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 129,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 14
WITH text := ""

INSTANCE textbox 29 ISA textbox
WITH location := 144,65,287,103
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 129,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 24
WITH text := ""

INSTANCE textbox 30 ISA textbox
WITH location := 127,53,570,91
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"

WITH font size := 24
WITH text := "PROPIEDADES GENERALES"

INSTANCE textbox 31 ISA textbox
WITH location := 22,158,259,324
WITH pen color := 0,0,169
WITH fill color := 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 0
WITH frame := FALSE
WITH text := ""

INSTANCE textbox 32 ISA textbox
WITH location := 10,146,20,312
WITH pen color := 0,0,169
WITH fill color := 0,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH frame := TRUE
WITH text := "FUERZA O POTENCIA
DENSIDAD
VELOCIDAD DE DETONACION
SENSIBILIDAD
RESISTENCIA AL AGUA
EMANACIONES
FLAMABILIDAD
PRESION DE DETONACION"

INSTANCE Propiedades Titulo ISA textbox
WITH location := 401,128,627,147
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 10
WITH text := ""

INSTANCE Propiedades Texto ISA textbox
WITH location := 264,145,629,425
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 255,255,0
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 8
WITH frame := TRUE
WITH text := ""

INSTANCE textbox 35 ISA textbox
WITH location := 21,328,258,362
WITH pen color := 0,0,139
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 8
WITH frame := TRUE
WITH text := ""

INSTANCE textbox 36 ISA textbox
WITH location := 148,80,614,118
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 130,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 18
WITH text := ""

INSTANCE textbox 37 ISA textbox
WITH location := 137,69,603,107
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS center
 WITH font := "Times New Roman"
 WITH font style IS bold, italic CF FALSE, underline CF FALSE,
 strikethrough CF FALSE
 WITH font size = 16
 WITH text := "INGREDIENTES DE LOS EXPLOSIVOS"

INSTANCE textbox 38 ISA textbox
 WITH location = 22,177,414,201
 WITH pen color = 255,255,255
 WITH fill color = 0,0,144
 WITH justify IS center
 WITH font := "Helv"
 WITH font style IS bold
 WITH font size = 12
 WITH frame := FALSE
 WITH text := "Oprena el botón del tema que desee consultar"

INSTANCE textbox 39 ISA textbox
 WITH location = 147,69,619,100
 WITH pen color = 0,0,0
 WITH fill color = 130,0,255
 WITH justify IS left
 WITH font := "System"
 WITH font size = 10
 WITH text := ""

INSTANCE textbox 40 ISA textbox
 WITH location = 123,61,611,89
 WITH pen color = 255,0,255
 WITH fill color = 255,0,255
 WITH justify IS center
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 14
 WITH text := "DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES EN LA VOLADURA"

INSTANCE textbox 41 ISA textbox
 WITH location = 33,145,282,266
 WITH pen color = 0,0,139
 WITH fill color = 130,0,255
 WITH justify IS center
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 12
 WITH text := ""

INSTANCE textbox 42 ISA textbox
 WITH location = 21,311,270,252
 WITH pen color = 0,0,139
 WITH fill color = 0,255,255
 WITH justify IS center
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 12
 WITH text := "EXPLOSIVOS BASE COMBUSTIBLES ACARREADORES DE OXIGENO ANTIACIDOS AISORBERENTES ANTICONGELANTES"

INSTANCE Descrip Texto ISA textbox
 WITH location = 289,130,625,431
 WITH pen color = 0,0,0
 WITH fill color = 255,255,0
 WITH justify IS left
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 12
 WITH frame := TRUE
 WITH text := ""

INSTANCE Descrip Titulo ISA textbox

WITH location = 397,112,624,130
 WITH pen color = 255,255,255
 WITH fill color := 0,0,255
 WITH justify IS center
 WITH font := "Helv"
 WITH font style IS bold CF FALSE, italic CF FALSE, underline CF FALSE,
 strikethrough CF FALSE
 WITH font size := 10
 WITH text := ""

INSTANCE textbox 45 ISA textbox
 WITH location = 33,275,283,318
 WITH pen color = 0,0,139
 WITH fill color = 255,255,255
 WITH justify IS left
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 8
 WITH text := "Señale el tema que le interese y de CLICK"

INSTANCE textbox 46 ISA textbox
 WITH location = 172,70,517,130
 WITH pen color = 0,0,0
 WITH fill color = 130,0,255
 WITH justify IS center
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 14
 WITH text := ""

INSTANCE textbox 47 ISA textbox
 WITH location = 160,55,505,115
 WITH pen color = 255,255,255
 WITH fill color = 255,0,255
 WITH justify IS center
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 14
 WITH text := "DESCRIPCION GENERAL DE LOS INGREDIENTES DE LOS EXPLOSIVOS"

INSTANCE General Quimicos ISA textbox
 WITH location = 161,149,299,425
 WITH pen color = 130,0,0
 WITH fill color = 255,255,0
 WITH justify IS right
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 10
 WITH frame := TRUE
 WITH text := "Dinitrato Etilenoglicol Nitrocelulosa (Gun-Cotton) Tetranitrodiglicerina Nitrosianch Trinitrotolueno (TNT) Pulvo Metálico de Aluminio Polvo Negro Pentaceniuretanimato (PETN) Azule de Plomo Fulminato de Mercurio Nitrate de Amonio Oxigeno Liquado Nitrate de Sodio"

INSTANCE General Textos ISA textbox
 WITH location = 297,149,624,425
 WITH pen color = 0,0,139
 WITH fill color = 255,255,0
 WITH justify IS left
 WITH font := "Helv"
 WITH font size = 10
 WITH frame := TRUE

WITH text := "Explosivo base de bajo punto de congelación
Explosivo Base. Agente gelatinizante
Explosivo base de bajo punto de congelación
Explosivo Base
Explosivo Base
Senalizador de combustible. Se usa para producir slurry de alta densidad.
Explosivo base deflagrante.
Explosivo base para producir fulminantes y cordón detonante.
Exp. base para prod. fulminantes y cordón detonante.
Exp. base para prod. fulminantes y cordón detonante
Agente explosivo acarreador de oxígeno
Agente explosivo acarreador de oxígeno
Agente explosivo acarreador de oxígeno y reductor del punto de congelación."

INSTANCE textbox 50 ISA textbox
WITH location := 35,136,146,279
WITH pen color := 0,0,118
WITH fill color := 130,0,255
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH frame := FALSE
WITH text := ""

INSTANCE textbox 51 ISA textbox
WITH location := 22,123,133,266
WITH pen color := 0,0,118
WITH fill color := 0,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH frame := FALSE
WITH text := "VER 1ra. PARTE DE LA TABLA
VER 2da. PARTE DE LA TABLA"

INSTANCE General Titulo ISA textbox
WITH location := 527,132,623,150
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 10
WITH text := "1ra. PARTE"

INSTANCE textbox 53 ISA textbox
WITH location := 15,282,152,332
WITH pen color := 0,0,134
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 8
WITH text := "Señale el tema que le interesa y de CLICK"

INSTANCE textbox 54 ISA textbox
WITH location := 178,61,565,99
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 130,0,255
WITH justify IS left
WITH font := "System"
WITH font size := 10
WITH text := ""

INSTANCE textbox 55 ISA textbox
WITH location := 166,54,553,87
WITH pen color := 255,255,255
WITH fill color := 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 18

WITH text := "EXPLOSIVOS MÁS COMUNES"

INSTANCE textbox 56 ISA textbox
WITH location := 153,110,323,150
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 255,255,0
WITH justify IS center
WITH font := "System"
WITH font size := 10
WITH frame := TRUE
WITH text := "
NOMBRE"

INSTANCE textbox 57 ISA textbox
WITH location := 322,110,394,150
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 255,255,0
WITH justify IS center
WITH font := "System"
WITH font size := 10
WITH frame := TRUE
WITH text := "DENSIDAD (g/cc)"

INSTANCE textbox 58 ISA textbox
WITH location := 151,150,323,416
WITH pen color := 162,0,0
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH frame := TRUE
WITH text := "Nitroglicerina

Tetracloruro
Polvora Negra
Pentaeritritoltrato
Fulminato de mercurio
Ácido Fluoro
Oxígeno Líquido
Explosivo
Acido de Plomo
Cickonia
Nitrate Amonio y Diesel
Glicoldinitrato
Nitrocelulosa"

INSTANCE textbox 59 ISA textbox
WITH location := 322,150,394,416
WITH pen color := 0,0,125
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH frame := TRUE
WITH text := "1.60

1.65
Varia
1.77
4.43
1.76
0.80
4.80
1.84
1.73
1.48
1.70"

INSTANCE textbox 60 ISA textbox
WITH location := 393,110,473,150
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 255,255,0
WITH justify IS center

WITH font := "System"
WITH font size := 10
WITH frame := TRUE
WITH text := "VEL. DET. (m/seg)"

INSTANCE textbox 61 ISA textbox
WITH location := 393,150,473,416
WITH pen color := 0,0,125
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH frame := TRUE
WITH text := "T700"
6825
400
8300
5000
7350
4700
5180
8186
2500
2050-7300
7300"

INSTANCE textbox 62 ISA textbox
WITH location := 472,110,553,150
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 255,255,0
WITH justify IS center
WITH font := "System"
WITH font size := 10
WITH frame := TRUE
WITH text := "TEMP. DET. (° C)"

INSTANCE textbox 63 ISA textbox
WITH location := 472,150,553,416
WITH pen color := 0,0,125
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH frame := TRUE
WITH text := "222"
570
510
272
210
322
0

275
405
325
230
--

INSTANCE textbox 64 ISA textbox
WITH location := 552,149,633,415
WITH pen color := 0,0,125
WITH fill color := 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size := 8
WITH frame := TRUE
WITH text := "Liq. amarillo acetoso transp"

Crist. amarillos
Grano negro
Polvo blanco
Sust. gris-blanca

Crist. amarillos
Subs. liquida obscuro
Cristalino pardo
Cristal blanco
Masa pegajosa
Líquido amarillo
Masa plástica blanca"

INSTANCE textbox 65 ISA textbox
WITH location := 552,110,633,150
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 255,255,0
WITH justify IS center
WITH font := "System"
WITH font size := 10
WITH frame := TRUE
WITH text := "TEXTURA Y COLOR"

INSTANCE textbox 66 ISA textbox
WITH location := 20,159,137,279
WITH pen color := 0,0,130
WITH fill color := 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH text := ""

INSTANCE textbox 67 ISA textbox
WITH location := 12,147,129,267
WITH pen color := 0,0,130
WITH fill color := 0,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH text := "SEÑALIZ. Y DE CLICK"
QUIEBRA ANALIZAR Y DE CLICK"

INSTANCE textbox 68 ISA textbox
WITH location := 57,159,387,333
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH text := ""

INSTANCE textbox 69 ISA textbox
WITH location := 44,147,374,316
WITH pen color := 44,202,74
WITH fill color := 0,0,150
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 12
WITH text := "Son los dispositivos o productos empleados para cargar
cargas explosivas, suministrar o llevar la flama que inicie la explosión,
transmitir una onda detonadora de un punto a otro o de una carga
explosiva a otra, y lo necesario para probar las conexiones y disparar
los explosivos que llevan a cabo una voladura."

INSTANCE textbox 70 ISA textbox
WITH location := 215,259,476,92
WITH pen color := 0,0,0
WITH fill color := 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size := 18
WITH text := ""

INSTANCE textbox 71 ISA textbox
WITH location := 204,47,465,80
WITH pen color := 255,255,255

```

WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = "INICIADORES"

INSTANCE textbox 72 ISA textbox
WITH location = 238,70,480,103
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 73 ISA textbox
WITH location = 226,59,468,92
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = "DETONADORES"

INSTANCE textbox 74 ISA textbox
WITH location = 151,60,608,109
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS left
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 75 ISA textbox
WITH location = 137,56,594,96
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS left
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = "CORRUJADORAS PARA FULMINANTES"

INSTANCE textbox 76 ISA textbox
WITH location = 198,69,540,103
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 77 ISA textbox
WITH location = 178,56,520,90
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = "MAQUINAS EXPLOSORAS"

INSTANCE textbox 78 ISA textbox
WITH location = 182,68,539,100
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 79 ISA textbox
WITH location = 171,57,528,89

WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Times New Roman"
WITH font style IS bold, italic CF FALSE, underline CF FALSE,
strikeout CF FALSE
WITH font size = 16
WITH text = "INSTRUMENTOS DE PRUEBA"

INSTANCE textbox 80 ISA textbox
WITH location = 200,71,489,102
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 81 ISA textbox
WITH location = 191,59,480,90
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = "MALLAS O REDES"

INSTANCE textbox 82 ISA textbox
WITH location = 164,60,600,98
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS left
WITH font = "System"
WITH font size = 10
WITH text = ""

INSTANCE Explosivos Titulo ISA textbox
WITH location = 152,50,888,88
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Heli"
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 84 ISA textbox
WITH location = 145,110,282,131
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "System"
WITH font size = 10
WITH text = "PREPARACION"

INSTANCE textbox 85 ISA textbox
WITH location = 145,192,282,228
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "System"
WITH font size = 10
WITH frame = FALSE
WITH text = "DESCOMPOSICION QUIMICA"

INSTANCE textbox 86 ISA textbox
WITH location = 145,284,282,305
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "System"
WITH font size = 10

```

WITH text := "TOXICIDAD"

INSTANCE textbox 87 ISA textbox

WITH location := 145,376,282,397

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 0,0,255

WITH justify IS center

WITH font := "System"

WITH font size := 10

WITH text := "USOS"

INSTANCE Explosivo Preparo ISA textbox

WITH location := 283,110,625,193

WITH pen color := 180,70,97

WITH fill color := 255,255,0

WITH justify IS left

WITH font := "Helv"

WITH font size := 8

WITH frame := TRUE

WITH text := "La nitrocelulosa se prepara con las pelusas y sobantes del segundo corte del algodón, con un contenido de humedad menor al 0.5%, se nitran por impregnación en una mezcla de ácido en las siguientes cond.: relación de la mezcla ácida a algodón: 55 a 1, composición aprox. de la mezcla ácida H2SO4-66.8% HNO3- >22%-agua->10% Temp. del ácido al empezar: 34 grados Celsius Tiempo de nitración: 24 minutos"

INSTANCE Explosivo Descomponer ISA textbox

WITH location := 283,192,625,285

WITH pen color := 0,0,0

WITH fill color := 255,255,0

WITH justify IS left

WITH font := "Helv"

WITH font size := 8

WITH frame := TRUE

WITH text := ""

INSTANCE Explosivo Toxicidad ISA textbox

WITH location := 283,284,625,377

WITH pen color := 0,0,0

WITH fill color := 255,255,0

WITH justify IS left

WITH font := "Helv"

WITH font size := 8

WITH frame := TRUE

WITH text := ""

INSTANCE Explosivo Usos ISA textbox

WITH location := 283,176,625,436

WITH pen color := 0,0,0

WITH fill color := 255,255,0

WITH justify IS left

WITH font := "Helv"

WITH font size := 8

WITH frame := TRUE

WITH text := ""

INSTANCE oprina el boton ISA textbox

WITH location := 15,202,401,227

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 0,0,130

WITH justify IS center

WITH font := "Helv"

WITH font style IS bold

WITH font size := 12

WITH text := "Oprina el boton del tensor que desea controlar"

INSTANCE textbox 91 ISA textbox

WITH location := 146,97,383,97

WITH pen color := 0,0,0

WITH fill color := 130,0,255

WITH justify IS left

WITH font := "System"

WITH font size := 10

WITH text := ""

INSTANCE textbox 94 ISA textbox

WITH location := 134,49,372,85

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS center

WITH font := "Helv"

WITH font size := 18

WITH text := "MECHA DE SEGURIDAD O CARUELA"

INSTANCE textbox 95 ISA textbox

WITH location := 27,133,329,282

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 0,0,127

WITH justify IS center

WITH font := "Helv"

WITH font size := 10

WITH text := "La mecha de seguridad es el medio a través del cual es transmitida la llama a una velocidad continua y uniforme, para hacer estallar al fulminante o a una carga explosiva. Está formada por un núcleo de pólvora negra, cubierto por varias capas de materiales textiles, plásticos e impermeabilizantes los cuales le proveen protección contra la atmósfera, el maltrato y la contaminación por humedad."

INSTANCE textbox 96 ISA textbox

WITH location := 23,293,613,426

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 128,0,0

WITH justify IS center

WITH font := "Helv"

WITH font size := 10

WITH text := "Cuando se inicia la mecha, emerge de ella un flamaazo inicial, el cual comprime al usuario que el núcleo de pólvora ha sido encendido y que la mecha está ardiendo. La velocidad de combustión de una mecha generalmente es de 128 a 135 segundos por metro, sin embargo se fabrican mechas de diferentes velocidades de combustión. Es conveniente medir con exactitud el tiempo de combustión de una muestra de cada rollo de mecha antes de usarla."

INSTANCE textbox 97 ISA textbox

WITH location := 25,144,297,287

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 0,0,130

WITH justify IS center

WITH font := "Helv"

WITH font size := 12

WITH text := "El justicard es un cordón incendiario que arde a una velocidad uniforme con una rigormoña exterior. Tiene un diámetro muy pequeño, 1.5 milímetros, y consiste de un núcleo de termita en polvo (mezcla que produce elevadas temperaturas)"

INSTANCE textbox 98 ISA textbox

WITH location := 181,65,493,96

WITH pen color := 0,0,0

WITH fill color := 130,0,255

WITH justify IS center

WITH font := "Helv"

WITH font size := 18

WITH text := ""

INSTANCE textbox 99 ISA textbox

WITH location := 171,54,483,85

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS center

WITH font := "Helv"

WITH fast size = 18
WITH text = "IGNITACORD"

INSTANCE textbox 100 ISA textbox
WITH location = 212,309,614,475
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,0
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 10
WITH text = "Este producto permite encender una serie de mechas de seguridad en un orden determinado, proporcionando a la persona que inicie el incendio el mismo tiempo para colocarse en un lugar seguro que tendría si estuviera encendiendo una sola mecha. Para usar las mechas con el ignitacord se usan conexiones especiales. Existen en el mercado diferentes tipos de ignitacord de acuerdo a su velocidad de combustión nominal e identificables por su color."

INSTANCE textbox 101 ISA textbox
WITH location = 16,121,355,286
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,128
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 12

WITH text = "El cordón detonante se puede describir como una cuerda flexible, formada por varias capas protectoras y un núcleo del explosivo conocido como penitris, que es muy difícil de encender pero tiene la sensibilidad suficiente para iniciar la explosión con detonadores (filmulminas o estopines), o por medio de la energía detonadora de algún explosivo de alta potencia."

INSTANCE textbox 102 ISA textbox
WITH location = 164,298,620,415
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 130,0,0
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 10

WITH text = "El cordón detonante se usa para disparar múltiples barrenos grandes en la superficie ya sea verticales u horizontales, haciendo limitado el número de barrenos que pueden dispararse en esta forma. Su velocidad de detonación es de 6700 m/s. La fuerza con que estalla es suficiente para hacer detonar explosivos violentos contenidos dentro de un barreno, de modo que, si se coloca en el barreno, actúa como agente iniciador a lo largo de la carga explosiva."

INSTANCE textbox 103 ISA textbox
WITH location = 181,67,500,97
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 104 ISA textbox
WITH location = 172,55,491,85
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 18
WITH text = "CORDÓN DETONANTE"

INSTANCE textbox 105 ISA textbox
WITH location = 436,117,531,131
WITH justify IS left
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = "Cordón Detonante"

INSTANCE textbox 106 ISA textbox
WITH location = 498,211,609,280
WITH justify IS left
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = "Cordón Detonante colocado en el barreno, su función es iniciar la columna de explosivos"

INSTANCE textbox 107 ISA textbox
WITH location = 165,68,591,99
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font style IS bold CF FALSE, italic CF FALSE, underline CF FALSE, strikout CF FALSE
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 108 ISA textbox
WITH location = 150,58,576,89
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 18
WITH text = "DETONADORES NO ELÉCTRICOS"

INSTANCE textbox 109 ISA textbox
WITH location = 216,133,486,183
WITH pen color = 255,255,0
WITH fill color = 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font style IS bold
WITH font size = 12
WITH text = "Son dispositivos que sirven para disparar una carga explosiva."

INSTANCE textbox 110 ISA textbox
WITH location = 277,140,587,426
WITH pen color = 255,0,255
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS right
WITH font = "Helv"
WITH font size = 12
WITH text = ""

INSTANCE textbox 111 ISA textbox
WITH location = 249,121,559,407
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,139
WITH justify IS right
WITH font = "Helv"
WITH font size = 12
WITH text = "A los detonadores no eléctricos se les clasifica como filmulminas o capsulas detonadoras. Estos son casquitos metálicos cerrados en un extremo en el cual contienen una carga explosiva de gran sensibilidad, por ejemplo filmulmino de mercurio. Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha de seguridad. Su empleo en la construcción generalmente está limitado a pequeñas voladuras o moinos (volver a traer roca que en la primera voladura resultaron de tamaño mayor que el especificado)."

INSTANCE textbox 112 ISA textbox
WITH location = 220,71,475,109
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS center

WITH font = "Helv"
WITH font size = 18
WITH text = ""
INSTANCE textbox 113 ISA textbox
WITH location = 207,60,462,98
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 18
WITH text = "ESTOPONES!"

INSTANCE textbox 114 ISA textbox
WITH location = 187,61,539,107
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 18
WITH text = ""

INSTANCE textbox 115 ISA textbox
WITH location = 175,50,527,94
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 18
WITH text = "DEFONADORES ELECTRICOS"

INSTANCE textbox 116 ISA textbox
WITH location = 166,146,631,432
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS right
WITH font = "Helv"
WITH font size = 12
WITH text = ""

INSTANCE textbox 117 ISA textbox
WITH location = 151,128,619,414
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,129
WITH justify IS right
WITH font = "Helv"
WITH font size = 12
WITH text = ""

WITH text = "A los detonadores electrónicos se les clasifica como Estopones Eléctricos y estos a su vez en instantáneos o de retardo. Los estopones eléctricos son fulminantes elaborados de tal manera que pueden hacer detonar un corriente eléctrica. Con ellos, pueden usarse, y se puede controlar con precisión el momento de la explosión, lo que no sucede con los fulminantes por la variación de la velocidad de combustión de la mecha. Un estopón eléctrico está formado por un casco metálico cilíndrico que contiene varias cargas de explosivos. La energía eléctrica es llevada hacia el estopón mediante alambres de metal con aislamiento de plástico, los cuales se introducen al estopón a través de un tapón de hule o plástico. Los estopones que tienen más alta potencia son los que tienen mayor cantidad de carga detonante."

INSTANCE textbox 118 ISA textbox
WITH location = 504,192,603,221
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = ""

INSTANCE textbox 119 ISA textbox

WITH location = 505,134,604,163
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = ""

INSTANCE textbox 120 ISA textbox
WITH location = 506,293,605,332
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = ""

INSTANCE textbox 121 ISA textbox
WITH location = 505,342,604,371
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = ""

INSTANCE textbox 122 ISA textbox
WITH location = 61,123,498,178
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 255,255,0
WITH justify IS left
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH frame = TRUE

WITH text = "Los estopones eléctricos instantáneos tienen una carga de ignición, una carga primaria y una carga detonante. Su casquillo es de aluminio y tienen dos alambres de cobre calibre 20 ó 22, generalmente uno rojo y el otro amarillo. Estos dos colores distintos son de gran ayuda al hacer las conexiones."

INSTANCE textbox 123 ISA textbox
WITH location = 61,182,498,278
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 255,255,0
WITH justify IS left
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH frame = TRUE

WITH text = "Los estopones eléctricos de retardo, también llamados de tiempo, son similares a los instantáneos, con la diferencia que tienen colocados entre el filamento y la carga de detonación un elemento de retardo el cual contiene polvos lentos. Estos estopones tienen una etiqueta de color que muestra el número del periodo de retardo y que sirve para su identificación. El disparo con estopones de retardo tiene por objeto mejorar la fragmentación y el desplazamiento de la roca, así como proporcionar mayor control de vibraciones, ruido y proyecciones. Si se usan adecuadamente pueden reducir los costos."

INSTANCE textbox 124 ISA textbox
WITH location = 63,285,498,326
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 255,255,0
WITH justify IS left
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH frame = TRUE

WITH text = "Los estopones de retardo M33 son los más ampliamente usados en canteras, trabajos a cielo abierto y proyectos de construcción. Se pueden obtener en diez períodos, cuyos números indican el tiempo en milésimas de segundo que tarda en producir un disparo."

INSTANCE textbox 125 ISA textbox
WTH1 location := 197,331,497,377
WTH1 pen color := 0,0,0
WTH1 fill color := 255,255,0
WTH1 justify IS left
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 8
WTH1 frame := TRUE
WTH1 text := "Los estopines de retardo Mark V se utilizan principalmente en trabajos subterráneos como túneles, galerías, pozos, etc. Se fabrican en diez periodos regulares de retardo"

INSTANCE textbox 126 ISA textbox
WTH1 location := 497,123,596,152
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 0,0,125
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 8
WTH1 text := "ELECTRICOS DE RETARDO"

INSTANCE textbox 127 ISA textbox
WTH1 location := 497,182,596,211
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 0,0,125
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 8
WTH1 text := "ELECTRICOS INSTANTANEOS"

INSTANCE textbox 128 ISA textbox
WTH1 location := 498,282,597,311
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 0,0,125
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 8
WTH1 text := "ELECTRICOS DE RETARDO MS"

INSTANCE textbox 129 ISA textbox
WTH1 location := 498,341,597,369
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 0,0,125
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 8
WTH1 text := "ELECTRICOS DE RETARDO MARK V"

INSTANCE textbox 130 ISA textbox
WTH1 location := 114,187,607,353
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 130,0,255
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 12
WTH1 text := ""

INSTANCE textbox 131 ISA textbox
WTH1 location := 96,147,589,333
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 0,0,128
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 12
WTH1 text := "Son herramientas para hacer hendidura a los casquillos del fulminante cerca del extremo de este, logrando una insión firme e impenetrable entre la mecha y el fulminante. Existen dos tipos de cortaguadras: las piezas cortaguadras y las máquinas cortaguadras. La compra de la máquina cortaguadras sólo se justifica para operaciones donde sistemáticamente se fijan una gran cantidad de fulminantes o donde hay puestos operales para hacer este trabajo"

INSTANCE textbox 132 ISA textbox
WTH1 location := 189,132,511,183
WTH1 pen color := 255,255,0
WTH1 fill color := 0,0,255
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font style IS bold
WTH1 font size := 12
WTH1 frame := TRUE
WTH1 text := "Suministran la corriente necesaria para disparar los estopines eléctricos"

INSTANCE textbox 133 ISA textbox
WTH1 location := 201,43,501,103
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 128,0,255
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 18
WTH1 text := ""

INSTANCE textbox 134 ISA textbox
WTH1 location := 188,29,488,89
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 255,0,255
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 18
WTH1 text := "MAQUINAS EXPLOSORAS DE GENERADOR"

INSTANCE textbox 135 ISA textbox
WTH1 location := 88,131,597,322
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 0,0,134
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font style IS bold CF FALSE, static CF FALSE, underline CF FALSE, strikeout CF FALSE
WTH1 font size := 12

WTH1 text := "Las explosoras de generador han sido las convencionales durante muchos años. Se basan en un generador modificado que suministra una corriente directa pulsativa. Son de dos tipos.
De giro o vuelta y de cremallera. Están diseñadas de tal manera que no producen corriente alguna hasta que el giro o el desplazamiento hacia a bajo de la cremallera lleguen al final de su recorrido; instante en que la corriente en liberada hacia las líneas de disparo en magnitud muy cercana a su máximo amperaje y voltaje."

INSTANCE textbox 136 ISA textbox
WTH1 location := 197,48,503,108
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 130,0,255
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 18
WTH1 text := ""

INSTANCE textbox 137 ISA textbox
WTH1 location := 177,36,483,96
WTH1 pen color := 255,255,255
WTH1 fill color := 255,0,255
WTH1 justify IS center
WTH1 font := "Helv"
WTH1 font size := 18
WTH1 text := "MAQUINAS EXPLOSORAS DE DESCARGA"

INSTANCE textbox 138 ISA textbox
WTH1 location := 73,134,611,315
WTH1 pen color := 255,255,255

WITH fill color = 0,0,130

WITH justify IS left

WITH font = "Hels"

WITH font size = 10

WITH text = "Estas máquinas utilizan pilas secas para un banco de condensadores que alimentan una corriente directa y de duración corta a los dispositivos de disparo eléctrico. Estas explosoras se consideran como las máquinas más eficientes y confiables para el encendido en voladuras. Sus principales características son:

- Poseen una capacidad de detección de estopines extremadamente alta.
- Proporcionan gran seguridad, ya que no disparan hasta alcanzar su voltaje de diseño, el cual es señalado por la luz del foco piloto.
- Los botones de carga y disparo así como los condensadores quedan en "corto circuito" hasta que se necesitan.
- La ausencia de partes de movimiento y la eliminación del factor humano que interviene en las operaciones mecánicas."

INSTANCE textbox 139 ISA textbox

WITH location = 190,51,503,111

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 130,0,255

WITH justify IS center

WITH font = "Hels"

WITH font size = 18

WITH text = ""

INSTANCE textbox 140 ISA textbox

WITH location = 178,38,491,98

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 255,255

WITH justify IS center

WITH font = "Hels"

WITH font size = 18

WITH text = "MÁQUINAS EXPLOSORAS SECUENCIALES"

INSTANCE textbox 141 ISA textbox

WITH location = 103,134,601,319

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 0,0,132

WITH justify IS center

WITH font = "Hels"

WITH font size = 12

WITH text = "Son máquinas explosoras de descarga de condensador capaces de dar energía a múltiples circuitos de voladura en una secuencia de tiempo programada. La distribución de tiempos proporciona un mayor número de retardos de los que se pueden tener con estopines de tiempo distribuidos con máquinas explosoras convencionales. Estas máquinas permiten aumentar el tamaño total del disparo sin incrementar los efectos de ruido y vibraciones, así como mejorar la fragmentación y el control de proyecciones de roca."

INSTANCE textbox 142 ISA textbox

WITH location = 16,112,620,194

WITH pen color = 0,0,0

WITH fill color = 183,192,175

WITH justify IS center

WITH font = "Hels"

WITH font size = 10

WITH text = "Los instrumentos de prueba son aquellos diseñados para medir las características eléctricas de los circuitos de voladura, así como del área circundante para asegurar que la operación sea eficiente y se gure. Estos aparatos, además de aliviar tiempo permiten incrementar grandemente la seguridad de cualquier operación de voladura, reduciendo la posibilidad de disparos quedados o de detonación accidental."

INSTANCE Instrumento Texto ISA textbox

WITH location = 278,236,619,430

WITH pen color = 30,70,205

WITH fill color = 145,194,135

WITH justify IS left

WITH font = "Hels"

WITH font size = 8

WITH frame = TRUE

WITH text = "El multímetro es un aparato diseñado para medir resistencias, voltajes y corrientes en operaciones de voladuras eléctricas. Su sensibilidad es muy alta, por lo que tiene un amplio alcance en sus mediciones. Sus principales usos son:

- Examinar los sitios de voladura para localizar corrientes extrañas.
- Analizar las resistencias de los circuitos.
- Ejecutar pruebas de resistencia en la determinación de riesgos por electricidad estática.
- Probar líneas de conclusión.
- Probar la continuidad y la resistencia de estopines y circuitos eléctricos.
- Medir voltajes.
- Como galvanómetro."

INSTANCE Instrumento Titulo ISA textbox

WITH location = 477,218,620,236

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 0,0,146

WITH justify IS center

WITH font = "System"

WITH font size = 10

WITH text = "MULTIMETRO"

INSTANCE textbox 145 ISA textbox

WITH location = 114,179,581,242

WITH pen color = 0,0,0

WITH fill color = 130,0,255

WITH justify IS center

WITH font = "Hels"

WITH font size = 12

WITH text = ""

INSTANCE textbox 146 ISA textbox

WITH location = 91,157,558,302

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 0,0,130

WITH justify IS center

WITH font = "Hels"

WITH font size = 12

WITH text = "Las mallas pueden ser de alambre o alambroón y se utilizan para cubrir la voladura antes de efectuar el disparo, para captar los fragmentos de roca procedente de la voladura e impedir que vuelen al aire con grandes proyecciones. Debe tenerse cuidado al colocar las mallas, porque pueden hacerse cortos circuitos si hay conexiones descubiertas del circuito de disparo que estén en contacto con la malla."

INSTANCE textbox 147 ISA textbox

WITH location = 60,145,325,200

WITH pen color = 0,0,255

WITH fill color = 0,255,255

WITH justify IS center

WITH font = "Tms Rmn"

WITH font size = 18

WITH frame = TRUE

WITH text = "OBJETIVOS DE LA VOLADURA"

INSTANCE textbox 148 ISA textbox

WITH location = 61,199,326,254

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 0,0,255

WITH justify IS center

WITH font = "Tms Rmn"

WITH font size = 18

WITH frame = TRUE

WITH text = "CAUSAS BÁSICAS"

INSTANCE testbox 149 ISA testbox
WITH location = 60,253,325,308
WITH pen color = 0,0,255
WITH fill color = 0,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Times Roman"
WITH font size = 18
WITH frame = TRUE
WITH text := "PLANTILLAS DE BARRENACION"

INSTANCE testbox 150 ISA testbox
WITH location = 60,306,325,361
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Times Roman"
WITH font size = 18
WITH frame = TRUE
WITH text := "CONEXIONES DE ESTOPINES"

INSTANCE testbox 151 ISA testbox
WITH location = 324,145,605,200
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Times Roman"
WITH font size = 18
WITH frame = TRUE
WITH text := "DISPARO CON FULMINANTE Y MECHA"

INSTANCE testbox 152 ISA testbox
WITH location = 324,200,605,255
WITH pen color = 0,0,255
WITH fill color = 0,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Times Roman"
WITH font size = 18
WITH frame = TRUE
WITH text := "VOLADURAS CON CORDON DETONANTE"

INSTANCE testbox 153 ISA testbox
WITH location = 324,255,605,308
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Times Roman"
WITH font size = 18
WITH frame = TRUE
WITH text := "TECNICAS DE DISPARO ELÉCTRICO"

INSTANCE testbox 154 ISA testbox
WITH location = 324,307,605,362
WITH pen color = 0,0,255
WITH fill color = 0,255,255
WITH justify IS center
WITH font := "Times Roman"
WITH font size = 18
WITH frame = TRUE
WITH text := "PRECAUCIONES A TOMAR EN VOLADURAS"

INSTANCE testbox 155 ISA testbox
WITH location = 162,65,562,96
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "I helv"
WITH font size = 18
WITH text := ""

INSTANCE testbox 156 ISA testbox

WITH location = 149,53,549,84
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "I helv"
WITH font size = 18
WITH text := "OBJETIVOS DE LA VOLADURA"

INSTANCE testbox 157 ISA testbox
WITH location = 224,67,424,99
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS left
WITH font := "I helv"
WITH font size = 18
WITH text := ""

INSTANCE testbox 158 ISA testbox
WITH location = 214,58,414,90
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS left
WITH font := "I helv"
WITH font size = 18
WITH text := "CUÑAS BASICAS"

INSTANCE testbox 159 ISA testbox
WITH location = 158,67,546,86
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 130,0,255
WITH justify IS left
WITH font := "I helv"
WITH font size = 18
WITH text := ""

INSTANCE testbox 160 ISA testbox
WITH location = 148,47,536,76
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS center
WITH font := "Times New Roman"
WITH font style IS bold, static CF FALSE, underline CF FALSE,
stretch CF FALSE;
WITH font size = 16
WITH text := "PLANTILLA DE BARRENACIONES"

INSTANCE testbox 161 ISA testbox
WITH location = 151,64,557,96
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS left
WITH font := "I helv"
WITH font size = 18
WITH text := ""

INSTANCE testbox 162 ISA testbox
WITH location = 141,55,547,87
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 255,0,255
WITH justify IS left
WITH font := "I helv"
WITH font size = 18
WITH text := "CONEXIONES ELÉCTRICA DE LOS ESTOPINES"

INSTANCE testbox 163 ISA testbox
WITH location = 143,63,589,09
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,255
WITH justify IS left
WITH font := "I helv"
WITH font size = 18

WITH text := ""

INSTANCE textbox 164 ISA textbox

WITH location := 129,53,575,89

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS left

WITH font := "Hels"

WITH font size := 18

WITH text := "DISPARO CON FULMINANTE Y MECIA"

INSTANCE textbox 165 ISA textbox

WITH location := 134,63,625,94

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS center

WITH font := "Hels"

WITH font size := 18

WITH text := ""

INSTANCE textbox 166 ISA textbox

WITH location := 129,52,616,83

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS center

WITH font := "Hels"

WITH font size := 18

WITH text := ""

INSTANCE textbox 167 ISA textbox

WITH location := 148,65,566,97

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS left

WITH font := "Hels"

WITH font size := 18

WITH text := ""

INSTANCE textbox 168 ISA textbox

WITH location := 129,52,557,96

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS left

WITH font := "Hels"

WITH font size := 18

WITH text := "TECNICAS DE DISPARO ELECTRICO"

INSTANCE sonda precauciones a tomar ISA textbox

WITH location := 189,48,551,109

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS center

WITH font := "Hels"

WITH font size := 18

WITH text := ""

INSTANCE precauciones a tomar ISA textbox

WITH location := 177,33,539,94

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,255

WITH justify IS center

WITH font := "Hels"

WITH font size := 18

WITH text := "PRECAUCIONES A TOMAR EN VOLADURAS ELECTRICAS"

INSTANCE textbox 171 ISA textbox

WITH location := 12,106,620,358

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 255,0,137

WITH justify IS left

WITH font := "Hels"

WITH font size := 10

WITH text := "Los principales objetivos que se deben tener en cuenta de una voladura son:

- La roca fragmentada deba tener la granulometría deseada. El diámetro de la partícula obtenida, producto de la voladura, está limitado por factores tales como la clase y tamaño del equipo de excavación y acarreo, abertura de la trituradora primaria o por el uso que se va a destinar al material.

- Consumo mínimo de explosivo para fracturar la roca. Se observará el caso de explosivos por metro cubo de roca volada y la cantidad mínima en kilogramos usados en el barreno para obtener la fragmentación deseada

- Mínima barrenación posible. Se procurará hacer una barrenación adecuada y perfectamente bien distribuida para obtener buenos resultados en la voladura.

- Mínimas proyecciones de la roca. Al realizar la voladura es conveniente que los lanzamientos del material, efecto de la explosión, sean mínimos ya que pueden ocasionar daños y además son ruidos del uso inútil de la energía del explosivo

- Fracturación mínima de la roca no volada. Se debe evitar las fragmentaciones de roca atrás de la línea de corte del proyecto de voladura."

INSTANCE textbox 172 ISA textbox

WITH location := 163,358,620,424

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 0,0,137

WITH justify IS left

WITH font := "Hels"

WITH font size := 10

WITH text := "Cuando un explosivo se usa apropiadamente, consume la mayor parte de su energía en fracturar o mover la roca o material evitando los trabajos entre sus fragmentos. Sin embargo, el resto de la energía se consume inútilmente, proyectando material, lo cual es muy peligroso

El control de la energía se puede llevar a cabo mediante el tamaño de los agujeros de perforación (plantillas de barrenación), las separaciones entre los mismos y por el tipo de explosivo seleccionado "

INSTANCE textbox 173 ISA textbox

WITH location := 25,113,616,247

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 0,0,137

WITH justify IS center

WITH font := "Hels"

WITH font size := 10

WITH text := "Las técnicas de barrenación y voladura que exitosamente llevan las barrenaciones a su profundidad de barrenación han evolucionado a través de los años. Existen tres tipos básicos de culas: 1) Osmada, 2) En ángulo, y 3) Mecánica. Cada tipo de culas tiene muchas variaciones en sus diseños para hacerlas adaptables a una formación en particular. La función principal de la culas permanece siendo la misma sin importar el tipo que se use o sus variaciones. Para tener éxito debe romper la roca o el material y moverlo hacia el frente, o en la dirección deseada, esto crea un flujo que proporciona alivio adicional a los barrenos restantes que serán disparados posteriormente en una secuencia preletr mudada."

INSTANCE uñas texto ISA textbox

WITH location := 160,25,615,430

WITH pen color := 255,255,255

WITH fill color := 128,0,0

WITH justify IS right

WITH font := "Hels"

WITH font size := 10

WITH text := "Líste o un grupo de barrenos perforados cercanos uno a otro, paralelos a la dirección de avance y perpendiculares a la cara existente. Son disparados en el centro de la cara o cerca de ella para

quebrar una abertura aproximadamente cilíndrica a toda la profundidad de la barrenación.

Es importante que los barrenos de la cuña quemada se perforen en formas exactas y paralelos uno a otro. La localización inadecuada de los barrenos de la cuña quemada puede dar como resultado "chocotes". Los barrenos que rozan el área de la cuña tienen una secuencia para disiparse posteriormente y quebrar hacia esta nueva abertura que se ha creado.

INSTANCE textbox 175 ISA textbox
WITH location = 41,325,152,357
WITH pen color = 0,0,97
WITH fill color = 255,255,255
WITH justify IS left
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = "Señale el botón que le interesa y de CLICK"

INSTANCE textbox 176 ISA textbox
WITH location = 11,97,614,230
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,141
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 10
WITH text = "La barrenación implica perforar en la roca una serie de barrenos. Existen diversos tipos de plantillas de barrenación, la cual refleja al momento de cargarla y tronarla el estilo de la voladura. Los barrenos según su distribución en la plantilla tienen diferentes funciones, las cuales trabajan conjuntamente, permitiendo control y seguridad sobre la voladura a realizar. La tronada de un barreno cargado, tiene en sí guías voladuras secuencia de disparo, y estos son empujados en la plantilla según su tiempo designado para tronar. Esto se hace con el fin de provocar en cuestión de segundos o milisegundos cargas libres para dar dirección y espacio a la roca movida o fracturada"

INSTANCE Barra Texta ISA textbox
WITH location = 23,210,623,432
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 255,255,0
WITH justify IS left
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = ""

INSTANCE textbox 178 ISA textbox
WITH location = 6,112,591,185
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,128
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 10
WITH text = "Los estopines, ya sean instantáneos o de tiempo, se accionan eléctricamente, para ello se requiere una cantidad mínima de corriente que generalmente es de 2 amperos.
Existen tres tipos de conexiones: en serie, en paralelo y en serie-paralelo."

INSTANCE textbox 179 ISA textbox
WITH location = 65,193,450,261
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 255,255,0
WITH justify IS left
WITH font = "Helv"
WITH font size = 10
WITH text = "Se dice que los estopines están conectados en serie cuando varios de ellos se conectan extremo a extremo. La corriente que pasa por todos ellos es la misma y la resistencia total del sistema es la suma de las resistencias de cada estopín."

INSTANCE textbox 180 ISA textbox
WITH location = 450,192,591,225
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 127,0
WITH justify IS right
WITH font = "System"
WITH font size = 10
WITH text = "CONEXION EN SERIE"

INSTANCE textbox 181 ISA textbox
WITH location = 66,264,450,316
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 255,255,0
WITH justify IS right
WITH font = "Helv"
WITH font size = 10
WITH text = "Esta conexión se presenta cuando los estopines se conectan lado a lado, pasando una parte de la corriente total por cada uno de los estopines"

INSTANCE textbox 182 ISA textbox
WITH location = 450,263,591,296
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 127,0
WITH justify IS right
WITH font = "System"
WITH font size = 10
WITH text = "CONEXION EN PARALELO"

INSTANCE textbox 183 ISA textbox
WITH location = 66,319,450,355
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 255,255,0
WITH justify IS right
WITH font = "Helv"
WITH font size = 10
WITH text = "Esta conexión es cuando varias series de estopines se conectan lado a lado, dividiendo la corriente, ya que cada "

INSTANCE textbox 184 ISA textbox
WITH location = 153,354,451,405
WITH pen color = 0,0,0
WITH fill color = 255,255,0
WITH justify IS right
WITH font = "Helv"
WITH font size = 10
WITH text = "seme provoca un camino diferente para la corriente pasando una parte de la corriente total por cada una de ellas."

INSTANCE textbox 185 ISA textbox
WITH location = 451,319,592,352
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 127,0
WITH justify IS right
WITH font = "System"
WITH font size = 10
WITH text = "CONEXION SERIE-PARALELO"

INSTANCE textbox 186 ISA textbox
WITH location = 57,117,614,225
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,130
WITH justify IS center
WITH font = "Helv"
WITH font size = 8
WITH text = "Los ensamblajes de fulminante y mecha pueden disparar cargas simples o cargas múltiples cuando han sido diseñadas para iniciar su rotación. En el caso donde las cargas deban ser iniciadas instantáneamente, como en trabajos de pre-corte, o con intervalos cortos de retardo no pueden usar este método de iniciación debido a que la regulación del tiempo en voladuras con mecha no es lo

suficientemente preciso. El fulminante y la mecha deberán ser usados únicamente por personal supe
riado, entrenado, experimentado y hábil, que esté completamente familiarizado con el uso de explosivos sobre una base diaria. La voladura con fulminante y mecha deberá usarse únicamente donde exista un tiempo largo de retardo entre la detonación de barrenos individuales sin crear un problema."

INSTANCIA textob 187 ISA textob

WITH location = 50,232,940,327

WITH pen color = 0,0,0

WITH fill color = 255,255,0

WITH justify IS left

WITH font = "Heli"

WITH font size = 8

WITH text = "Existen varios métodos para cebar un hidrogel (water gel) encartuchado o una dinamita con fulminante y mecha, el método más seguro y común es el método de cebado de extremo-invertido que consiste en:

- Hacer un agujero cerca del centro en el extremo y sobre el eje longitudinal del cartucho que permita la inserción del fulminante dentro del explosivo por lo menos 2 1/2 pulgadas.
- Se hace un doblez a la mecha de tal forma que no se entrese y permanezca a lo largo del cartucho cuando el cebo de iniciación se cargue dentro del barrenos. Es importante que siempre se use un palo de madera para cargar. Nunca tocar el cartucho del cebo de iniciación."

INSTANCIA textob 188 ISA textob

WITH location = 541,232,621,327

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 128,0,0

WITH justify IS left

WITH font = "System"

WITH font size = 10

WITH text = "CEBADO DE INICIACION"

INSTANCIA textob 189 ISA textob

WITH location = 50,329,539,358

WITH pen color = 0,0,0

WITH fill color = 255,255,0

WITH justify IS left

WITH font = "Heli"

WITH font size = 8

WITH text = "Para encender a mano la mecha de seguridad confiablemente se deberá usar una flama intencionalmente caliente y los extremos de la mecha deberán estar limpios y recientemente cortados."

INSTANCIA textob 190 ISA textob

WITH location = 145,358,538,436

WITH pen color = 0,0,0

WITH fill color = 255,255,0

WITH justify IS left

WITH font = "Heli"

WITH font size = 8

WITH text = "La mecha nunca deberá ser encendida de gasolina o keroseno, una lámpara de minero, un palo de madera encendido, un rollo de papel, un cigarrillo, o un puro. No deberá usarse ningún método de encendido manual que confunde u oculte el hecho de que la mecha ha sido encendida. Estos métodos no sólo son lentos y desconfiables, sino que tambien son extremadamente peligrosos."

INSTANCIA textob 191 ISA textob

WITH location = 539,329,621,424

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 128,0,0

WITH justify IS left

WITH font = "System"

WITH font size = 10

WITH text = "ENCENDIENDO MECHA SEGURIDAD"

INSTANCIA textob 192 ISA textob

WITH location = 39,105,622,333

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 0,0,134

WITH justify IS center

WITH font = "Heli"

WITH font size = 10

WITH text = "Los cordones detonantes más ampliamente usados tienen 25 ó 50 gramos de PETN por pie. Y tienen la energía de iniciación aproximada

- de a fulminante del número 6. Los cordones detonantes son particularmente ideales para:
 - Voladuras no eléctricas debido a que se pueden presentar corrientes extrañas potencialmente peligrosas.
 - Voladuras de cargas múltiples sin retardo significativo entre las cargas (por ejemplo las voladuras de pre-corte)
 - Cebado múltiple o tocos intermedios en barrenos profundos, de diámetro grande.
 - Voladuras grandes o coposteras (por ejemplo para fracturar cuerpos mine rales de baja caudal para lixiviación de los compuestos solubles in situ)
 - Iniciar cargas de voladuras en alcancías
 - Voladuras subterráneas donde es difícil aislar las conexiones eléctricas.
 - Voladuras instantáneas
 - En sistemas de retardo de superficie."

INSTANCIA textob 193 ISA textob

WITH location = 234,353,620,421

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 130,0,0

WITH justify IS center

WITH font = "Heli"

WITH font size = 8

WITH text = "En la mayoría de las voladuras se prefiere condición detonante de 50 gramos por pie como línea descendente para iniciar la carga de columna de alto explosivo o cebo de iniciación. Pasa tiene una mayor confiabilidad de cebado y resistencia a la tensión que el cordón detonante de carga más baja y brinda una mayor economía que cordones detonantes más grandes."

INSTANCIA textob 194 ISA textob

WITH location = 150,353,231,395

WITH pen color = 0,0,255

WITH fill color = 255,255,255

WITH justify IS right

WITH font = "System"

WITH font size = 10

WITH text = "CEBADO Y CARGA"

INSTANCIA textob 195 ISA textob

WITH location = 31,107,611,336

WITH pen color = 255,255,255

WITH fill color = 0,0,134

WITH justify IS center

WITH font = "Heli"

WITH font size = 10

- El tipo de una voladura eléctrica depende de cuatro principios generales:
 - Selección y trazado apropiados del circuito de voladura;
 - Una fuente adecuada de energía compatible con el tipo de circuito de voladura seleccionado;
 - El reconocimiento y la eliminación de todos los riesgos eléctricos; y
 - Balanceo de circuitos, buenas conexiones eléctricas y pruebas del circuito terminado.
- La selección del circuito dependerá de el número de estopines eléctricos a ser disparados y el tipo de operación. En general, un circuito de serie simple es usado en voladuras pequeñas consistentes de menos de 50 estopines eléctricos. Un circuito de serie en paralelo es usado cuando un gran número de estopines eléctricos está implicado.

El circuito paralelo es usado únicamente en aplicaciones especiales. Se debe tener cuidado para evitar que los alambres del detonador se luyan o se pelen ya sea en el barro o en la superficie. La construcción interna de los estopines eléctricos fabricados por diferentes compañías varía considerablemente. Como resultado, éstos no son compatibles en el mismo circuito de voladura. Por lo tanto, estopines eléctricos de diferente fabricante nunca deberán usarse en la misma voladura. Tal práctica es casi segura que resultará en peligrosas fallas de disparo.

INSTANCE textbox 196 ISA textbox
WITH location = 160,339,623,431
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 128,0,0
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size = 8
WITH text := "Las máquinas explosoras por descarga del detonador, cuando se usan apropiadamente, son el medio más seguro de disparar estopines eléctricos. Las líneas de fuerza eléctrica también pueden ser usadas para disparar estopines eléctricos. Con cualquier fuente de energía es esencial que se proporcione energía suficiente para iniciar todos los estopines en un pocos milisegundos. Cuando se dispara mediante líneas de fuerza eléctrica, los cálculos requeridos para proporcionar corriente suficiente a cada estopin en el circuito se hace mediante la aplicación de los principios básicos de las Leyes de Ohm y Kirchhoff."

INSTANCE textbox 197 ISA textbox
WITH location = 148,114,623,420
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,128
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size = 10
WITH text := "La energía eléctrica no deseada que puede entrar en un circuito de voladura debe mantenerse a niveles seguros o excluirse por completo. Si no se hace, dicha energía puede causar detonaciones prematuras ya sea en un sistema de voladura eléctrico o uno no eléctrico. Por esta razón, deberán realizarse evaluaciones completas de la electricidad estrañera en los sitios de voladura antes de que cualquier explosivo se lleve dentro del área. Los peligros de la electricidad incluyen:

- Corrientes erráticas desviadas debido a equipo eléctrico defectuosamente aislado o a interconexiones erráticas;
- Rayos y electricidad estática de tormentas eléctricas;
- Alta energía de radiofrecuencia cerca de transmisoras;
- Corrientes inductivas, presentes en campos electromagnéticos alternantes, tales como aquellas generalmente encontradas cerca de líneas de transmisión de alta voltaje;
- Electricidad estática generada por tormentas de polvo impulsadas por el viento y tormentas de nieve, por bandadas de conducción iónicas, y por el cargado inductivo de ANFO;
- Corrientes galvánicas generadas por metales diferentes haciendo contacto o separados por un material conductor."

INSTANCE textbox 198 ISA textbox
WITH location = 19,111,624,323
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,130
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size = 10
WITH text := "El nivel 'seguro' aceptable de electricidad estrañera para voladuras eléctricas se deriva de la corriente requerida para detonar estopines eléctricos. Y la corriente mínima para encender estopines eléctricos comerciales actualmente fabricados en el país es de 0.25 amperos (ó 250 miliamperos) aproximadamente. El Instituto de Fabricantes de Explosivos (Institute of Makers of Explosives, IME) ha establecido la máxima corriente segura permitida para que fluya a través de un fulminante eléctrico sin peligro de iniciación como de una

quinta parte de la corriente mínima de encendido, o sea 0.05 amperios (50 miliamperos), la cual proporciona un factor de seguridad de corriente de cinco o un factor de energía de 25. Las voladuras eléctricas no deben efectuarse en áreas donde las corrientes estrañeras sean mayores de 0.05 amperios. Los operarios que usen estopines eléctricos deberán medir a intervalos frecuentes con objeto de revisar la presencia de corrientes estrañeras en el área de la voladura y asegurarse de que estas permanezcan a un nivel seguro. El Multímetro para Voladuras está diseñado para detectar electricidad estrañera tan baja hasta de usos"

INSTANCE textbox 199 ISA textbox
WITH location = 146,323,624,377
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,134
WITH justify IS left
WITH font := "Helv"
WITH font size = 10
WITH text := "multivolts o miliamperos. Tiene alcance de voltaje (ACDC) de 0.15, 6, 60, 300 y 600 voltios con 20 000 ámbitos por voltio de precisión en todos los rangos excepto en el rango de milivolts AC, donde es de 750 ámbitos por voltio."

INSTANCE Aplicaciones Texto ISA textbox
WITH location = 46,169,596,396
WITH pen color = 255,255,255
WITH fill color = 0,0,130
WITH justify IS center
WITH font := "Helv"
WITH font size = 10
WITH text := "

INSTANCE timer 1 ISA timer
WITH active = TRUE
WITH period = 0 00 00 08 000

INSTANCE main window ISA window
WITH location = -1,-1,-1,-1
WITH full screen = TRUE
WITH style IS movable CF FALSE, sizeable CF FALSE, closable
WITH title = "SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL USO DE EXPLOSIVOS"
WITH visible = TRUE
WITH visible OK button = FALSE

DEMON 1
IF tripped OF timer 1 = TRUE
THEN ASK advertencia
AND active OF timer 1 = FALSE

END