

2
2 ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

LA RADIOPROTECCION EN LA EXPLO-
TACION DE MINERALES RADIOACTIVOS Y
SIMULACION DEL CIRCUITO DE VENTI-
LACION EN LA MINA PUERTO III
COMPLEJO MINERO METALURGICO
PEÑA BLANCA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA

P R E S E N T A N

**LUIS JAVIER CERECEDO DIEGO
ALEJANDRO RIOS ALVARADO**

MEXICO, D. F.

**TEJIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAG.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
1. LA ENERGIA NUCLEAR EN MEXICO	4
1.1 ANTECEDENTES INSTITUCIONALES	4
1.2 URANIO MEXICANO	5
1.3 COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD	6
2. YACIMIENTO PENA BLANCA	3
2.1 LOCALIZACION	8
2.2 ANTECEDENTES	11
2.3 OROGRAFIA E HIDROGRAFIA	11
2.4 GEOLOGIA	13
2.4.1 ESTRATIGRAFIA	14
2.4.1.1 CRETACICO	14
2.4.1.2 TERCARIO	16
2.5 CONTROL DE LA MINERALIZACION Y GEOLOGIA ESTRUCTURAL	18
2.6 CALCULO DE RESERVAS	19
2.6.1 ESTIMACION DE RESERVAS	19
3. SISTEMA DE EXPLOTACION	25
3.1 PRODUCCION DEL COMPLEJO MINERO-METALURGICO PENA BLANCA	25
3.2 SISTEMA DE EXPLOTACION	27
3.2.1 SELECCION DEL METODO	27
3.2.2 CARACTERISTICAS DEL METODO	27
3.2.3 APLICACION DEL SISTEMA DE EXPLOTACION EN LA MINA	28
PUERTO III	28
3.2.3.1 RAMPAS DE ACCESO	30
3.2.3.2 CRUCEROS DE PREPARACION	30
3.2.3.3 TUMBE DE MINERAL	30
3.3 CALCULO DE PILARES	34
3.3.1 PRESENTACION	34
3.3.2 DISEÑO DE FILARES	35
3.4 DESCRIPCION DEL EQUIPO	40
3.4.1 EQUIPO DE BARRENACION	40
3.4.2 EQUIPO DE REZAGADO Y ACAFREO	41

4. ASPECTOS GENERALES DE RADIOACTIVIDAD Y LA RADIOPROTECCION EN LAS EXPLOTACIONES DE MINERALES RADIOACTIVOS	42
4.1 INTRODUCCION	42
4.2 EFECTOS BIOLÓGICOS	47
4.3 ETAPAS DEL CICLO NUCLEAR	52
4.4 RADIOPROTECCION	56
4.5 CONTROL Y PREVENCIÓN RADIOLOGICA	58
4.5.1 CONTABILIZACIÓN DE LAS DOSIS RECIBIDAS	59
4.6 NATURALEZA DE LOS RIESGOS RADIOACTIVOS EN LAS MINAS DE URANIO	61
4.6.1 IRRADIACION EXTERNA	61
4.6.2 IRRADIACION INTERNA	61
4.6.2.1 POLVOS RADIOACTIVOS	61
4.6.2.2 EL RADON Y SUS DESCENDIENTES	63
4.7 DOSIMETRIA EN LAS MINAS DE MINERALES RADIOACTIVOS	64
4.8 PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS RADIOLOGICOS	67
4.9 IMPORTANCIA DE LA VENTILACION EN LAS EXPLOTACIONES DE MINERALES RADIOACTIVOS	70
4.10 CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AIRE EN LA MINA PUERTO III	76
4.11 SELECCION DE ALTERNATIVAS	79
4.12 CALCULO Y SIMULACION DEL CIRCUITO DE VENTILACION	81
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFIA	113

RESUMEN

A LA FECHA DE REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO, LA CENTRAL NUCLEOELECTRICA DE LAGUNA VERDE, VER. REPORTABA LA TERMINACION DE SU SEXTA FASE DE MANTENIMIENTO MAYOR. A PARTIR DE ESTE MOMENTO LA CAPACIDAD DE OPERACION AUMENTARA A UN 95% DE LA INSTALADA, PLANEANDOSE PARA MEDIADOS DE 1990 QUE LA CENTRAL SE ENCUENTRE TRABAJANDO A SU MAXIMO PERMISIBLE.

DENTRO DE ESTE CONTEXTO LA RESOLUCION DEFINITIVA AL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS MINERALES RADIOACTIVOS CON QUE CUENTA EL PAIS ADQUIERE CARACTER PRIORITARIO, YA QUE ES PRECISO DETERMINAR SI LA CENTRAL OPERARA POR TIEMPO INDEFINIDO CON COMBUSTIBLE COMPRADO O SI SE ESTIMA QUE EN UN FUTURO SE EFECTUE EL SEGUIMIENTO DEFINIDO POR URAMEX PARA PRODUCIR EL COMBUSTIBLE NUCLEAR NECESARIO.

ENTRE LOS OBJETIVOS DE ESTE DOCUMENTO DESTACAN EL PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD DE CONTAR EN EL PAIS CON UNA REGLAMENTACION CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LAS PRIMERAS ETAPAS DE FABRICACION DEL COMBUSTIBLE; LA IMPORTANCIA QUE ADQUIEREN LOS CIRCUITOS DE VENTILACION EN LAS EXPLOTACIONES SUBTERRANEAS DE MINERALES RADIOACTIVOS Y LA RE-EVALUACION DE ALGUNOS INCISOS DE LOS PROYECTOS ELABORADOS POR URAMEX, TALES COMO EL DISENO DE PILARES, CALCULO DE EQUIPO Y EVALUACION DE LAS RESERVAS PROBABLES CON QUE CUENTA EL COMPLEJO.

EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO COMPRENDE CINCO CAPITULOS. EN EL PRIMERO SE PLANTEA DE FORMA GENERAL CUALES HAN SIDO LOS ANTECEDENTES INSTITUCIONALES DE LA ENERGIA NUCLEAR EN MEXICO HASTA EL MOMENTO. EN EL SEGUNDO SE ESBOZAN LOS CONCEPTOS BASICOS DE LA GEOLOGIA DE LA REGION, HACIENDO HINCAPIE EN EL YACIMIENTO PUERTO III. EN EL TERCER CAPITULO SE HACE UNA DESCRIPCION DEL EQUIPO Y SISTEMA A EMPLEAR EN LA MINA PUERTO III ASI COMO EL CALCULO Y DISENO DE LOS PILARES. EL CUARTO CAPITULO COMPRENDE LOS ASPECTOS GENERALES DE RADIATIVIDAD Y RADIOPROTECCION, DESTACANDO EN ESTA SECCION EL CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AIRE EN LA MINA EN ESTUDIO Y LA SELECCION DE LA ALTERNATIVA OPTIMA DENTRO DE LAS QUE SE PROPONEN PARA VENTILARLA. DENTRO DEL APARTADO CINCO, SE INCLUYEN LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES QUE A NUESTRO PARECER PUEDEN SERVIR DE PUNTO DE PARTIDA PARA VOLVER A TOMAR LA INICIATIVA DE COMENZAR EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR EN MEXICO.

INTRODUCCION

EN EL CONTEXTO DE UN PANORAMA ENERGETICO CADA VEZ MAS COMPLEJO Y ACENTUADO POR LA CRISIS ECONOMICA INICIADA EN 1973 CON LA CAIDA DE LOS PRECIOS DE LOS HIDROCARBUROS, LA INDUSTRIA NUCLEAR CON FINES CIVILES HA ADQUIRIDO TRASCENDENTAL IMPORTANCIA EN LA BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS ENERGETICAS PARA LA SUSTITUCION PROGRESIVA DEL PETROLEO COMO PRINCIPAL GENERADOR DE ELECTRICIDAD.

LAS INVESTIGACIONES EFECTUADAS SOBRE ESTA MATERIA, SE HAN ENCAMINADO BASICAMENTE A TRES PREGUNTAS. LA PRIMERA DEFINE EL RETORNO A UNA EXPLORACION Y EXPLOTACION RACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES; LA SEGUNDA CONSIDERA EL DESARROLLO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGIA COMO SON LA SOLAR, LA MAREA-MOTIVIZ, LA EOLICA, LA DESCOMPOSICION ORGANICA, ETC.; LA ULTIMA CONSISTE EN EL ESTUDIO DE LA POTENCIALIDAD DE LA ENERGIA NUCLEAR Y DE LOS RIESGOS EN QUE SE INCURRIRIA POR SU UTILIZACION.

CON RELACION A LA ENERGIA NUCLEAR, UN PRIMER INDICADOR DE LA IMPORTANCIA MUNDIAL QUE HA ADQUIRIDO EN ESTOS ULTIMOS AÑOS ESTA INDUSTRIA, ES LA MAGNITUD DE LOS GASTOS DEDICADOS A LA EXPLORACION DE YACIMIENTOS DE MINERALES RADIACTIVOS Y LA INSTALACION DE 382 REACTORES NUCLEARES HASTA ENERO DE 1986.

SIN EMBARGO Y CON RESPECTO A LA INDUSTRIA ELECTRICA EN MEXICO, SE PUEDE MENCIONAR QUE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA PRODUCIR ESTE FLUIDO ELECTRICO NO ES PROPORCIONAL A LA DEMANDA REQUERIDA, SI CONSIDERAMOS QUE EN 1985 EL 61% DE LA POBLACION NACIONAL CONSUMIA EL 97% DEL TOTAL DE LA ENERGIA GENERADA.

PARA 1986 ESTE PROBLEMA PARECIA HABERSE SOLUCIONADO, YA QUE PARA ESTE AÑO SE CONTABILIZABA CON UNA RESERVA PROBADA DE PETROLEO Y GAS NATURAL DE 77 MILLONES DE BARRILES; SIN EMBARGO Y POR DESGRACIA LOS HECHOS DEMUESTRAN LO CONTRARIO, CONSIDERANDO QUE EL INCREMENTO NACIONAL REGISTRADO EN LA CAPACIDAD INSTALADA PARA GENERAR ENERGIA ELECTRICA NO HA SIDO PROPORCIONAL A LA TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL REGISTRADA EN ESTOS ULTIMOS AÑOS.

ASIMISMO, SE PENSABA QUE CON ESTA RESERVA DE HIDROCARBUROS SE APLAZARIA LA PUESTA EN MARCHA DE LA CENTRAL NUCLEOELECTRICA DE LAGUNA VERDE; NO OBTANTE, PARA 1989 EL GOBIERNO FEDERAL DEBE DAR CONTINUIDAD A ESTE PROYECTO, INICIANDOSE LAS ACTIVIDADES DE LA CARGA DE COMBUSTIBLE NUCLEAR A LA PRIMERA UNIDAD DEL REACTOR.

ANTE ESTE FLANTEAMIENTO, ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE APROXIMADAMENTE EN EL TRANSURSO DE LOS TRES PROXIMOS ANOS (TIEMPO MEDIO DE DURACION DE LA PRIMERA CARGA Y SOBRE-CARGA DEL REACTOR) DEBERA DARSE UNA RESOLUCION DEFINITIVA AL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS MINERALES CON QUE CUENTA EL PAIS Y POR CONSECUENCIA CONTEMPLAR LOS LINEAMIENTOS REGLAMENTARIOS EN MATERIA DE RADIACIONES IONIZANTES EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL CICLO NUCLEAR.

EN OTRO ORDEN DE IDEAS, PODEMOS MENCIONAR QUE SI SE HA DECIDIDO EL ARRANQUE DE OPERACIONES EN LA CENTRAL DE LAGUNA VERDE, DEBERAN ENTONCES APROVECHARSE LOS YACIMIENTOS NACIONALES DE MINERALES RADIOACTIVOS DEFINIDOS POR URAMEX Y CONSIDERARSE DESDE SU CONCEPCION LOS LINEAMIENTOS SOBRE RADIOPROTECCION RECOMENDADOS POR ALGUNA DE LAS COMISIONES AUTORIZADAS EN LA MATERIA.

SI BIEN EL DESARROLLO Y LAS CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA URANIFERA EN MEXICO DEFENDERAN DE LA POLITICA NACIONAL EN MATERIA DE ENERGETICOS, DE LAS PECULIARIDADES DE NUESTRO CRECIMIENTO ECONOMICO Y SOCIAL, DE LAS EXIGENCIAS DE NUESTRAS NECESIDADES Y DE LAS POSIBILIDADES DE NUESTROS RECURSOS, TAMBIEN SE VERAN INFLUENCIADAS EN ALGUNA MEDIDA POR LAS CONDICIONES QUE RIJAN EN EL MERCADO URANIFERO INTERNACIONAL Y EN LA INDUSTRIA NUCLEAR MUNDIAL.

SIN EMBARGO, CONOCER LA MAGNITUD DE NUESTROS RECURSOS URANIFEROS CONSTITUYE LA PRIMERA FASE EN EL CAMINO A LA INDUSTRIALIZACION DE LA ENERGIA NUCLEAR, PUES EL TENER CONOCIMIENTO DE NUESTRAS RESERVAS ESTABLECE UNA LIGA PERMANENTE EN LA DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGIA NUCLEOELECTRICA. A LA FECHA DE REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO, ESTA PRIMERA ETAPA FUE CUBIERTA POR URANIO MEXICANO Y LA INFORMACION OBTENIDA DURANTE LOS ANOS DE OPERACION DE ESTE ORGANISMO, CONSTITUYE EL SOPORTE TECNICO DEL ESTUDIO EN CUESTION.

1. LA ENERGIA NUCLEAR EN MEXICO

1.1 ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

EN AGOSTO DE 1945, LA SECRETARIA DE ECONOMIA DECLARO LA INCORPORACION DEL URANIO, TORIO Y DEMAS SUSTANCIAS RADIOACTIVAS A LAS RESERVAS MINERAS NACIONALES. POSTERIORMENTE, EN OCTUBRE DE 1946 SE ADICIONA LA EXCLUSIVIDAD DE EXPLOTACION DE ESAS SUSTANCIAS POR PARTE DEL GOBIERNO FEDERAL.

LOS CONCEPTOS ANTERIORES SON RATIFICADOS EN FORMA EXPLICITA E LA LEY DE DICIEMBRE DE 1949, Y AL EVOLUCIONAR LA ACTIVIDAD NUCLEAR, DA PIE A LA CREACION DE UN ORGANISMO ESPECIFICO PARA ATENDER LAS TAREAS INHERENTES A LA APLICACION PACIFICA DEL ATOMO, ORGANISMO AL QUE SE DENOMINO COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN) SEGUN DECRETO DE 1955.

ACORDE A LOS OBJETIVOS PARA LOS QUE FUE INTEGRADA LA CNEN, ESTA SE ABOCA EN FORMA PRIORITARIA A LA TAREA DE INVESTIGAR LOS RECURSOS MINERALES RADIOACTIVOS DEL PAIS. A FINALES DEL PRIMER SEMESTRE DE 1957, SE ESTABLECE E INICIA ACTIVIDADES DENTRO DE LA CNEN. LA DIRECCION DE EXPLORACION Y EXPLOTACION MINERA, BAJO CUYA RESPONSABILIDAD SE ASIGNAN LAS FUNCIONES PROPIAS A SU NOMBRE .

LA ESTRUCTURA ANTERIOR SE MANTIENE VIGENTE HASTA 1971, AÑO EN QUE LAS AUTORIDADES IMPULSAN DE MANERA DECISIVA EL DESARROLLO NUCLEAR, TANTO EN INVESTIGACION COMO EN SUS APLICACIONES INDUSTRIALES, CONSIDERANDO PRIORITARIAMENTE AL CICLO DE ACTIVIDADES QUE CONFORMAN LA PRODUCCION DE COMBUSTIBLES NUCLEARES PARA REACTORES DE POTENCIA. PARA EL LOGRO DE ESTOS FINES, SE INSTRUMENTA Y DECRETA EN ENERO DE 1972 LA LEY ORGANICA, MEDIANTE LA CUAL SE CREA EL ORGANISMO SUCESOR DE LA CNEN, EL INSTITUTO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (INEN), DENTRO DEL CUAL, LA RESPONSABILIDAD DEL DESARROLLO MINERO QUEDO ASIGNADO A LA DIVISION DE DESARROLLO INDUSTRIAL.

CON FUNDAMENTO EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS, Y CON EL PROPOSITO DE IMPULSAR LAS TAREAS ENCAMINADAS A LA AUTOSUFICIENCIA DEL PAIS EN MATERIA DE ENERGETICOS. SE CONCEDIO UNA ALTA PRIORIDAD A LA LOCALIZACION Y APROVISIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA ESENCIAL PARA ELABORAR COMBUSTIBLES NUCLEARES. A TRAVES DE UN AMBICIOSO PROGRAMA DE EXPLORACION.

LA APLICACION DE ESTE PROGRAMA DIO COMO RESULTADO UN CONSIDERABLE INCREMENTO EN LAS RESERVAS URANIFERAS NACIONALES Y UN IMPORTANTE AVANCE EN EL CONOCIMIENTO GEOLOGICO DE GRANDES AREAS POTENCIALMENTE URANIFERAS. ADEMÁS, CIMENTO EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA MINERA DEL URANIO, CON LA INTEGRACION, ADECUACION Y DESENVOLVIMIENTO DE LAS MAS MODERNAS TECNICAS DE EXPLORACION.

COMO RESULTADO DEL PROGRAMA DE EXPLORACION, SE DESCUBRIERON SEIS NUEVAS LOCALIDADES URANIFERAS, ENTRE LAS CUALES DESTACAN: BUENA VISTA, NUEVO LEON (QUE CRISTALIZO EN UN IMPORTANTE YACIMIENTO, CON MAS DE MIL TONELADAS DE U3O8), NOCHE BUENA II, SONORA Y CONETO, EN EL ESTADO DE DURANGO.

1.2 URANIO MEXICANO

EN 1977 SE INICIO LA REVISION DE LA INICIATIVA DE LEY, TENDIENTE A MODIFICAR LA SITUACION ESTRUCTURAL DEL SECTOR NUCLEAR EN EL PAIS. ESTE PROCESO CULMINO DOS ANOS MAS TARDE CON LA PUBLICACION EN EL DIARIO OFICIAL, EL 26 DE ENERO DE 1979, DE LA LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL EN MATERIA NUCLEAR.

MEDIANTE ESTA NUEVA LEY, LAS FUNCIONES QUE TENIA EL INSTITUTO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR SE DIVIDIERON ENTRE TRES DIFERENTES ORGANISMOS: URANIO MEXICANO (URAMEX), INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES (ININ) Y LA COMISION NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDIAS (CNSNS).

LAS PRINCIPALES ATRIBUCIONES QUEDARON DE LA SIGUIENTE MANERA: PARA URAMEX, TODO LO RELATIVO AL CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR Y SU COMERCIALIZACION; PARA EL ININ, LA INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA NUCLEAR, Y PARA LA CNSNS, EL ASPECTO NORMATIVO Y DE VIGILANCIA DE LA SEGURIDAD RADIOLOGICA Y NUCLEAR.

EN MAYO DE 1983, EN EL CONTEXTO DE LA INQUIETUD POLITICA GENERADA POR LA CRISIS ECONOMICA, SE PRODUJO UNA HUELGA QUE CONDUJO AL CIERRE DEFINITIVO DE URAMEX, Y A LA PROMULGACION DE UNA NUEVA LEY NUCLEAR EN FEBRERO DE 1985.

COMO RESULTADO DE LO ANTERIOR, LAS FUNCIONES DE EXPLORACION POR URANIO QUE VENIA EFECTUANDO URAMEX FUERON ASIGNADAS AL CONSEJO DE RECURSOS MINERALES (CRM), EN TANTO QUE LAS ACTIVIDADES DE EXPLOTACION SE ENCOMENDARON A LA COMISION DE FOMENTO MINERO (CFM).

1.3 COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

EN RELACION A LA INDUSTRIA ELECTRICA EN MEXICO, SE PUEDE DECIR QUE AUN EXISTE UN LARGO CAMINO POR RECORRER, EN CONSIDERACION A QUE NUESTRA CAPACIDAD GENERADORA DE ENERGIA NO ARMONIZA CON SU GRAN POBLACION, CON SU RIQUEZA MINERAL Y CON SU DESEO DE CONVERTIRSE EN UN PAIS INDUSTRIALIZADO.

ANTE ESTA SITUACION, LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE) HA PLANEADO INCREMENTAR SU CAPACIDAD DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE 12,300 MW QUE TENIA EN 1975 A 28,743 MW PARA 1993, A FIN DE PODER SATISFACER SU CRECIENTE DEMANDA, FUNCION LINEAL DEL INCREMENTO POBLACIONAL PREVISTO.

EN MEXICO, EL PETROLEO, EL GAS NATURAL Y LAS CAIDAS DE AGUA HAN SIDO EL SOPORTE DE LA INDUSTRIA ELECTRICA; SIN ENBARGO, SE HAN DESARROLLADO OTRAS FUENTES ALTERNAS CON EL PROPOSITO DE HACER FRENTE A SUS REQUERIMIENTOS DE ENERGIA.

EL PLAN DE ESTE SECTOR, PARA EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE 1980-1982, TENIA COMO FINALIDAD INCREMENTAR SUS INDICES DE PRODUCCION DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA A TRAVES DE AUMENTOS EN LA CAPACIDAD INSTALADA DE LAS PRINCIPALES PLANTAS HIDROELECTRICAS, TERMoeLECTRICAS Y GEOTERMICAS DEL PAIS. EN 1980, LAS TERMoeLECTRICAS PROPORCIONABAN EL 67.5% DEL FLUIDO ELECTRICO. LAS HIDROELECTRICAS EL 30.75% Y LA GEOTERMIA EL 1.75%.

POR OTRA PARTE DURANTE ESTE MISMO PERIODO, LA CFE INVIRTIÓ FUERTES CANTIDADES PARA PONER EN MARCHA LA PRIMERA CARBOELECTRICA EN MEXICO Y EFECTUO VARIAS ADECUACIONES A LA CENTRAL NUCLEAR DE LAGUNA VERDE.

PARA 1986, SE PLANEABA QUE ENTRARIA EN FUNCIONAMIENTO ESTA PRIMERA CENTRAL NUCLEAR EN MEXICO; NO OBTANTE, POR RAZONES DE INDOLE POLITICO Y TECNICO SU PUESTA EN OPERACION SE POSPUSO PARA FINALES DE 1988.

CON RELACION A LAS CARACTERISTICAS DE PRODUCCION DE LA PLANTA DE LAGUNA VERDE, PODEMOS INDICAR QUE SU CAPACIDAD INSTALADA ES DE 1,300 MW, PLANEANDOSE UNA AMPLIACION PARA 1990 DEL ORDEN DE LOS 2,500 MW. LA OPERACION GLOBAL DE LA UNIDAD SE BASA EN EL FUNCIONAMIENTO DE REACTORES TIPO BWR (BOILING WATER REACTOR) DISENADOS PARA TRABAJAR CON URANIO ENRIQUECIDO.

PARA FINALES DE 1988 SE INICIARON LOS TRABAJOS DE CARGADO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR AL REACTOR, ESTIMANDOSE QUE PARA MEDIADOS DE 1990 LA CENTRAL ENTRE FORMALMENTE EN OPERACION. ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE C.F.E. CUENTA ACTUALMENTE CON LA PRIMERA CARGA Y SOBRECARGA DEL REACTOR Y QUE SE TIENE CONTRATADO EL SERVICIO DE COMFRA DE COMBUSTIBLE CON UNA COMPANIA AMERICANA; SIN EMBARGO, TAMBIEN SE HA PLANTEADO LA OPCION DE ENRIQUECER LOS CONCENTRADOS DE URANIO NACIONALES CON LA MISMA COMPANIA, POR LO QUE RESULTA PRIORITARIA LA EXPLOTACION Y BENEFICIO DE LOS MINERALES RADIATIVOS CON QUE CUENTA EL PAIS.

2. YACIMIENTO PENA BLANCA

2.1 LOCALIZACION

EL COMPLEJO MINERO-METALURGICO PENA BLANCA, SE ENCUENTRA UBICADO EN LA SIERRA DEL MISMO NOMBRE, EN EL MUNICIPIO DE ALDAMA, CHIHUAHUA, A UNA DISTANCIA APROXIMADA DE 85 KM AL NORTE DE LA CAPITAL DEL ESTADO (FIGURA NO. 1).

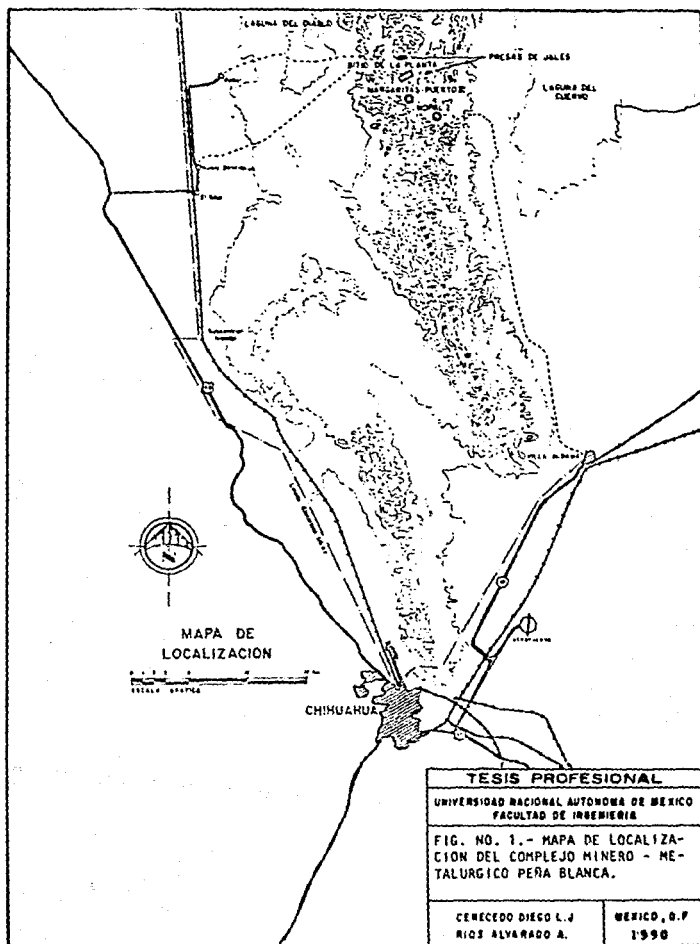
ACTUALMENTE SE TIENE ACCESO A LA ZONA MINERALIZADA DESDE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, POR DOS VIAS ALTERNAS: LA PRIMERA ES POR LA CARRETERA FEDERAL NO. 45 CHIHUAHUA-CIUDAD JUAREZ, RECORRIENDO HACIA EL NORTE 55 KM HASTA LLEGAR A DELICIAS; EN ESTE PUNTO SE TOMA UN CAMINO DE TERRACERIA RUMBO AL VALLE DE LAS MARGARITAS, HASTA LLEGAR AL YACIMIENTO. EL OTRO ACCESO SE EFECTUA POR EL POBLADO DE VILLA ALDAMA, UBICADO A 30 KM AL NORESTE DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA; DE ALDAMA HAY UNA BRECHA QUE CONDUCE AL COMPLEJO MINERO-METALURGICO, PERMANECIENDO EN BUENAS CONDICIONES DURANTE TODO EL AÑO.

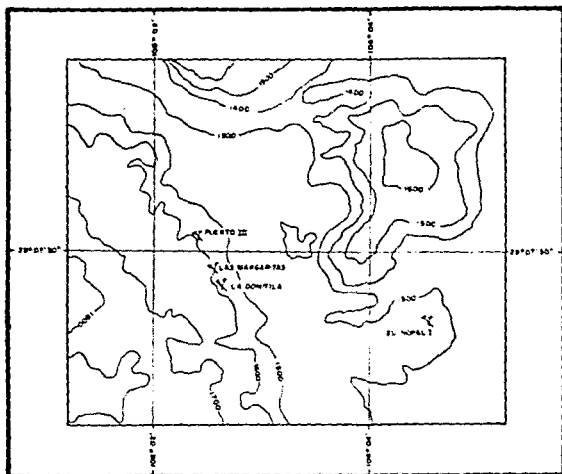
LAS COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LOS YACIMIENTOS, SON LAS SIGUIENTES (FIGURA NO. 2):

29° 06' - 29° 08' LATITUD NORTE

106° 02' - 106° 04' LONGITUD OESTE

CON UNA ALTITUD SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR DE 1500 METROS.





0 05 10 25 km
 ESC: 1:50000

TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

FIG. NO. 2.- PLANO DE LOCALIZACION DE LA ZONA MINERALIZADA DEL COMPLEJO PEPA BLANCA.

CERECEDO DIEGO L.J
 AYO ALVARADO A.

MEXICO, D.F
 1990

2.2 ANTECEDENTES

EN EL AÑO DE 1928, EN EL YACIMIENTO AURIFERO DE EL FLACER DE GUADALUPE, MUNICIPIO DE ALDAMA, CHIH. SE IDENTIFICO URANITA ASOCIADA CON ORO, REGISTRANDOSE DE ESTA FORMA LA PRIMERA LOCALIDAD CON EVIDENCIAS DE MINERALIZACION DE URANIO EN EL PAIS.

EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 1959-1964, EN LA REGION DE VILLA ALDAMA FUERON DESCUBIERTAS VARIAS LOCALIDADES CON ANOMALIAS RADIATIVAS; LA EXPLORACION EN ESTAS AREAS CONDUJO AL DESCUBRIMIENTO DE DOS MINAS DE URANIO: EL CALVARIO Y SIERRA GOMEZ, HASTA ENTONCES LAS MAS IMPORTANTES EN EL PAIS.

CON LA FINALIDAD DE EXPLOTAR Y BENEFICIAR ESTOS YACIMIENTOS, SE PROYECTO LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA POBLACION DE VILLA ALDAMA, EN LA QUE SE OBTENDRIA COMO PRODUCTO FINAL UN CONCENTRADO DE MOLIBDENO CON VALORES DE URANIO.

EN EL AÑO DE 1968, LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN) INICIA LA EXPLORACION AERORADIOMETRICA EN LA SIERRA DE PENA BLANCA, DESCUBRIENDOSE 55 ZONAS CON ANOMALIAS RADIATIVAS, OBSERVANDO EN UN 75% DE ESTAS, EVIDENCIAS DE MINERALIZACION. ASIMISMO, SE DEFINIERON COMO YACIMIENTOS ECONOMICAMENTE EXPLOTABLES LOS DEPOSITOS DE LA DOMITILA, EL NOPAL I, LAS MARGARITAS Y FUERTO III. SIENDO ACTUALMENTE ESTOS TRES ULTIMOS LOS DE MAYOR IMPORTANCIA ECONOMICA A CORTO PLAZO PARA EL PAIS.

2.3 OROGRAFIA E HIDROGRAFIA

LA SIERRA DE PENA BLANCA FORMA PARTE DE LA PROVINCIA FISIOGRAFICA DE SIERRAS Y VALLES (RAISZ - 1959) CARACTERIZANDOSE POR SUS PROMINENCIAS OROGRAFICAS PARALELAS, SEPARADAS POR VALLES ALARGADOS ORIENTADOS NW-SE.

GEOMORFOLOGICAMENTE, LA SIERRA DE PENA BLANCA SE DEFINE POR UNA TOPOGRAFIA ABRUPTA CON DIFERENCIAS DE ELEVACION HASTA DE 500 METROS, ORIGINADA POR UN INTENSO FALLAMIENTO, FRACTURAMIENTO Y EROSION.

EN ESTA ZONA, SE OBSERVA UN DRENAJE DENDRITICO, CON ARRETES INTERMITENTES Y QUE SOLO CORREN EN EPOCAS DE LLUVIAS DURANTE LOS MESES DE AGOSTO A OCTUBRE, REGISTRANDO UNA FRECIPITACION PLUVIAL ANUAL PROMEDIO DE 400 MILIMETROS.

2.4 GEOLOGIA

LOS DEPOSITOS DE URANIO DE SIGNIFICANCIA ECONOMICA QUE OCURREN EN LA SUBPROVINCIA URANIFERA DE CHIHUAHUA, SE DISTRIBUYEN EN LO QUE FISIOGRAFICAMENTE SE DEFINE COMO LA MESA CENTRAL DEL NORTE.

PALEOGEOGRAFICAMENTE, QUEDAN ENCLAVADOS EN LO QUE SE CONOCE COMO CANAL DE CHIHUAHUA Y EN EL BORDE OESTE DE LA LLAMADA PENINSULA DE COAHUILA. TECTONICAMENTE LAS MAYORES CONCENTRACIONES URANIFERAS OCURREN Y ESTAN AGRUPADAS DENTRO DE LA FAJA MIOGEO SINCLINAL DEL OROGENO MEXICANO.

DE ESTA SUBPROVINCIA SE DESCRIBE EL DISTRITO DE ALDAMA, EN DONDE LOS YACIMIENTOS SE LOCALIZAN PRINCIPALMENTE EN LA SIERRA DE GOMEZ, VALLE DE ALDAMA Y SIERRA DE PERA BLANCA. EN GENERAL SE TRATA DE YACIMIENTOS EPITERMALES DE BAJA TEMPERATURA, CUYA GENESIS PROBABLEMENTE SE RELACIONA CON UN SINGULAR CUERPO INTRUSIVO DE TIPO BATOLITICO CON ALGUNAS RAMIFICACIONES SUBYACENTES Y AFLORANTES QUE DAN LUGAR A VARIADOS CUERPOS URANIFEROS.

LOS DEPOSITOS DE URANIO HAN SIDO DIVIDIDOS DENTRO DE TRES CATEGORIAS PRINCIPALES, ATENDIENDO A LA EVALUACION ECONOMICA Y DE ACUERDO CON SU TRATAMIENTO METALURGICO, DE LA SIGUIENTE FORMA:

A) AQUELLOS QUE SE LOCALIZAN EN ROCAS INTRUSIVAS Y VOLCANICAS ACIDAS DEL TERCARIO SUPERIOR, CUYOS DEPOSITOS URANIFEROS SE PRESENTAN DISEMINADOS O BIEN RELLENANDO FISURAS Y FRACTURAS DE ZONAS ALTERADAS Y BRECHADAS, CONSTITUYENDO CUERPOS QUE TOMAN LA FORMA DE CHIMENEAS (STOCKWORKS) Y OTRAS ESTRUCTURAS MENORES COMO VETAS. DENTRO DE ESTE TIPO DE YACIMIENTOS SE ENCUENTRAN EL NOPAL, LAS MARGARITAS Y PUERTO III, QUE REPRESENTAN MAS DE LA MITAD DE LAS RESERVAS CONOCIDAS.

B) LOS QUE OCURREN EN LA SECUENCIA DE FORMACIONES SEDIMENTARIAS DEL CRETACICO QUE DAN EN SEGUNDO TERMINO EN CUANTO A SU POTENCIALIDAD, Y CONSTITUYEN VARIADOS CUERPOS MINERALES, QUE ARMAN EN ZONAS DE CALIZA MAS FAVORABLE, QUE PUEDE SER DE ESTRATIFICACION DELGADA Y CARENTES DE FEDERAL, CONJUGADAS CON OTRAS ESTRUCTURAS COMO PLIEGUES, FALLAS Y CONTACTOS FORMACIONALES, QUE DEFINEN TRAMPAS DE SOLUCIONES HIDROTHERMALES ASCENDENTES. LA MORFOLOGIA DE LOS CUERPOS ES EN EXTREMO IRREGULAR Y ADOPTAN LA FORMA DE MANTOS, BOLSAS, CLAVOS Y CHIMENEAS. LOS YACIMIENTOS DE ESTE TIPO SE LOCALIZAN EN LA SIERRA DE GOMEZ, EL CALVARIO Y LA DUMITILA.

DE LOS DEPOSITOS QUE SE PRESENTAN EN ZONAS ARENOSAS Y ALUVIALES, COMO RELLENO DE VALLES DEL PLEISTOCENO Y PLEISTOCENO, HAN SIDO HASTA AHORA LIMITADAMENTE ESTUDIADOS Y EXPLORADOS, SIN EMBARGO, ES POSIBLE QUE EN EL FUTURO REPRESENTEN LAS MAYORES RESERVAS POTENCIALES SUSCEPTIBLES DE SER EXPLOTADAS ECONOMICAMENTE.

2.4.1 ESTRATIGRAFIA

EL CUADRO GEOLOGICO REGIONAL ESTA CONSTITUIDO POR UNA SECUENCIA DE CALIZAS, LUTITAS Y ARENISCAS DEL PALEOZOICO, CON PREDOMINANCIA DE ROCAS CALCAREAS DEL CRETACICO, DISCORDANTES CON LAS ANTERIORES, Y QUE FORMAN LOS SUAVES ANTICLINALES QUE DAN ORIGEN A LAS SIERRAS PARALELAS DE ESTA PROVINCIA GEOLOGICA. TODA ESTA SECUENCIA SEDIMENTARIA, SE ENCUENTRA CUBIERTA POR UN PAQUETE DE ROCAS VOLCANICAS EXTRUSIVAS DE COMPOSICION ACIDA Y EDAD TERCIARIA.

A CONTINUACION SE DESCRIBEN LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS FORMACIONES QUE INTEGRAN LA COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA SIERRA DE PENA BLANCA (FIG. NO. 3).

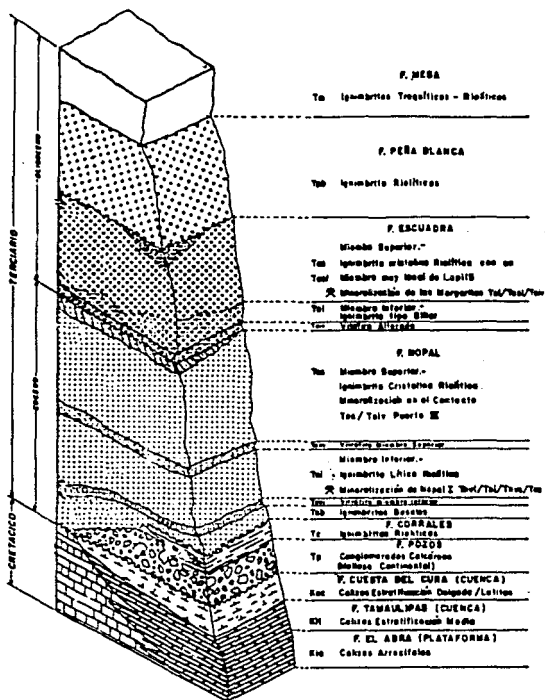
2.4.1.1 CRETACICO

FORMACION EL ABRA (ALBIANO)

ESTA FORMACION SE LOCALIZA EN LA PARTE INFERIOR DEL PAQUETE DE ROCAS VOLCANICAS. ESTA CONSTITUIDA POR CALIZAS MASIVAS ARRECIFALES DE COLOR CREMA A GRIS Y ESTRUCTURAS ESTIOLITICAS, PRESENTANDO ZONAS CON INTRACLASTOS DE LA MISMA CALIZA Y DE FRAGMENTOS TABULARES DE MATERIAL ARCILLOSO. EL ESTUDIO CRONOESTRATIGRAFICO EFECTUADO POR URAMEX, DETERMINO QUE LAS CALIZAS ARRECIFALES QUE AFLORAN EN LA SIERRA DE PENA BLANCA, SON DE EDAD ALBIANA (STEGE 1979). LOS FOSILES MAS COMUNES QUE SE PRESENTAN SON LOS SIGUIENTES: GASTEROPODOS, CORALES, VIVALBOS, ALGAS, FORAMINIFEROS Y RUDISTAS.

FORMACION CUESTA DEL CURA O CUERVOS

ESTA ESTRUCTURA AFLORA EN LA PORCION NORESTE DE LA SIERRA PENA BLANCA, Y ES UNA IGNIMBRITA DE COLOR CREMA A CAFE, DE TEXTURA CRISTALINA, OBSERVANDO EN OCASIONES CRISTALES DE CUARZO DEVITRIFICADO Y PLEGADO.



TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

FIG. NO. 3.- COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA PORCIÓN NORTE - ORIENTE DE LA SIERRA PEÑA BLANCA.

CERECEDO DIEGO L. J.
RIOS ALVARADO A.MÉXICO, D.F.
1990

2.4.1.2 Terciario

CONGLOMERADO POZOS

ESTA FORMACION AFLORA EN LA PORCION CENTRO - ORIENTAL DE LA SIERRA, PRESENTANDOSE GENERALMENTE CON ABUNDANTES CLASTOS DE CALIZAS REDONDEADOS, MAL CLASIFICADOS Y EN PORCENTAJES MAYORES QUE FRAGMENTOS DE ROCA VOLCANICA. EL CONGLOMERADO EN GENERAL ESTA EN UNA MATRIZ ARENOSA CALCAREA.

FORMACION NOPAL

PRESENTA AFLORAMIENTOS EN UNA DISTRIBUCION ALARGADA NORTE - SUR, Y APARECE EN CASI TODA LA SIERRA, CONSTITUYENDO LA CUBIERTA DISCORDANTE SOBRE LAS CALIZAS DE LA FORMACION ABRA O BIEN SOBRE EL CONGLOMERADO DE LA FORMACION POZOS.

DEBIDO A SUS CARACTERISTICAS PETROGRAFICAS, ESTA ESTRUCTURA FUE DIVIDIDA EN DOS HORIZONTES CON UN CONTACTO TRANSICIONAL. EL HORIZONTE SUPERIOR SE CARACTERIZA POR SU COLOR CAFE Y SU TEXTURA PORFIRITICA. EL HORIZONTE INFERIOR ES UN IGNIMBRITA VITREA LITICA CON COLORES QUE VARIAN DE PARDO ROJIZO A ROJIZO, TEXTURA EUTAXITICA, VITREA CON FRAGMENTOS DE ROCA ALARGADOS.

ES EN LA PARTE SUPERIOR DE ESTA FORMACION DONDE SE PRESENTA LA ZONA MINERALIZADA DEL YACIMIENTO PUERTO III (FIG. NO. 3).

FORMACION ESCUADRA

LA DISTRIBUCION MAS GRANDE DE ESTA ESTRUCTURA SE LOCALIZA EN LOS ALREDEDORES DE LA SIERRA PENA BLANCA, CORRESPONDIENDO A UNA IGNIMBRITA CRISTALINA DE COMPOSICION RIOLITICA, Y HA SIDO DIVIDIDA EN DOS MIEMBROS: SUPERIOR E INFERIOR.

EN EL PRIMER CASO, LA ROCA ES DE COLOR ROSA, DE TEXTURA PORFIRITICA CON ALGUNOS MOLDES DE FELDESPATOS. POR SU PARTE, EL HORIZONTE INFERIOR ESTA CONSTITUIDO POR UNA IGNIMBRITA CRISTALINA DE COMPOSICION RIOLITICA Y COLOR ROSA CLARO, Y UN VITROFIRO DE COLORACIONES QUE VARIAN DE VERDE A CREMA, CON TEXTURA ARENARCILLOSA, DELEZNABLE Y DE APARIENCIA MILONITICA.

FORMACION PENA BLANCA

ESTA ESTRUCTURA AFLORA EN LA PORCION NORTE, SUPRAYACIENDO EN DISCORDANCIA A LA FORMACION ESCUADRA; ESTA CONSTITUIDA POR UNA CAPA IGNIMBRITICA NO CONSOLIDADA DE UN COLOR BLANCO CARACTERISTICO.

FORMACION MESA

APARECE TAMBIEN EN LA PARTE NORTE DE LA REGION, DESCANSANDO EN CONCORDANCIA SOBRE LA FORMACION PENA BLANCA, Y ESTA INTEGRADA POR UNA IGNIMBRITA DE COMPOSICION TRAUITICA-RIOLITICA, CARACTERIZANDOSE POR FORMAR UNA TOPOGRAFIA ABRUPTA.

2.5 CONTROL DE LA MINERALIZACION Y GEOLOGIA ESTRUCTURAL

COMO SE COMENTO EN EL PUNTO ANTERIOR, LA MINERALIZACION DEL YACIMIENTO PUERTO III ESTA CONTROLADA POR EL CONTACTO DE LA FORMACION EL NOPAL Y LA PARTE INFERIOR DE LA FORMACION ESCUADRA. EL CONTACTO ENTRE ESTAS DOS FORMACIONES TIENE UN RUMBO N 70° W, CON UN ECHADO DE 20 GRADOS AL NOROESTE. OBSERVANDOSE EN EL AREA DOS SISTEMAS DE FALLAS, ORIENTADAS CON RUMBOS NORTE - SUR Y NOROESTE - SURESTE.

LA MINERALIZACION DEL DEPOSITO ESTA COMPUESTA POR UN CONJUNTO DE LENTES, QUE ESTRUCTURALMENTE FORMAN UN MANTO DE POCO ESPESOR, VARIANDO LA POTENCIA DEL CUERPO ENTRE 2.5 Y 7.0 METROS. EL AREA MINERALIZADA CUBRE UNA EXTENSION DE 7.5 HECTAREAS (APROXIMADAMENTE 300 X 250 METROS) BUZA HACIA EL ORIENTE Y TIENE UNA INCLINACION PROMEDIO DE 10°.

LAS ESPECIES MINERALOGICAS IDENTIFICADAS POR LOS ESTUDIOS DE DIFRACCION DE RAYOS X, FUERON LAS SIGUIENTES:

<u>N O M B R E</u>	<u>COMPOSICION QUIMICA</u>
URANOFANO	CaO . 2UO3 . 25SiO2 . 7H2O
CARNOTITA	K2O . 2UO3 . V2O5 . 2H2O
METATYUYAMITA	CaO . 2UO2 . V2O5 . nH2O

ESTRUCTURALMENTE, Y A CAUSA DE LA OROGENIA LARAMIDES, LAS ROCAS CALCAREAS DEL CRETACICO INFERIOR SE ENCUENTRAN FRACTURADAS Y FLEGADAS, ASI COMO LAS ROCAS INTRUSIVAS DEL MEZOSICO. LA TOPOGRAFIA ACTUAL DE LA SIERRA PEÑA BLANCA, ES ABRUPTA Y ACCIDENTADA; LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE FALLAS SE ORIENTAN CON RUMBOS N 30° W Y N 10° E.

2.6 CALCULO DE RESERVAS

LA INFORMACION QUE AQUI SE PRESENTA, SE OBTUVO DEL "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO PENA BLANCA" RELATIVO AL CALCULO DE RESERVAS Y GEOLOGIA, ELABORADO EN EL AÑO DE 1981 POR LA GERENCIA DE EXPLORACION DE URAMEX.

2.6.1 ESTIMACION DE RESERVAS

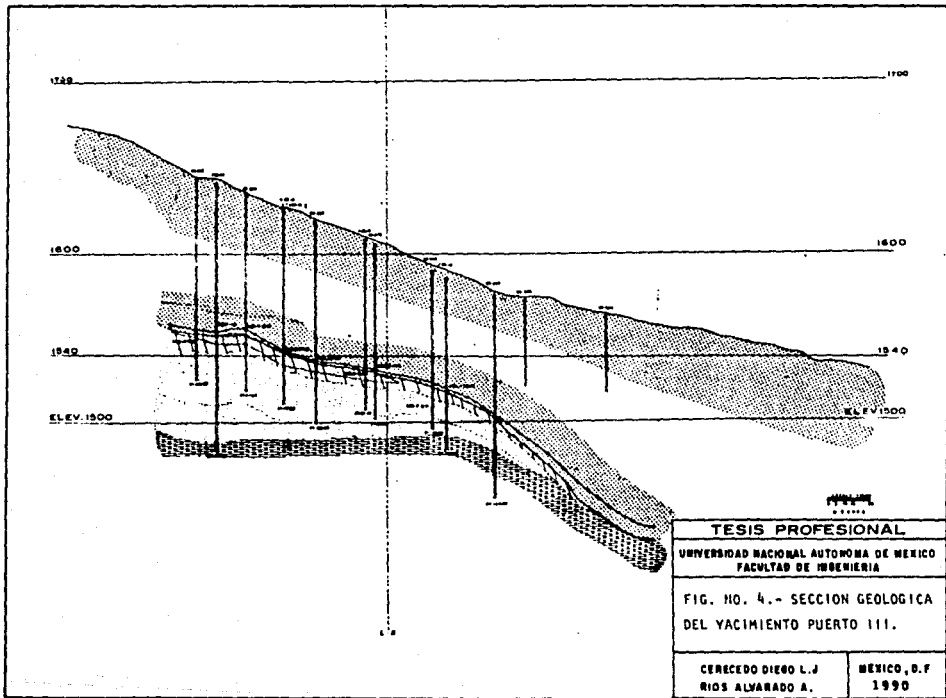
INICIALMENTE SE EFECTUO UNA RECOPIACION DE LA INFORMACION DISPONIBLE DE LA EXPLORACION POR BARRENACION, CON EL OBJETO DE INTEGRAR Y ANALIZAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS YACIMIENTOS CONSIDERADOS DE MAYOR INTERES, DADO SU TONELAJE Y SU LEY. POSTERIORMENTE, Y CON BASE EN EL RECONOCIMIENTO GEOLOGICO EFECTUADO POR MEDIO DE FOTOGRAFIAS AEREAS, SE PROGRAMA EFECTUAR EN LAS AREAS DE MAYOR INTERES UNA EXPLORACION SISTEMATICA CON BARRENOS A DIAMANTE, UTILIZANDO UNA MALLA DE 50 x 50 METROS. ESTAS CAMPAÑAS DE BARRENACION PERMITIERON DEFINIR LA DISTRIBUCION DE LA MINERALIZACION, SUS RANGOS DE LEYES, LA MORFOLOGIA DE LA ZONA Y FINALMENTE, EL CALCULO DE RESERVAS.


PARA LLEVAR A CABO LA CUANTIFICACION DE RESERVAS, SE UTILIZO EL SISTEMA DE SECCIONES TRANSVERSALES, ANALIZANDO LA INFORMACION OBTENIDA DE LA INTERPRETACION ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRAFICA DE 50 SECCIONES GEOLOGICAS (FIGURAS NO. 4, 5 Y 6).

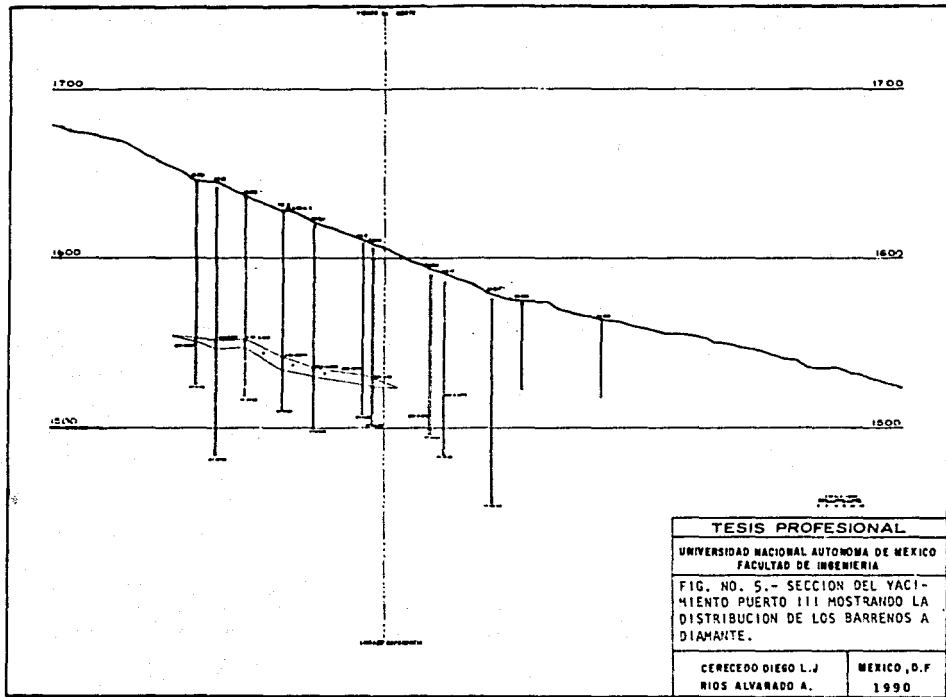
EL MANEJO DE DICHA INFORMACION SE REALIZO CON LA AYUDA DE UN PROGRAMA DE COMPUTADORA, ALIMENTANDOSE LOS RESULTADOS DE LOS REGISTROS RADIAMETRICOS Y DE LOS ANALISIS QUIMICOS EFECTUADOS A LAS MUESTRAS OBTENIDAS POR BARRENACION A DIAMANTE Y POR ZANJEO, EN LAS OBRAS DE EXPLORACION, Y DE LAS MUESTRAS DE POLVOS Y ESCUIRLAS, OBTENIDAS DE LAS MAQUINAS DE PERFORACION NEUMATICA Y ROTARIA.

EL PROGRAMA CALCULA EN PRIMERA INSTANCIA, UNA LEY PONDERADA DE CADA BLOQUE Y SU RESPECTIVO VOLUMEN, PARA POSTERIORMENTE COMBINAR TODAS LAS SECCIONES Y SELECCIONAR LOS VOLUMENES TOTALES A EXPLOTAR, CON SUS RESPECTIVOS RANGOS DE LEYES.

EL TOTAL DE RESERVAS POSITIVAS CALCULADAS POR ESTE METODO EN EL COMPLEJO PENA BLANCA ES DE 1'170,274 TONELADAS DE MINERAL, CON UNA LEY MEDIA DE 0.115% DE USOB, DE ACUERDO AL SIGUIENTE CUADRO:



 TESIS PROFESIONAL	
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERÍA	
FIG. NO. 4.- SECCION GEOLOGICA DEL YACIMIENTO PUERTO III.	
CERECEDO DIEGO L.J. RIOS ALVARADO A.	MEXICO, D.F. 1990



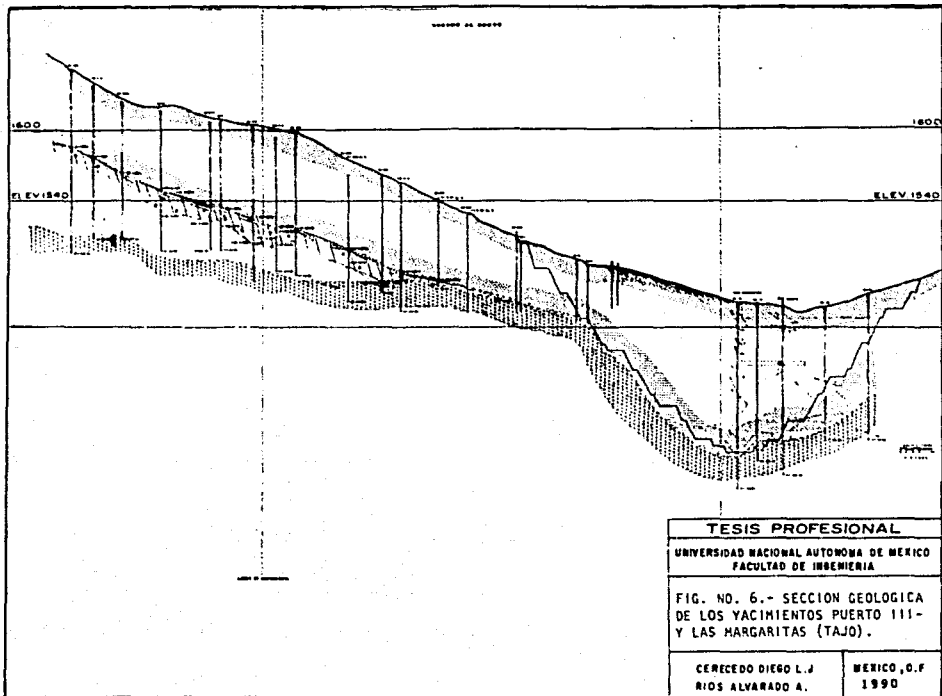
TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

FIG. NO. 5.- SECCION DEL YACI-
MIENTO PUERTO III MOSTRANDO LA
DISTRIBUCION DE LOS BARRENOS A
DIAMANTE.

CERECEDO DIEGO L.J
RIOS ALVARADO A.

MEXICO, D.F
1990



<u>YACIMIENTO</u>	<u>TONELADAS DE MINERAL</u>	<u>LEY MEDIA U308 (%)</u>
NOPAL I	133,322	0.2066
LAS MARGARITAS	659,540	0.0992
PUERTO III	397,412	0.1107
TOTAL	1'190,274	0.1151

EXISTEN TAMBIEN AREAS ADYACENTES A LOS YACIMIENTOS, CON RESERVAS PROBABLES DE 1'098,619 TONELADAS, CON UN LEY MEDIA DE 0.084% DE U308.

CONSIDERANDO QUE LA VIDA ESTIMADA DEL PROYECTO ES BAJA (5.5 AÑOS A UN RITMO DE PRODUCCION DE 214,500 TONELADAS ANUALES DE MINERAL) Y CON RELACION AL TOTAL DE RESERVAS PROBADAS, PROPONEMOS QUE SE EFECTUE UNA EXPLORACION EXTENSIVA EN LAS ZONAS DONDE SE HAN REGISTRADO ANOMALIAS RADIATIVAS (PUERTO IV, PUERTO V, TECOLOTES, CUEVA AMARILLA, NOPAL III, PENA BLANCA 17, TASCATES 2 Y LAGUNA DEL DIABLO) CON EL PROPOSITO DE INCREMENTAR EL PERIODO DE OPERACION DEL COMPLEJO.

TOMANDO EN CUENTA EL TOTAL DE RESERVAS POSITIVAS Y PROBABLES (2'228,892 TONELADAS) LA VIDA UTIL DEL PROYECTO SERIA DE APROXIMADAMENTE 10.7 AÑOS.

CON EL FIN DE TENER UNA IDEA MAS CLARA DEL POTENCIAL URANIFERO CON QUE CUENTA MEXICO EN RELACION CON OTRAS NACIONES CON UN ELEVADO DESARROLLO EN LA INDUSTRIA NUCLEAR, A CONTINUACION SE PRESENTA UN CUADRO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES MINAS DE URANIO ACTUALMENTE EN OPERACION Y EL COMPLEJO MINERO-METALURGICO PENA BLANCA:

<u>M I N A</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>TONELAJE</u>	<u>LEY U308 (%)</u>
YACIMIENTO CLIFF LAKE (TAJO)	SASKATCHEWAN, CANADA.	3'375,000	1.3000
DIVISION DE LA CROUZILLE (SUBT.)	FRANCIA	236,250	0.1970
DIVISION L'ECARPIERE (TAJO)	FRANCIA	837,000	0.0843
BERTHOLENE (TAJO Y SUBTERRANEA)	FRANCIA	600,000	0.0712
JOUAC (SUBTERRANEA)	FRANCIA	428,600	0.0977
PENA BLANCA (TAJO Y SUBTERRANEA)	CHIHUAHUA, MEXICO	1'190,274	0.1151

FUENTE: SANS, H.
"EVALUACION DE RESERVAS POR MEDIOS GEOESTADISTICOS"
COGEMA, RAMA URANIO NATURAL, 1967.

COMO SE PODRA OBSERVAR, TANTO EL TONELAJE COMO LA LEY MEDIA DETERMINADOS EN EL COMPLEJO DE PENA BLANCA, EN LA MAYORIA DE LOS CASOS SON SUPERIORES A LAS OTRAS MINAS, LAS CUALES OPERAN EN FORMA RENTABLE. POR ESTA RAZON, NO SE PUEDE DESCARTAR LA POSIBILIDAD DE QUE LOS TRABAJOS EN ESTE PROYECTO PUEDAN EFECTUARSE CON ALGUN RENDIMIENTO ECONOMICO, AUNQUE ESTA SITUACION ESTARA EN GRAN MEDIDA EN FUNCION DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DEL URANIO.

3. SISTEMA DE EXPLOTACION

3.1 PRODUCCION DEL COMPLEJO MINERO-METALURGICO PENA BLANCA

LA FASE INICIAL DEL PROCESO DE EXPLOTACION Y BENEFICIO DE LOS DEPOSITOS DE URANIO DE LA SIERRA DE PENA BLANCA, COMPRENDE EL DESARROLLO DE LOS YACIMIENTOS NOPAL I, MARGARITAS Y PUERTO III.

PARA LA EXPLOTACION DE LOS DOS PRIMEROS CUERPOS, SE HA SELECCIONADO COMO METODO DE EXPLOTACION EL SISTEMA DE TAJO ABIERTO, DEBIDO A LA POCA PROFUNDIDAD A LA QUE SE ENCUENTRAN.

EL TOTAL DE MATERIAL A EXTRAER DEL TAJO LAS MARGARITAS, ES DEL ORDEN DE LAS 7.7 MILLONES DE TONELADAS DE TEPETATE Y 659 MIL TONELADAS DE MINERAL. A LA ELEVACION ACTUAL DEL CENTRO DEL TAJO, EL AREA MINERALIZADA CUBRE UNA SUPERFICIE DE CUATRO HECTAREAS, CON UNA FORMA SEMEJANTE A UNA ELIPSE, ORIENTADA NORTE-SUR, TENIENDO LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

LONGITUD EN SU EJE MAYOR = 300 METROS

LONGITUD EN SU EJE MENOR = 240 METROS

PROFUNDIDAD MEDIA = 100 METROS

EL TAJO EL NOPAL I SE ENCUENTRA PARCIALMENTE PREPARADO PARA LA PRIMERA ETAPA DE EXPLOTACION, HASTA EL NIVEL 55, ESTIMANDOSE EXTRAER 133 MIL TONELADAS DE MINERAL, Y SERA NECESARIO REMOVER 466 MIL TONELADAS DE ESTERIL.

EL YACIMIENTO PUERTO III SE EXPLOTARA POR EL METODO SUBTERRANEO DE CUARTOS Y PILARES (VER INCISO 3.2). ACTUALMENTE SE TIENEN INICIADAS DOS RAMPAS, QUE HAN SERVIDO DE ACCESO A LA EXPLORACION Y CONSTITUYEN LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO GENERAL DE MINADO. LA SEGUNDA Y TERCERA ETAPAS COMPRENDEN LA PREPARACION Y EL TUMBE DE MINERAL.

EL PROGRAMA COMBINADO DE PRODUCCION DE LAS TRES MINAS, ASEGURA EL ABASTECIMIENTO DE MINERAL A LA PLANTA DE BENEFICIO, A UN RITMO DE 650 TONELADAS POR DIA, DE LAS CUALES 300 TONELADAS SERAN PROPORCIONADAS POR LA OPERACION DEL YACIMIENTO PUERTO III.

EL PROYECTO DE BENEFICIO DE LOS DEPOSITOS DE REFERENCIA, CONTEMPLA LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO, CON UNA CAPACIDAD ANUAL INSTALADA DE 214,000 TONELADAS DE MINERAL. A UN RITMO DE 650 TONELADAS DIARIAS. LA PRODUCCION ANUAL DE CONCENTRADO DE URANIO (TORTA AMARILLA) SERA DE 230 TONELADAS.

CABE MENCIONAR QUE LOS ESTUDIOS METALURGICOS, QUE CONSTITUYEN LA BASE PARA EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE BENEFICIO, FUERON REALIZADOS EN SU TOTALIDAD POR PERSONAL DEL CENTRO DE ESTUDIOS METALURGICOS DE URAMEX.

3.2 SISTEMA DE EXPLOTACION

3.2.1 SELECCION DEL METODO

DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL YACIMIENTO PUERTO III (UN MANTO DE APROXIMADAMENTE 300 METROS DE LARGO POR 250 METROS DE ANCHO, CON UNA POTENCIA QUE VARIA ENTRE 2.5 Y 7.0 METROS Y UNA PROFUNDIDAD PROMEDIO DE 80 METROS) LOS METODOS DE EXPLOTACION APLICABLES PULDEN SER SON DOS: FRENTES LARGAS Y CUARTOS Y PILARES.

DEBIDO A QUE EL PRIMERO ES PREFERENCIALMENTE APLICABLE A EXPLOTACIONES CON ELEVADOS INDICES DE PRODUCCION, YA QUE SE REQUIERE UNA FUERTE INVERSION INICIAL EN EQUIPO, ESTE METODO FUE DESCARTADO, SELECCIONANDOSE DE ESTA FORMA EL SISTEMA DE CUARTOS Y PILARES.

ES IMPORTANTE HACER NOTAR QUE DENTRO DE LOS ESTUDIOS EFECTUADOS POR URAMEX, SE CONSIDERO LA APLICACION DE ESTE METODO DE MINADO, CON LA VARIANTE DE QUE SE RECUPERARIAN LOS PILARES, SIN EMBARGO, TOMANDO EN CUENTA QUE SOBRE EL DEPOSITO SE ENCUENTRA UN HORIZONTE DE TEXTURA ARENO-ARCILLOSA, CONSIDERAMOS QUE SERIA RIESGOSA LA EXTRACCION DE LOS PILARES, TODA VEZ QUE ESTOS NOS PROPORCIONAN LA ESTABILIDAD NECESARIA PARA OPERAR CON INDICES DE SEGURIDAD SATISFACTORIOS.

3.2.2 CARACTERISTICAS DEL METODO

EL SISTEMA DE CUARTOS Y PILARES (TAMBIEN LLAMADO SALONES Y PILARES O CAMARAS Y FILARES, DEPENDIENDO DE LAS DIMENSIONES DE LOS PANELES DE EXPLOTACION) CONSISTE BASICAMENTE EN EL CUELE DE LAS DIVERSAS OBRAS, NORMALMENTE PERPENDICULARES ENTRE SI, DE TAL FORMA QUE AL DIVIDIR EL CUERPO MINERAL EN PANELES Y POSTERIORMENTE INICIAR LAS LABORES DE EXTRACCION DE MINERAL, SE VAYAN DEJANDO BLOQUES RESTANGULARES Y/O CUADRADOS DE MINERAL, LLAMADOS PILARES, LOS CUALES TIENEN COMO FUNCION, SOPORTAR LA PRESION EJERCIDA POR LAS CAPAS SUPERIORES DEL DEPOSITO. DE ACUERDO A LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES DEL TERRENO Y A LAS NECESIDADES DEL PROYECTO, LOS PILARES SE PUEDEN O NO RECUPERAR, UNA VEZ QUE SE TERMINO DE EXPLOTAR EL YACIMIENTO.

UNA DE LAS PRINCIPALES VENTAJAS DEL METODO ES SU RELATIVO GRADO DE FLEXIBILIDAD, YA QUE PUEDE MODIFICARSE DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DEL TERRENO Y AL EQUIPO UTILIZADO. TAMBIEN PERMITE

ESTABLECER UNA MEJOR SELECCION DEL MINERAL CON PORCENTAJES BAJOS DE DILUCION, EN COMPARACION CON EL METODO DE FRENTES LARGAS. ASIMISMO, ESTE SISTEMA FACILITA EL PODER FIJAR NIVELES DE EXTRACCION DE ACUERDO A LAS LEYES QUE SE PRESENTEN EN LAS DISTINTAS ZONAS DE TRABAJO. OTRA VENTAJA DE ESTE METODO EN COMPARACION CON LAS FRENTES LARGAS ES QUE NO NECESITA DE PERSONAL SUMAMENTE CALIFICADO PARA LA OPERACION DE LA MINA.

DENTRO DE LAS DESVENTAJAS QUE PRESENTA ESTE SISTEMA, ES QUE ARROJA COSTOS MAS ALTOS, DEBIDO A LOS BAJOS NIVELES DE PRODUCCION (EN COMPARACION CON LAS FRENTES LARGAS). GENERALMENTE LA EXTRACCION SE EFECTUA EN DIVERSOS LUGARES DENTRO DE LA MINA, POR LO CUAL SE PIERDE TIEMPO EN EL TRASLADO TANTO DE EQUIPO COMO DE MATERIALES Y SERVICIOS. POR ESTA MISMA RAZON SE DIFICULTAN LAS ACTIVIDADES DE SUPERVISION.

UNA PARTE FUNDAMENTAL EN LA APLICACION DE ESTE METODO, ES EL CALCULO Y DISEÑO DE LOS PILARES. PARA OBTENER UNA OPTIMA RECUPERACION DEL YACIMIENTO, ES CONVENIENTE DEJAR LA MENOR CANTIDAD DE MINERAL EN LOS PILARES, REDUCIENDO AL MINIMO SUS DIMENSIONES, SIN AFECTAR LA SEGURIDAD DEL PERSONAL QUE LABORA EN LA MINA.

POR LO ANTERIOR, EL CALCULO DE PILARES PARA EL CASO DE LA MINA PUERTO III SE DESCRIBE POR SEPARADO EN EL CAPITULO 3.3.

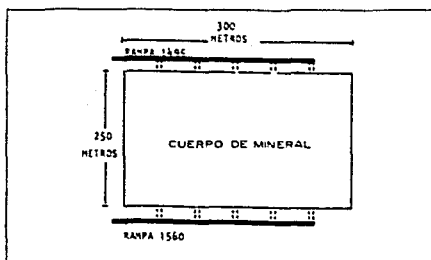
3.2.3 APLICACION DEL SISTEMA DE EXPLOTACION EN LA MINA PUERTO III

COMO SE COMENTO EN EL INCISO 3.1, EL PROYECTO DE EXPLOTACION CONSTARA DE TRES ETAPAS:

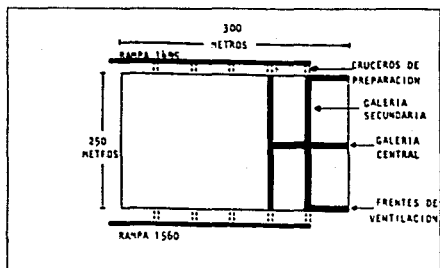
- 1) CONSTRUCCION DE LAS RAMPAS DE ACCESO;
- 2) CUELE DE LOS CRUCEROS DE PREPARACION, Y
- 3) TUMBE DEL MINERAL.

A CONTINUACION SE DESCRIBEN CADA UNA DE ESTAS ETAPAS:

a) OBRAS DE ACCESO



b) OBRAS DE PREPARACION



TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

FIG. NO. 7.- OBRAS DE ACCESO
Y PREPARACION DE LA MINA ---
PUERTO III.

CERECEO DIEGO L. J.
RIOS ALVARADO A.

MEXICO, D.F.
1990

3.2.3.1 RAMPAS DE ACCESO

PARA EL ACCESO TANTO DEL PERSONAL COMO DE MATERIALES Y EQUIPO A LA MINA, SE COLARAN DOS RAMPAS CON UNA LONGITUD APROXIMADA DE 260 METROS CADA UNA, CON UN RUMBO S 37 46' W Y UNA PENDIENTE NEGATIVA DEL 12%. ESTAS OBRAS SE LOCALIZARAN EN LOS EXTREMOS DEL YACIMIENTO (FIGURA NO. 7).

ESTAS RAMPAS TENDRAN UNA SECCION DE 4.5 X 3.0 METROS, EMPLEANDO COMO EQUIPO DE BARRENACION UN JUMBO NEUMATICO JARVIS CLARK DE UN BRAZO, MODELO M20 Y SE REZAGARA CON CARGADORES FRONTALES (VER CAP. 3.4 "DESCRIPCION DE EQUIPO").

3.2.3.2 CRUCEROS DE PREPARACION

ESTAS OBRAS TENDRAN UNA SECCION DE 3.5 X 3.5 METROS, Y SE COLARAN A PARTIR DE LAS RAMPAS Y PERPENDICULARES A ESTAS, PARA DAR ACCESO A LOS REBAJES. ENSEGUIDA, SE CONSTRUIRA UNA GALERIA SECUNDARIA A PARTIR DEL PRIMER CRUCERO Y A TODO LO LARGO DEL CUERPO, COMO SE PUEDE APRECIAR EN LA FIGURA NO. 7 .

CON ESTOS CRUCEROS, EL DEPOSITO SERA FRACCIONADO EN UN PANEL DE EXPLOTACION DE 48 METROS DE ANCHO POR 250 METROS DE LARGO. ESTE BLOQUE SE DIVIDIRA POSTERIORMENTE EN DOS, POR MEDIO DE UNA GALERIA QUE SE COLARA AL CENTRO DEL YACIMIENTO, Y QUE TENDRA UNA SECCION DE 3.5 X 3.5 METROS.

PARA FACILITAR LA EXTRACCION DE MINERAL, Y A FIN DE CONTAR CON UNA VENTILACION APROPIADA EN LAS DIFERENTES OBRAS DE PREPARACION, SE COLARAN DOS FRENTES SOBRE LOS BORDES EXTERIORES DEL YACIMIENTO, A PARTIR DE LAS GALERIAS SECUNDARIAS (FIGURA NO. 7).

EN ESTOS TRABAJOS SE EMPLEARA EL MISMO EQUIPO DE BARRENACION UTILIZADO EN EL CUELE DE LAS RAMPAS.

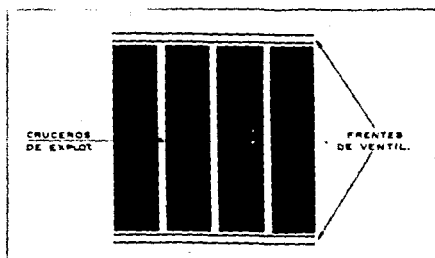
3.2.3.3 TUMBE DE MINERAL

UNA VEZ QUE HA SIDO DEFINIDO EL PRIMER BLOQUE A MINAR, QUE TENDRA UN ANCHO DE 48 METROS Y 120 METROS DE LARGO, SE PROCEDERA A DIVIDIR ESTE EN VARIOS PANELES, POR MEDIO DE CRUCEROS DE 3.5 POR 3.5 METROS DE SECCION, Y UNA SEPARACION ENTRE CADA UNO DE 9.5 METROS (FIGURA NO. 8).

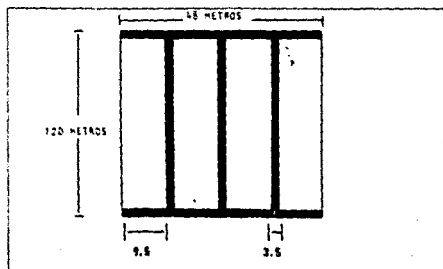
ES PROPIAMENTE EN ESTOS FANELES DONDE SE EFECTUARAN LAS OPERACIONES DE TUMBE, PARA LO CUAL SE UTILIZARA COMO EQUIPO DE BARRENACION MAQUINAS DE PIERNA NEUMATICA, TRABAJANDOSE FRENTES QUE TENDRAN UNA SECCION DE 3.0 X 2.0 METROS.

ESTE PROCEDIMIENTO SE REPETIRA PARA CADA UNO DE LOS FANELES EN QUE SERA DIVIDIDO EL DEPOSITO MINERAL, HASTA LLEGAR A UNA CONFIGURACION FINAL, COMO LA QUE SE OBSERVA EN LA FIGURA NO. 9.

a) TRAZO DE CRUCEROS DE EXPLOTACION
Y FRENTES DE VENTILACION



b) DIMENSIONES DE LOS BLOQUES DE EXPLOTACION



TESIS PROFESIONAL

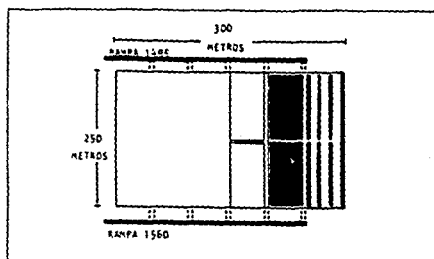
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

FIG. NO. 8.- DIMENSIONES DE
LOS BLOQUES DE EXPLOTACION-
MINA PUERTO III.

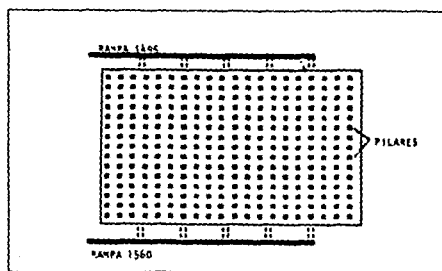
CERECEDO DIEGO L.J.
RIZO ALVARADO A.

MEXICO, D.F.
1990

SECUENCIA DEL
a) TUMBE DE MINERAL



b) CONFIGURACION FINAL DEL YACIMIENTO



TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

FIG. NO. 9.- SECUENCIA DEL TUMBE DE MINERAL Y CONFIGURACION FINAL DEL YACIMIENTO.

CERECEGO DIEGO L. J.
RIOS ALVARADO A.

MEXICO, D.F.
1990

3.3 CALCULO DE PILARES

3.3.1 PRESENTACION

EL OBJETIVO DE LAS EXPLOTACIONES POR CUARTOS Y PILARES Y DE CUALQUIER METODO EN GENERAL, ES LA EXTRACCION MAXIMA DE MINERAL A TRAVES DE UN MINADO SISTEMATICO, QUE PERMITA ASEGURAR LA OPTIMA PRODUCTIVIDAD DE LA MINA Y LA ADECUADA SEGURIDAD PARA EL PERSONAL QUE LABORA EN ELLA, DURANTE TODO EL PERIODO DE OPERACION.

EL ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LAS EXPLOTACIONES POR ESTE SISTEMA, SE REALIZA A PARTIR DE MODELOS TEORICOS Y DE LAS REGLAS QUE NOS DICTA LA EXPERIENCIA. EN GENERAL, AMBOS ENFOQUES SE EMPLEAN SIMULTANEAMENTE; LOS MODELOS MATEMATICOS PARA DEFINIR EL ESQUEMA DE BASE DE LA EXPLOTACION, Y LAS NORMAS PRACTICAS PARA GARANTIZAR LA IMPLANTACION DEL SISTEMA DE MINADO, DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS REALES DEL YACIMIENTO.

EN LA PRACTICA, EL PROBLEMA DE ESTABILIDAD DE UNA CAVIDAD MINERA, SE REDUCE A ENCONTRAR UN MODELO MATEMATICO QUE PERMITA REPRESENTAR LA EXPLOTACION EN FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS GEOMECANICAS Y ESTRUCTURALES DEL TERRENO, COMPARANDOLO A OTROS YA EXISTENTES.

CIERTOS MODELOS PUEDEN SER UTILIZADOS PARA DESCRIBIR EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UNA EXCAVACION SUBTERRANEA SOSTENIDA POR PILARES; ESTOS MODELOS SE ENCUENTRAN ADAPTADOS A LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA EXPLOTACION Y A LA NATURALEZA DEL TERRENO.

EN EL CASO EN DONDE LA EXTENSION HORIZONTAL DE LA EXPLOTACION ES MENOR O IGUAL A LA ALTURA DE RECUBRIMIENTO, SE EMPLEAN MODELOS GLOBALES, TALES COMO:

- 1) NUMERICOS, UTILIZANDO EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS, Y
- 2) ANALITICOS, EN FUNCION DE LA FRACTURACION DEL TECHO.

EN EL CASO CONTRARIO, ES DECIR, EN DONDE LA EXTENSION HORIZONTAL DE LA CAVIDAD MINERA ES DOS VECES MAYOR AL ENCAPE, LO MODELOS A UTILIZAR SON:

3) AREA TRIBUTARIA, SI EL TECHO ESTA CONSTITUIDO POR BANCOS DE ESPESOR MEDIO CON FRACTURACION VARIABLE,

4) DALAS, CUANDO LA FRACTURACION ES CONSTANTE Y LOS PILARES JUEGAN EL PAPEL DE BANDAS CERRADAS, Y

5) PLACAS, EN EL CASO DE EXISTIR UN BANCO DE GRAN RESISTENCIA Y ESPESOR SOBRE LA ZONA A EXPLOTAR.

PARA EL ESTUDIO DE LA EXPLOTACION SUBTERRANEA EN LA MINA PUERTO III, EL MODELO A EMPLEAR SERA EL DEL AREA TRIBUTARIA, EN VIRTUD DE QUE LAS ESTRUCTURAS QUE SE ENCUENTRAN SOBRE EL YACIMIENTO PRESENTAN UN BANDEAMIENTO MEDIO CON UNA FRACTURACION VARIABLE, Y QUE LA EXTENSION A EXPLOTAR ES SUPERIOR AL DOBLE DE LA PROFUNDIDAD DEL CUERPO MINERALIZADO.

3.3.2 DISEÑO DE PILARES

PARA EFECTUAR EL CALCULO DE PILARES, SE ELABORO UN PROGRAMA DE COMPUTADORA EN LENGUAJE BASIC, DE ACUERDO AL CRITERIO ESTABLECIDO EN 1973 POR E. TINCELIN (1) PARA LAS EXPLOTACIONES POR CUARTOS Y PILARES, Y CON BASE EN EL MODELO MATEMATICO DEL AREA TRIBUTARIA.

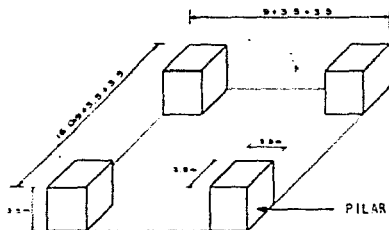
LA MECANICA DE FUNCIONAMIENTO DE ESTE PROGRAMA, CONSISTE EN REALIZAR UNA SIMULACION SOBRE LA ESTABILIDAD DE LOS PILARES, CON BASE EN LA INFORMACION ALIMENTADA A LA COMPUTADORA, REFERENTE A LAS DIMENSIONES DE LAS CAMARAS Y LOS PILARES.

PARA EL CASO ESPECIFICO DEL YACIMIENTO PUERTO III, PROPUSIMOS LOS PARAMETROS QUE SE MUESTRAN EN LA FIGURA NO. 10, EN CONSIDERACION A QUE CON ESTOS DATOS SE OBTUVIERON LOS MEJORES RESULTADOS DE LAS DIFERENTES SIMULACIONES EFECTUADAS A NIVEL COMPUTADORA.

PARAMETROS PROPUESTOS

ANCHO DEL PILAR	= AP = 3.5 mts
LONGITUD DEL PILAR	= LP = 3.5 mts
ANCHO DEL CUARTO	= AC = 9.0 mts
LONGITUD DEL CUARTO	= LC = 9.0 mts
ALTURA PROMEDIO DEL PILAR	= HP = 3.5 mts
TASA ESTIMADA DE RECUPERACION	= TR = 92.7 %
FACTOR DE SEGURIDAD	= FS = 2.1

CONFIGURACION DE LOS PILARES



TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

FIG. NO. 10.- PARAMETROS PROPUESTOS PARA EL DISEÑO DE LOS PILARES Y SU CONFIGURACION.

CERECEDO DIEGO L J
RÍOS ALVARADO A

MÉXICO, D.F.
1990

DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS, Y TOMANDO EN CUENTA QUE LOS PILARES TENDRAN UNA SECCION CUADRADA, LAS DIMENSIONES CALCULADAS SON DE 3.5 X 3.5 METROS, VARIANDO LA ALTURA EN FUNCION DE LA FORMA DE EL YACIMIENTO.

CONSIDERANDO EL COMENTARIO DE M. TINCELIN, EL ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL MODELO SE REALIZO SOLO LA RELACION ENTRE LA COMPONENTE VERTICAL DEL ESFUERZO EJERCIDA SOBRE EL MATERIAL Y EL VALOR DE LA CARGA EN COMPRESION MONOAXIAL DEL MISMO.

EN LA TABLERA, PARA LOS TIPOS DE RECUPERACION POR CUARTOS Y PARA LAS RECUPERACIONES MENORES AL 50%; EN OTROS PALABRAS, LA RESISTENCIA ELASTICA EN COMPRESION MONOAXIAL DEBE SER COMO MENOS DOS VECES MAYOR AL VALOR DE LA COMPONENTE VERTICAL DEL ESFUERZO; SIN EMBARGO, CUANDO LAS RECUPERACIONES SON MAYORES AL 50%, LA RESISTENCIA DEL PILAR DEBE SER CINCO VECES MAS GRANDE AL VALOR DE LA CARGA VERTICAL.

DE LOS ESTUDIOS DE MECANICA DE ROCAS EFECTUADOS POR URAMEX EN EL YACIMIENTO FULATO III, SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES VALORES:

RESISTENCIA ELASTICA EN COMPRESION MONOAXIAL = 539.36 BAR

CARGA VERTICAL = 18.82 BAR

DE ACUERDO A LO COMENTADO ANTERIORMENTE, TENEMOS QUE:

RESISTENCIA ELASTICA $\geq 5 \times$ CARGA VERTICAL

$539.36 \geq 5 \times 18.82 \geq 94.1$

OTRO CONCEPTO DEFINIDO POR M. TINCELIN QUE NOS PERMITE ESTABLECER LA ESTABILIDAD DEL TERRENO EN FUNCION DEL DIMENSIONAMIENTO DE LOS PILARES, NOS INDICA QUE LA LONGITUD TOTAL (LONGITUD DE LA CAMARA + LONGITUD DEL PILAR) DEBERA SER MAYOR O IGUAL A CUATRO VECES LA LONGITUD MAXIMA DEL PILAR:

L. T. = LONGITUD TOTAL

L. T. = LONGITUD DE LA CAMARA + LONGITUD DE LOS PILARES = 16 M

X = LONGITUD MAXIMA DEL PILAR = 3.5 M

L. T. $\geq 4 \times X \geq 4 \times 3.5 = 14$

ADEMAS DE ESTOS CRITERIOS SUGERIDOS POR TINCELIN, ES NECESARIO CALCULAR EL FACTOR DE SEGURIDAD QUE SE TENDRA DURANTE LOS TRABAJOS DE EXPLOTACION CON LOS PARAMETROS ANTES DEFINIDOS; ESTE FACTOR SE DEFINE COMO EL COCIENTE DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION MONOAXIAL SOBRE LA COMPONENTE SUPLEN DEL ESFUERZO DE CARGA MEDIA. ESTA ULTIMA SE CALCULA CONSIDERANDO LA TASA DE RECUPERACION REAL (T R), QUE SE DEFINE CON LA RELACION:

$$D = \text{DISTANCIA ENTRE FILARES} = 156.25 \text{ METROS} \\ (\text{DESDE LOS CENTROS})$$

$$S = \text{AREA O SECCION DEL PILAR} = 166.5 \text{ METROS CUADRADOS}$$

$$T. R. = D \cdot D / D \cdot D + S = 156.25 / 166.5 = 0.927 = 92.7\%$$

LA CARGA MEDIA (C M) EN FUNCION DE LA TASA DE RECUPERACION SE DEFINE CON LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$C M = C V / (1 - T R)$$

CONSIDERANDO EL SIGUIENTE VALOR PARA LA CARGA VERTICAL:

$$C V = \text{CARGA VERTICAL} = 18.82 \text{ BAR}$$

TENEMOS QUE:

$$C M = 18.82 / (1 - 0.927) = 257.81 \text{ BAR}$$

EL FACTOR DE SEGURIDAD SE DEFINE COMO LA RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION MONOAXIAL ENTRE LA CARGA MEDIA:

$$\text{FACTOR DE SEGURIDAD} = R C / C M$$

SUSTITUYENDO VALORES, OBTENEMOS EL SIGUIENTE RESULTADO:

$$F S = 539.36 / 257.81 = 2.10$$

CON BASE EN LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR TINCELIN EN LAS EXPLOTACIONES SUBTERRANEAS POR CUARTOS Y PILARES, PODEMOS CONSIDERAR QUE NOS ENCONTRAMOS DENTRO DE UN RANGO ACEPTABLE DE SEGURIDAD, YA QUE EL VALOR DE ESTE FACTOR DEBE SER SUPERIOR A DOS. EN ESTE MISMO SENTIDO, CABE SEÑALAR QUE DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR SALAMON Y MUNRO (2) Y BIENIAWSKI (3) EL VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA MANTENER UNA ESTABILIDAD OPTIMA DURANTE LOS TRABAJOS DE EXPLOTACION OSCILA ENTRE 2 Y 3; SIN EMBARGO, DICHS AUTORES HAN ENFOCADO SUS TRABAJOS A RESOLVER PROBLEMAS EN MINAS DE CARBON, POR LO QUE CONSIDERAMOS QUE NO OBSTANTE ESTA SITUACION, NOS ENCONTRAMOS DENTRO DE UN VALOR SATISFACTORIO EN EL FACTOR DE SEGURIDAD CALCULADO.

- (1) TINCELIN, E.
"SELECCION DE METODOS DE EXPLOTACION PARA YACIMIENTOS DE POCA INCLINACION".
ANALES DE MINAS, PARIS, ABRIL DE 1983.
- (2) SALAMON, M. Y MUNRO, A.
"ESTUDIO SOBRE LOS ESFUERZOS EN PILARES DE CARBON".
REVISTA DEL INSTITUTO DE MINERIA Y METALURGIA DE SUDAFRICA
VOL. 68 NO. 2, 1967.
- (3) BIENIAWSKI, Z. T.
"EL EFECTO DEL DIMENSIONAMIENTO DE PILARES DE CARBON".
REVISTA INTERNACIONAL DE MECANICA DE ROCAS Y CIENCIAS
MINERAS. VOL. 5 NO. 5, 1968.

3.4 DESCRIPCION DEL EQUIPO

EN ESTE INCISO SE PRESENTAN DE MANERA GENERAL LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL CALCULO DEL EQUIPO DE BARRENACION Y REZAGADO-ACARREO EFECTUADO POR URANIO MEXICANO EN SU ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACION Y BENEFICIO DE MINERALES URANIFEROS EN LA SIERRA PENA BLANCA.

LOS PARAMETROS CONSIDERADOS POR URAMEX PARA REALIZAR LOS CALCULOS DE REQUERIMIENTO DE EQUIPO FUERON LOS SIGUIENTES:

- 1) RITMO DE PRODUCCION DE LA MINA: 300 TONELADAS POR DIA
- 2) GRAVEDAD ESPECIFICA DEL MINERAL: 2.4 TON/M3
- 3) TURNOS DE TRABAJO: 2 TURNOS POR DIA

3.4.1 EQUIPO DE BARRENACION

EN LAS OBRAS DE PREPARACION SE UTILIZARA UN JUMBO DIESEL, CON BARRENA DE 3.0 METROS DE LONGITUD Y BROCA DE 1 1/2" DE DIAMETRO, DEBIDO A QUE LA SECCION DE ESTAS OBRAS (3.5 X 3.5 METROS CRUCEROS Y 4.5 X 3.0 METROS RAMPAS) ES MAYOR A LA DE LOS REBAJES, RAZON POR LA CUAL SE REQUERIRAN PERFORAR BARRENOS MAS LARGOS Y EN MAYOR NUMERO, SIENDO NECESARIO EMPLEAR EQUIPO DE MAS CAPACIDAD Y VELOCIDAD DE BARRENACION.

EN LOS REBAJES SE USARAN PERFORADORAS DE PIERNA NEUMATICA, CON BARRENA INTEGRAL HEXAGONAL DE 2.4 METROS DE LONGITUD Y 7/8" DE DIAMETRO.

EN EL PRIMER CASO, SE DARAN TRES BARRENACIONES DIARIAS (NO NECESARIAMENTE EN EL MISMO LUGAR DE TRABAJO) OBTENIENDO UNA PRODUCCION DIARIA DE 237 TONELADAS DE MINERAL. EN EL TUMBE, EL NUMERO DE BARRENACIONES SERA DE 2 DIARIAS, LOGRANDO UNA PRODUCCION TOTAL DE 76 TONELADAS.

CON LO ANTERIOR, LA PRODUCCION TOTAL POR DIA SERA DE 313 TONELADAS DE MINERAL, CON LO QUE SE CUMPLEN LAS METAS PROGRAMADAS.

3.4.2 EQUIPO DE REZAGADO Y ACARREO

CONSIDERANDO EL RITMO DE PRODUCCION ESTABLECIDO, Y CON BASE EN SU CAPACIDAD Y EFICIENCIA, PARA LAS OPERACIONES DE REZAGADO SE SELECCIONARON 2 CARGADORES FRONTALES (SCOOP-TRAM): UNO DE 3.0 Y OTRO DE 1.5 YDS.

DE ACUERDO AL RENDIMIENTO DE ESTE EQUIPO, CALCULADO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA WAGNER MINING EQUIPMENT CO., SE TIENE QUE PARA EL CARGADOR DE 3 YDS LA PRODUCCION DIARIA SERA DE 215 TONELADAS, EN TANTO QUE PARA EL DE 1.5 YDS ESTA SERA DE 85 TONELADAS, CONSIDERANDO UNA DISPONIBILIDAD DEL 80%.

CABE ACLARAR QUE EL CARGADOR DE MAYOR CAPACIDAD OPERARA EN LAS OBRAS DE PREPARACION, MIENTRAS QUE EL OTRO REZAGARA EN LOS REBAJES. LA DISTANCIA MAXIMA ESTIMADA (200 METROS) CONSIDERA QUE LOS CARGADORES LABORARAN A LO LARGO Y ANCHO DE LOS PANELES DE EXPLOTACION.

COMBINANDO LA OPERACION DE LOS DOS EQUIPOS, LA EXTRACCION TOTAL DIARIA SERA DE 310 TONELADAS, YA QUE UNICAMENTE LABORARAN DURANTE UN SOLO TURNO, CON LO CUAL SE SATISFACEN LOS NIVELES DE PRODUCCION QUE REQUIERE EL PROYECTO.

FOR LO QUE RESPECTA AL ACARREO, ESTE SERA EFECTUADO POR 3 CAMIONES MINEROS DE BAJO PERFIL, DE 13 TONELADAS DE CAPACIDAD CADA UNO, LOS CUALES TENDRAN UN RECORRIDO APROXIMADO DE 2.5 KILOMETROS (200 METROS CORRESPONDEN AL ACARREO INTERIOR MINA) Y DESCARGARAN EN LOS PATIOS DE LA PLANTA DE BENEFICIO, QUE SE LOCALIZARA APROXIMADAMENTE A 2.2 KILOMETROS DE LA MINA.

A CONTINUACION, SE PRESENTA EL LISTADO DE UN PROGRAMA DISENADO EN BASIC, EN DONDE SE EFECTUA UNA SIMULACION DE LA OPERACION DE REZAGADO-ACARREO DE MINERAL EN ESTA MINA.

EL PROPOSITO DE LLEVAR A CABO ESTA SIMULACION, FUE EL DE ANALIZAR DICHA OPERACION, CONSIDERANDO LOS POSIBLES ESTADOS FUTUROS DE LOS OPERADORES (UN CAMION MINERO Y DOS SCOOPS-TRAM) - ESPERA - TRAYECTO - CARGA/DESCARGA - A FIN DE DETERMINAR SI LOS REQUERIMIENTOS DE EQUIPO CALCULADOS SATISFACIAN LA PRODUCCION PLANEADE DE ABASTECIMIENTO DE MINERAL A LA PLANTA DE BENEFICIO.

4. ASPECTOS GENERALES DE RADIOACTIVIDAD Y LA RADIOPROTECCION EN LAS EXPLOTACIONES DE MINERALES RADIOACTIVOS

4.1 INTRODUCCION

LA RADIOACTIVIDAD ES UNA PARTE NATURAL DE LA VIDA; HA EXISTIDO DESDE LA CREACION DE NUESTRO PLANETA Y ES PARTE INTEGRAL DEL UNIVERSO EN QUE VIVIMOS. DE HECHO, LA VIDA TAL COMO LA CONOCEMOS HA EVOLUCIONADO EN TORNO A LA RADIACION. ESTA NOS LLEGA DEL SOL, DEL ESPACIO EXTERIOR Y DE LOS ELEMENTOS RADIOACTIVOS NATURALES QUE EXISTEN EN LA TIERRA. NUESTROS CUERPOS CONTIENEN MATERIAL RADIOACTIVO, ASI COMO EL ALIMENTO QUE COMEMOS Y EL AIRE QUE RESPIRAMOS. OTRAS FUENTES RADIOACTIVAS INCLUYEN LAS MAQUINAS DE RAYOS X, LOS APARATOS DE TELEVISION, LAS CARATULAS DE LOS RELOJES LUMINOSOS Y LAS EMISIONES DE LAS PLANTAS NUCLEARES.

PARA COMPRENDER MAS DETALLADAMENTE EL FENOMENO DE LAS EMISIONES RADIOACTIVAS, ES NECESARIO RECORDAR LOS CONCEPTOS DE ATOMO E ISOTOPO.

TODA LA MATERIA DEL UNIVERSO ESTA CONSTITUIDA POR ATOMOS, PEQUENAS PARTICULAS BASICAS QUE HASTA 1811, ANTES DE LOS DESCUBRIMIENTOS REALIZADOS POR AMADEO AVOGADRO, SE CONSIDERABAN INDIVISIBLES.

EN LA ACTUALIDAD SABEMOS QUE EL ATOMO ESTA FORMADO POR UNA PARTE CENTRAL DENOMINADA NUCLEO, COMPUESTO DE PROTONES Y NEUTRONES Y DE PEQUENAS PARTICULAS LLAMADAS ELECTRONES, QUE GIRAN EN ATRACCION ORBITAL ALREDEDOR DEL NUCLEO.

LOS PROTONES Y NEUTRONES TIENEN PRACTICAMENTE LA MISMA MASA, PERO SE DIFERENCIAN EN QUE LOS PRIMEROS POSEEN UNA CARGA ELECTRICA POSITIVA, MIENTRAS QUE LOS SEGUNDOS LARCEEN DE CARGA; DE ESTA MANERA, LA CARGA ELECTRICA TOTAL DEL NUCLEO ES POSITIVA Y ES IGUAL A LA SUMA DE LAS CARGAS DE SUS PROTONES. LOS ELECTRONES SON 1840 VECES MAS PEQUENOS QUE LOS PROTONES Y SON ELECTRICAMENTE NEGATIVOS; SU NUMERO ES IGUAL AL DE LOS PROTONES. DEFINIENDOSE EN ESTA FORMA, LA NEUTRALIDAD ELECTRICA DEL ATOMO.

EL NUMERO DE PROTONES QUE CONTIENE EL NUCLEO DE UN ATOMO SE CONOCE CON EL NOMBRE DE "NUMERO ATOMICO", EN TANTO QUE LA SUMA DEL NUMERO DE PROTONES Y NEUTRONES SE DENOMINA "NUMERO DE MASA".

EN LA NATURALEZA EXISTEN 325 ATOMOS CON DISTINTOS NUMEROS DE MASA, QUE DAN ORIGEN A 106 ELEMENTOS QUIMICOS CONOCIDOS, CADA ELEMENTO ESTA FORMADO POR ATOMOS DEL MISMO NUMERO ATOMICO, PERO PUEDEN TENER DIFERENTE NUMERO DE MASA, A ESTOS SE LES LLAMA ISOTOPOS.

POR EJEMPLO, PARA EL URANIO EXISTEN OCHO ISOTOPOS, DESIGNADOS DE LA SIGUIENTE FORMA:

240-U-92	238-U-92	236-U-92	235-U-92
234-U-92	233-U-92	232-U-92	230-U-92

EN ESTE CASO, EL NUMERO DE PROTONES ES EL MISMO (92) YA QUE TODOS LOS ISOTOPOS CORRESPONDEN A UN MISMO ELEMENTO QUIMICO, SIN EMBARGO, ESTOS SE DIFERENCIAN POR EL NUMERO DE NEUTRONES.

NO OBSTANTE QUE TODOS LOS ISOTOPOS TIENEN LAS MISMAS PROPIEDADES QUIMICAS, ELLOS DIFIEREN EN SUS PROPIEDADES FISICAS Y NUCLEARES Y POR CONSECUENCIA NO PRESENTAN LAS MISMAS CARACTERISTICAS DE ESTABILIDAD.

ESTOS PRINCIPIOS SE BASAN EN LOS EXPERIMENTOS SOBRE LA RADIATIVIDAD DE CIERTOS ELEMENTOS COMO EL URANIO, EL POLONIO Y EL RADIO, EFECTUADOS A PRINCIPIOS DE ESTE SIGLO POR HENRI BECQUEREL Y MARIE Y PIERRE CURIE, LOS QUE EN 1902 DESCUBRIERON EL FENOMENO DE LA TRANSMUTACION DE LOS ATOMOS RADIATIVOS EN OTROS DIFERENTES, A PARTIR DE UNA DESINTEGRACION ESPONTANEA CON GRAN DESPRENDIMIENTO DE ENERGIA, A ESTE FENOMENO SE LE DENOMINO "DECAIMIENTO RADIATIVO"; POSTERIORMENTE, EN 1905, FUE CERTIFICADO POR LAS TEORIAS DE ALBERT EINSTEIN, EL QUE EXPLICABA QUE EL DESPRENDIMIENTO DE ENERGIA DURANTE LOS PROCESOS DE DECAIMIENTO RADIATIVO, ERA EL RESULTADO DE LA TRANSFORMACION DE PEQUENAS CANTIDADES DE MASA, DE ACUERDO A LA ECUACION $E = mc^2$ (LA ENERGIA ES IGUAL A LA MASA POR EL CUADRADO DE LA VELOCIDAD DE LA LUZ).

EN OTRAS PALABRAS, ESTE FENOMENO CONSIDERA QUE UN ATOMO INESTABLE TIENE MAS ENERGIA INTERNA EN SU NUCLEO QUE LA ESTRICTAMENTE REQUERIDA; DE ESTO RESULTA QUE EL NUCLEO PUEDE SUFRIR UN REACOMODO ESPONTANEO, PASANDO A UNA FORMA MAS ESTABLE.

LAS EMISIONES PRODUCTO DE LAS DESINTEGRACIONES RADIOACTIVAS DE LOS ISOTOPOS PUEDEN SER EN FORMA DE PARTICULAS (NEUTRONES, PROTONES O ELECTRONES) O BIEN BAJO LA FORMA DE ONDAS ELECTROMAGNETICAS LLAMADAS FOTONES.

CADA ISOTOPO RADIOACTIVO ESTA CARACTERIZADO POR LA NATURALEZA DE LAS RADIACIONES EMITIDAS Y SEGUN SU FUERZA DE PENETRACION Y PROPAGACION SOBRE LOS CUERPOS, SE CLASIFICAN EN RADIACIONES ALFA, BETA Y GAMA.

LA RADIACION ALFA ES LA EMISION A GRAN VELOCIDAD DE UN NUCLEO DE HELIO, SIENDO SU ALCANCE DE TAN SOLO ALGUNOS CENTIMETROS EN EL AIRE Y SUFICIENTE UNA HOJA DE PAPEL PARA DETENERLA.

LAS EMISIONES DE ELECTRONES PORTADORES DE GRANDES CANTIDADES DE ENERGIA (ALGUNOS CIENTOS DE KILOELECTRON-VOLTS - KeV), ES CONOCIDA COMO RADIACION BETA; SU TRAYECTORIA EN EL AIRE ES DE ALGUNOS METROS Y BASTA UNA LAMINA DE ALUMINIO DE DOS MILIMETROS DE ESFESOR PARA DETENERLA.

LA RADIACION GAMA ESTA FORMADA POR ONDAS ELECTROMAGNETICAS QUE SE PROPAGAN A LA VELOCIDAD DE LA LUZ Y TIENE UNA GRAN FUERZA DE PENETRACION SOBRE LOS CUERPOS; PARA DETENERLA ES NECESARIA LA INTERPOSICION DE GRANDES BLOQUES DE ACERO Y/O PLOMO.

LA ENERGIA LIBERADA DURANTE EL TRANCURSO DE ESTAS DESINTEGRACIONES O TRANSFORMACIONES NUCLEARES ES CONOCIDA CON EL NOMBRE DE RADIOACTIVIDAD, Y EN VIRTUD DE QUE LAS EMISIONES PUEDEN PRODUCIR IONIZACIONES CUANDO INTERACCIONAN CON ALGUN MATERIAL, SON DENOMINADAS RADIACIONES IONIZANTES.

DE LOS 125 RADIONUCLEOS ANTES INDICADOS, 274 SON ESTABLES Y EL RESTO SON DENOMINADOS INESTABLES O RADIOACTIVOS. ENTRE LOS ISOTOPOS RADIOACTIVOS MAS IMPORTANTES, SE ENCUENTRA EL URANIO 238, ELEMENTO QUIMICO DESCUBIERTO EN 1789 POR KLARPTH Y OBTENIDO EN FORMA PURA POR PELIGOT.

LAS PRINCIPALES PROPIEDADES QUE CARACTERIZAN A LOS ISOTOPOS RADIOACTIVOS SON: LA NATURALEZA DE LOS RAYOS EMITIDOS Y EL PERIODO MEDIO DE VIDA, ES DECIR, EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE LA MITAD DE LOS ATOMOS DE UN RADIOELEMENTO DECAIGAN RADIOACTIVAMENTE A FORMAS MAS ESTABLES, CONSIDERANDOSE ESTE CRITERIO PARA EXPLICAR LA DISMINUCION DEL POTENCIAL RADIOACTIVO NATURAL A MEDIDA QUE EL TIEMPO HA TRANSCURRIDO.

EN LA SIGUIENTE TABLA SE MUESTRA LA FAMILIA DE DECAIMIENTO RADIOACTIVO DEL URANIO ASI COMO LOS PERIODOS DE VIDA MEDIA DE CADA RADIONUCLEO Y EL TIPO DE RADIACION EMITIDA AL EXISTIR UNA DESINTEGRACION ATOMICA, INDICANDO EL ELEMENTO AL CUAL DECAE.

NOMBRE	SIMBOLO	TIPO DE RADIACION	VIDA MEDIA
URANIO 238	U $\frac{238}{92}$	ALFA	4.5×10^9 AÑOS
TORIO 234	Th $\frac{234}{90}$	BETA	24.1 DIAS
PROTACTINO 234	Po $\frac{234}{84}$	BETA Y GAMA	1.17 MINUTOS
URANIO 234	U $\frac{234}{92}$	ALFA	2.5×10^5 AÑOS
TORIO 230	Th $\frac{230}{90}$	ALFA Y GAMA	8×10^4 AÑOS
RADIO 226	Ra $\frac{226}{88}$	ALFA Y GAMA	1617 AÑOS
RADON 222	Rn $\frac{222}{86}$	ALFA	3.825 DIAS
POLONIO 218	Po $\frac{218}{84}$	ALFA	3.05 MINUTOS
PLOMO 214	Pb $\frac{214}{82}$	BETA Y GAMA	26.8 MINUTOS
BISMUTO 214	Bi $\frac{214}{83}$	BETA Y GAMA	19.7 MINUTOS
POLONIO 214	Po $\frac{214}{84}$	ALFA	1.64×10^{-4} Seg.
PLOMO 210	Pb $\frac{210}{82}$	BETA Y GAMA	19.4 AÑOS
BISMUTO 210	Bi $\frac{210}{83}$	BETA	4.85 DIAS
POLONIO 210	Po $\frac{210}{84}$	ALFA	138.5 DIAS
PLOMO 206	Pb $\frac{206}{82}$	NO RADIOACTIVO	—

TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIATABLA NO. 1.- FAMILIA DE DECAI
MIENTO RADIOACTIVO DEL URANIO.CERECEDO DIEGO L.J
RIOS ALVARADO A.MEXICO, D.F
1990

4.2 EFECTOS BIOLÓGICOS

LOS DAÑOS BIOLÓGICOS PRODUCTO DE UNA RADIACION, DEFENDEN DIRECTAMENTE DE LA DOSIS RECIBIDA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICION AL QUE UN ORGANISMO VIVIENTE SE HAYA SOMETIDO.

LAS ALTERACIONES CAUSADAS POR LAS RADIACIONES, SE ENCUENTRAN LIGADAS A MODIFICACIONES EN LAS CELULAS, DEBIDO A QUE LAS REACCIONES QUÍMICAS QUE SE REALIZAN EN ESTAS SE VEN PERTURBADAS.

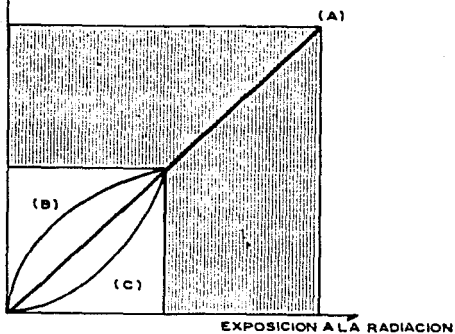
ESTAS ALTERACIONES SE LIGAN AL DAÑO PERMANENTE QUE SE PUEDE PRODUCIR EN LAS MOLECULAS QUE CONTIENEN EL ACIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN) COMPUESTO QUÍMICO ENCARGADO DE TRANSMITIR LA INFORMACION GENETICA Y EL COMPORTAMIENTO FUTURO DE LA CELULA. POR EJEMPLO, SI LAS CELULAS SE MULTIPLICAN DESORDENADAMENTE, PUEDE FORMARSE UN TUMOR, O BIEN, SI DICHAS CELULAS SE DESARROLLAN COMO OVULOS O ESPERMATOZOIDES, PUEDEN APARECER DEFECTOS HEREDITARIOS.

MUCHOS CIENTÍFICOS SUPONEN QUE LOS EFECTOS EN LOS ORGANISMOS CRECEN PROPORCIONALMENTE CON LA DOSIS RECIBIDA; A ESTA TEORIA SE LE CONOCE COMO "CRITERIO LINEAL" (A). ALGUNOS OTROS AFIRMAN QUE LAS BAJAS DOSIS TIENEN UN EFECTO MAS SERIO QUE LO INDICADO POR ESTE PRIMER CRITERIO (B). SIN EMBARGO, LOS ANALISIS MAS RECIENTES REALIZADOS POR LA COMISION BIOLÓGICA DE EFECTOS IONIZANTES, DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA, Y LA COMISION INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLOGICA, CONCLUYEN QUE LOS RIESGOS RADIOLOGICOS SON MENOS SEVEROS QUE LOS DEFINIDOS POR LA TEORIA LINEAL (C). (VER FIG. 12).

AUNQUE AUN EXISTEN CONTROVERSIAS CIENTÍFICAS SOBRE ESTAS TEORIAS EN LA ZONA DE BAJAS DOSIS DE RADIACION, LA MAYORIA DE LOS EXPERTOS DE LAS AGENCIAS INTERNACIONALES RESPONSABLES DE LA PROTECCION CONTRA LA RADIACION, EMPLEAN COMO UNA BASE CONSERVADORA PARA RECOMENDAR LIMITES MAXIMOS DE DOSIS DE RADIACION LA CIFRA DE 5 REM POR AÑO PARA TRABAJADORES PROFESIONALMENTE EXPUUESTOS Y 0.5 REM POR AÑO PARA INDIVIDUOS EN GENERAL.

DE ESTA ÚLTIMA CIFRA, APROXIMADAMENTE LA RADIACION QUE NOS RODEA CONTRIBUYE CON UN 50% DE LA DOSIS ANUAL MEDIA, ES DECIR, 0.25 REM POR AÑO, DEPENDIENDO EN DONDE Y COMO VIVAMOS.

COMO YA SE HA MENCIONADO, ESTAS RADIACIONES PROVIENEN DE LA TIERRA, DEL ESPACIO Y DE LOS CONSTITUYENTES RADIOACTIVOS NATURALES DE NUESTROS ORGANISMOS, DE TAL FORMA QUE LOS RAYOS COSMICOS

EFFECTOS
RADIOLOGICOS
 AREA DE CONTROVERSIA

 EFECTOS CONOCIDOS

TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIAFIG. NO. 12.- TEORIAS DE
EFECTOS BIOLÓGICOS.CERECEDO DIEGO L.J.
RIOS ALVARADO A.MEXICO, D.F.
1990

PROPORCIONAN ALREDEDOR DE 0.03 REM POR AÑO. PERO DEBIDO A QUE LA ATMOSFERA TERRESTRE ABSORBE UNA PARTE Y NOS PROTEGE, ESTA DOSIS PUEDE VARIAR, SEGUN VIVAMOS AL NIVEL DEL MAR O EN LAS MONTANAS, DADO QUE A MAYOR ALTITUD LA RADIACION SE INCREMENTA.

LA RADIACION NATURAL DE LA TIERRA Y LAS ROCAS PROPORCIONA UNA DOSIS PROMEDIO DE 0.06 REM POR AÑO Y LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON ESTE TIPO DE MATERIALES AUMENTAN APRECIABLEMENTE LAS CANTIDADES DE RADIACION. EL HABITAR EN UNA CASA DE LADRILLO O PIEDRA, NOS EXPONE A 0.007 REM ADICIONALES POR AÑO EN COMPARACION A SI VIVIERAMOS EN UNA CASA DE MADERA.

ADICIONALMENTE A ESTAS RADIACIONES, ENCONTRAMOS AQUELLAS CAUSADAS POR PRODUCTOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES, TALES COMO LAS TELEVISIONES A COLOR, LOS DETECTORES DE HUMO, LAS CARATULAS LUMINOSAS DE CIERTOS RELOJES, LAS EMISIONES Y DESECHOS DE PLANTAS NUCLEARES. LAS PRECIPITACIONES RADIATIVAS POR PRUEBAS DE ARMAS NUCLEARES, ETC.

EN LA FIGURA NO.13 SE PRESENTA UNA GRAFICA DE LAS DOSIS TIPICAS ANUALES RECIBIDAS. TANTO POR RADIACIONES NATURALES COMO ARTIFICIALES.

EN OTRO ORDEN DE IDEAS, Y CON EL PROPOSITO DE TENER UNA MEJOR COMPRESION DE LAS UNIDADES EMPLEADAS EN RADIOPROTECCION, DEBIDO A QUE POSTERIORMENTE SE HARA USO DE ESTAS. ES CONVENIENTE DEFINIR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

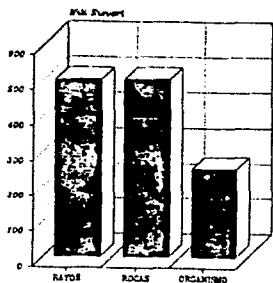
-DOSIS ABSORBIDA

CORRESPONDE A LA CANTIDAD DE ENERGIA TRANSFERIDA A LA UNIDAD DE MASA, DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UNA FUENTE RADIATIVA. LA UNIDAD DE MEDIDA EN EL SISTEMA INTERNACIONAL ES EL GRAY (Gy) QUE CORRESPONDE A UNA TRANSFERENCIA DE ENERGIA DE UN JOULE POR KILOGRAMO DE MATERIA. ANTIGUAMENTE, LA UNIDAD EMPLEADA ERA EL RAD, QUE EQUIVALE A UN CENTESIMO DE GRAY.

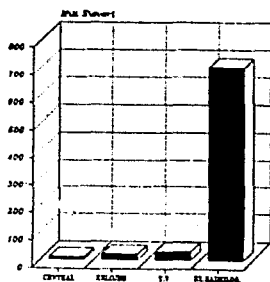
-EQUIVALENTE DE DOSIS ABSORBIDA

EL DAÑO BIOLÓGICO PRODUCIDO SOBRE LOS TEJIDOS HUMANOS NO ES EL MISMO PARA TODO TIPO DE RADIACION. YA QUE ESTE DEPENDE DE UN FACTOR DE CALIDAD (Q) LIGADO A LA NATURALEZA DE LOS RAYOS EMITIDOS. PARA LOS RAYOS BETA Y GAMA EL VALOR DE Q ES IGUAL A UNO. EN TANTO QUE PARA LAS EMISIONES ALFA ESTE VALOR SE INCREMENTA A VEINTE.

RADIACION NATURAL



RADIACION INDUSTRIAL



DOSIS TÍPICAS DE RADIACION

TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

FIG. NO. 13.- DOSIS TÍPICAS
DE RADIACION.

CERECEDO DIERO L.J
RIOS ALVARADO A.

MÉXICO, D.F.
1990

EN CONSECUENCIA, EL EQUIVALENTE DE DOSIS ABSORBIDA ES EL PRODUCTO DE LA DOSIS ABSORBIDA POR EL FACTOR DE CALIDAD DE RADIACION; LA UNIDAD DE MEDIDA UTILIZADA EN EL SISTEMA INTERNACIONAL ES EL SIEVERT (Sv) QUE CORRESPONDE A UN GRAY (Gy) MULTIPLICADO POR EL FACTOR DE CALIDAD (Q); EN LA PRACTICA AUN SE EMPLEA EL REM.

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy} \cdot Q$$

$$1 \text{ REM} = 1 \text{ RAD} \cdot Q$$

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ REM}$$

-ACTIVIDAD DE UN RADIOELEMENTO

SE EXPRESA COMO EL PRODUCTO DEL NUMERO DE DESINTEGRACIONES DE UNA FUENTE RADIOACTIVA EN UN PERIODO DE TIEMPO DETERMINADO. LA UNIDAD DE MEDIDA EN EL SISTEMA INTERNACIONAL ES EL BECQUEREL (Bq) QUE EQUIVALE AL NUMERO DE DESINTEGRACIONES NUCLEARES DE UN ATOMO EN UN SEGUNDO.

4.3 ETAPAS DEL CICLO NUCLEAR

DESafortunadamente los primeros descubrimientos realizados en 1938 por HANH STRASSMANN Y LISE MEITNER ALERCA DE LA FISION NUCLEAR Y EN 1942 POR ENRICO FERMI SOBRE LA PRIMERA REACCION EN CADENA REFLEJANDO LOS NEUTRONES DE URANIO 235, PARA FISIONAR OTROS NUCLEOS DEL MISMO ISOTIPO CONDUJERON A LA MANUFACTURA DE LAS PRIMERAS BOMBAS ATOMICAS LAS ZELAS SOBRE HIROSHIMA Y NAGASAKI.

LE HASTA LA PRIMERA LETADA DE LOS ANOS CINCUENTA QUE NOUEVAMENTE SE ENCAMINAN ESTOS DESCUBRIMIENTOS A LA FABRICACION DE COMBUSTIBLE NUCLEAR EN LA BUSQUEDA DE FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA, QUE PROPORCIONEN BUENOS SUSTITUTOS A OTROS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES COMO ES EL CASO DEL PETROLEO Y EL CARBON.

A CONTINUACION SE PRESENTA EL CICLO DE FABRICACION DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR, CONSIDERANDO EL TIPO DE REACTOR QUE SE TIENE INSTALADO EN LA CENTRAL NUCLEO-ELECTRICA DE LAGUNA VERDE.

LA PRIMERA FASE DEL CICLO SE INICIA CON LA EXTRACCION DEL MINERAL DE URANIO, YA SEA A TRAVES DE MINADO SUBTERRANEO Y/O A CIELO ABIERTO. EL MINERAL DE URANIO NATURAL ES ALIMENTADO A UNA PLANTA DE BENEFICIO, EN DONDE SE OBTIENE COMO PRODUCTO FINAL UN CONCENTRADO DENOMINADO "TORTA AMARILLA", EN FORMA DE DIURANATO DE AMONIO. EL PROCESO DE TRATAMIENTO ADECUADO A SELECCIONAR DEPENDERA DEL TIPO DE MINERAL QUE SE VAYA A PROCESAR, ENCONTRANDOSE ENTRE LOS MAS EMPLEADOS A NIVEL INTERNACIONAL LA LIXIVIACION ESTATICA, IN-SITU Y BACTERIANA, ASI COMO LOS METODOS CONVENCIONALES EN MEDIOS ACIDOS O ALCALINOS CON CALENTAMIENTO.

LA SEGUNDA ETAPA CONSISTE PROPIAMENTE EN UNA INDUSTRIA QUIMICA, INICIANDOSE EL PROCESO CON LA DISOLUCION DE LOS CONCENTRADOS DE DIURANATO DE AMONIO EN ACIDO FLUORHIDRICO, PARA OBTENER COMO PRODUCTO FINAL UN GAS DE HEXAFLUORURO DE URANIO, EL QUE POSTERIORMENTE SE ALMACENA EN CONTENEDORES METALICOS DE FORMA CILINDRICA. A ESTA FASE DEL CICLO SE LE DENOMINA CONVERSION.

POSTERIORMENTE, ESTE PRODUCTO PASA A UNA UNIDAD DE ENRIQUECIMIENTO, EN DONDE SE ELEVA SU CONTENIDO ENTRE UN 2 Y 3% DE U235. DURANTE ESTE PROCESO SON OBTENIDOS DOS PRODUCTOS; UN COMPUESTO QUE CONSTITUYE LA CABEZA PARA LA CONVERSION A DIOXIDO DE URANIO Y LOS RESIDUOS DE TRATAMIENTO. ESTOS ULTIMOS, PUEDEN SER SOLIDOS, LIQUIDOS O GASEOSOS. LOS PRIMEROS, SON MATERIALES QUE SUPRIERON CONTAMINACION RADIOACTIVA DURANTE LOS TRABAJOS DE OPERACION O MANTENIMIENTO; LOS SEGUNDOS, SON RESIDUOS DE LOS

DRENAJES, DESECHOS QUIMICOS Y AGUA MOJADA CON DETERGENTES. LOS ULTIMOS, SON GASES NO CONDENSABLES QUE ACOMPAÑAN A LOS VAPORES DEL REACTOR.

EL SIGUIENTE PASO EN EL PROCESO SE REFIERE LUNDRAMENTE A LA FABRICACION DE ELEMENTOS PARA COMBUSTIBLE, QUE CONSISTE GENERALMENTE EN FOLLEAS Y ASTILLAS QUE SON INTRODUCIDAS EN LA PASTA DE ZIRCALOY (ALEACION DE ZIRCONIO) Y ALIMENTADAS AL REACTOR PARA PODER INICIAR LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA.

EN EL CASO DE LA CENTRAL DE LAGUNA VERDE, SE CUENTA CON UN REACTOR DE AGUA HIRVIENTE (BOILING WATER REACTOR - BWR).

EL PRINCIPIO DE OPERACION DE TODOS LOS REACTORES NUCLEARES, SE BASA EN EL CONTROL DE UNA REACCION EN CADENA DE MATERIAL FISIONABLE; LA CARACTERISTICA BASICA DE LOS REACTORES BWR SE REFIERE AL EMPLEO DE AGUA NATURAL, LA CUE SIRVE COMO MODERADOR Y ENFRIADOR DEL REACTOR. EL AGUA QUE SE ENCUENTRA DENTRO DE LA VASIIJA CONTENEDORA DEL REACTOR ENTRA EN EBULLICION, PRODUCIENDO DIRECTAMENTE EL VAPOR QUE SIRVE PARA MOVER EL TURBOGENERADOR. DESPUES DE ESTA OPERACION, EL VAPOR SE CONDENSA EN OTRA PARTE DEL REACTOR Y SE RECICLA EN FORMA DE AGUA NUEVAMENTE AL CORAZON DEL REACTOR.

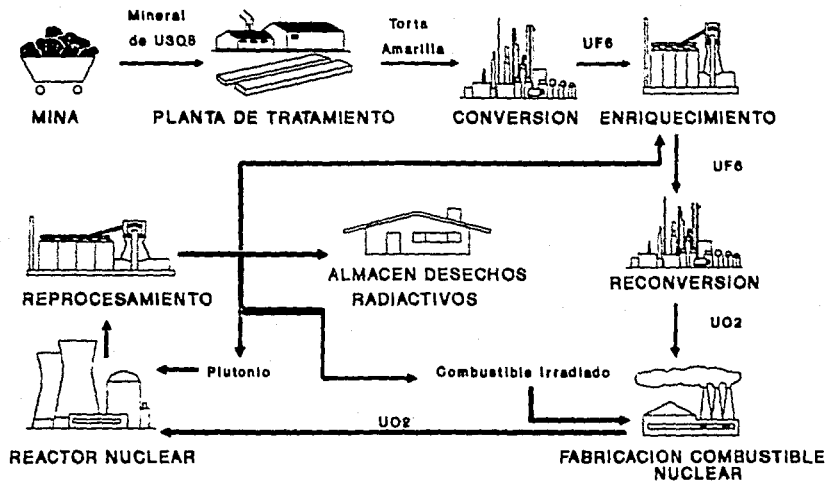
LA ULTIMA FASE DEL PROCESO COMPRENDE EL TRATAMIENTO DE LOS PRODUCTOS DE DESECHOS DEL REACTOR.

CON RESPECTO A LA CENTRAL DE LAGUNA VERDE, SE CUENTA CON ALBERCAS DE DECAIMIENTO RADIOACTIVO CON CAPACIDAD PARA ALMACENAR DURANTE DIEZ ANOS DE OPERACION DE LA PLANTA EL COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS DESECHOS EN SUS TRES FORMAS; AL TERMINO DE ESTE PERIODO, TENDRA QUE TOMARSE UNA SOLUCION DEFINITIVA ENTRE LAS TRES OPCIONES SIGUIENTES:

- 1) INTRODUCIR EL MATERIAL EN CONTENEDORES ESPECIALES Y ENVIARLOS POSTERIORMENTE A UN CEMENTERIO SUBTERRANEO.
- 2) COLOCAR EL COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS DESECHOS EN CONTENEDORES DE ACERO, ALMACENARLOS EN SUPERFICIE DURANTE 30 O 40 ANOS Y ENSEGUIDA MANDARLOS A UN CEMENTERIO DE RESIDUOS RADIOACTIVOS.

3) FINALMENTE, ENVIAR EL COMBUSTIBLE EN CONTENEDORES A UNA PLANTA DE REPROCESAMIENTO, CON EL OBJETO DE RECUPERAR EL URANIO RESIDUAL PARA PRODUCIR PLUTONIO.

EN LA FIGURA NO. 14 SE ILUSTRAN LAS ETAPAS DEL CICLO NUCLEAR PARA EL CASO DE LA CENTRAL DE LAGUNA VERDE, EN EL ESTADO DE VERACRUZ.



ETAPAS DEL CICLO NUCLEAR

TESIS PROFESIONAL	
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA	
FIG. NO. 14.- ETAPAS DEL CICLO NUCLEAR.	
CERECEO DIEGO L.J RIOS ALVARADO A.	MEXICO, D.F. 1990

4.4 RADIOPROTECCION

NO OBSTANTE QUE EL SER HUMANO DESDE LOS INICIOS DE LA ERA NUCLEAR, HA TRATADO DE EVITAR SU EXPOSICION A LA RADIACION IONIZANTE, LA RADIATIVIDAD NATURAL HA ESTADO PRESENTE EN EL MEDIO AMBIENTE DESDE LA CREACION DE NUESTRO PLANETA.

CONTRARIAMENTE A LO QUE SE PIENSA, LA RADIATIVIDAD NO FUE CREADA POR EL HOMBRE, ESTA PROVIENE ESENCIALMENTE DE LOS RAYOS COSMICOS, DE LAS SUSTANCIAS RADIATIVAS CONTENIDAS EN LAS ROCAS Y LOS SUELOS Y DE LOS ELEMENTOS QUIMICOS PRESENTES EN NUESTROS ORGANISMOS.

A ESTA RADIACION NATURAL, QUE PROPORCIONA APROXIMADAMENTE LA MITAD DE LA DOSIS ANUAL DE RADIACION, SE ADICIONA LA RADIACION PROVENIENTE DE FUENTES CREADAS POR EL HOMBRE, PRINCIPALMENTE AQUELLAS EMPLEADAS EN MEDICINA Y LOS PRODUCTOS DE LOS DESECHOS NUCLEARES.

ACTUALMENTE EN LA INDUSTRIA SE DISPONEN DE INSTRUMENTOS DE ALTA SENSIBILIDAD, CAPACES DE DETECTAR CANTIDADES MINIMAS DE RADIACION. ADICIONALMENTE A ESTOS DISPOSITIVOS, EXISTEN CUATRO FACTORES QUE SON APLICADOS COMO MEDIOS DE PROTECCION CONTRA LA EXPOSICION A LAS RADIACIONES IONIZANTES:

1) TIEMPO DE EXPOSICION. NO OBSTANTE QUE ALGUNAS PERSONAS PUEDAN EXPONERSE REPETIDAMENTE A RADIACIONES IONIZANTES, LAS DOSIS TOTALES PUEDEN REDUCIRSE DISMINUYENDOSE EL TIEMPO DE EXPOSICION.

2) DISTANCIA A LA FUENTE RADIATIVA. ASI COMO EL EFECTO DE UNA FUENTE TERMICA DISMINUYE AL ALEJARNOS DE ELLA, ASI TAMBIEN LA INTENSIDAD RADIATIVA DECRECE AL INCREMENTARSE LA DISTANCIA DEL CENTRO EMISOR.

3) EMPLEO DE BLINDAJES. LAS BARRERAS DE GRAN ESPESOR DE ACEFO Y FLOMO OFRECEN UNA PROTECCION SEGURA CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES, PRINCIPALMENTE LAS DE TIPO GAMA.

4) CONFINAMIENTO DE MATERIALES RADIATIVOS. LA CONTENCION DE LOS PRODUCTOS DE EMISION RADIATIVA PROPORCIONA, POR PERIODOS DE TIEMPO DETERMINADOS, UN MEJOR AISLAMIENTO DE IONIZACION.

EN LA INDUSTRIA NUCLEAR, LA APLICACION CONJUGADA DE ESTOS ELEMENTOS ASI COMO EL CONJUNTO DE REGLAMENTOS LEGISLATIVOS ORIENTADOS A LA PREVENCION DE LA RADIACION IONIZANTE, SE DENOMINA **RADIOPROTECCION**.

DE ESTA MANERA Y EN VIRTUD DE QUE LOS MINEROS DE LAS EXPLOTACIONES DE URANIO SON PRACTICAMENTE LOS UNICOS TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR QUE DURANTE TODA SU VIDA PROFESIONAL PERMANECEN EXPUESTOS A LAS RADIACIONES IONIZANTES. EL TERMINO " **RADIOPROTECCION** " ADQUIERE IMPORTANCIA RELEVANTE EN ESTE TIPO DE EXPLOTACIONES.

4.5 EL CONTROL Y LA PREVENCIÓN RADIOLÓGICA

EN LAS EXPLOTACIONES DE YACIMIENTOS DE MINERALES RADIATIVOS LOS MINEROS SE ENCUENTRAN EXPUESTOS A LAS RADIACIONES IONIZANTES, PRODUCTO DE LA DESINTEGRACION DE SIETE RADIONUCLEOS DE EMISION ALFA Y SEIS DE EMISION BETA DE LA CADENA DE DECAIMIENTO RADIATIVO DEL URANIO. GENERALMENTE ESTAS IRRADIACIONES SON DE BAJA INTENSIDAD, SIN EMBARGO, PERMANECEN CONSTANTES E INEVITABLES DURANTE TODO EL PERIODO DE EXPLOTACION DE LA MINA, DE AHI LA IMPORTANCIA DE SU PREVENCIÓN Y CONTROL. EL PRIMER TERMINO SE REFIERE TANTO AL RESPETO DE LOS LIMITES DE EXPOSICION A LAS RADIACIONES IONIZANTES, COMO AL ESTABLECIMIENTO DE LAS DOSIMETRIAS INDIVIDUALES DE LOS TRABAJADORES. POR OTRA PARTE, EL CONTROL DE ESTE TIPO DE IRRADIACIONES SE BASA EN LA PREVENCIÓN DEL RADON Y SUS DESCENDIENTES Y SE FUNDAMENTA TECNICAMENTE EN LA APLICACION DE CIRCUITOS DE VENTILACION EN LA MINA.

EN LA ACTUALIDAD, LA COMISION INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLÓGICA (CIPR), ES LA ENCARGADA DE ESTABLECER A MANERA DE "RECOMENDACION" LAS NORMAS LIMITANTES DE EXPOSICION. LA DOCTRINA ELABORADA POR LA CIPR, SE BASA EN LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS DESDE 1928 Y CONSISTE EN DETERMINAR UN SISTEMA DE LIMITACION DOSIMETRICA INDIVIDUAL.

PARA EL CASO ESPECIAL DE MEXICO, CON RESPECTO AL REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, DEL INSTRUCTIVO NO. 12 QUE TRATA SOBRE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE MANEJEN, ALMACENEN O TRANSPORTEN FUENTES GENERADORAS O EMISORAS DE RADIACIONES IONIZANTES CAPACES DE PRODUCIR CONTAMINACION EN EL MEDIO AMBIENTE LABORAL, A NUESTRO CRITERIO ESTE DOCUMENTO TRATA EN FORMA MUY SOMERA LOS ASPECTOS DE CONTROL Y PREVENCIÓN RADIOLÓGICA, ASI COMO LOS LIMITES PERMISIBLES PARA CADA TIPO DE RADIACION.

POR OTRA PARTE, ES IMPORTANTE HACER NOTAR QUE EN NUESTRO PAIS NO EXISTE NINGUNA NORMATIVIDAD SOBRE RADIOPROTECCION EN LA PRIMERA ETAPA DE FABRICACION DE COMBUSTIBLE NUCLEAR (EXPLOTACION Y TRATAMIENTO DE MINERALES RADIATIVOS) POR LO QUE RECOMENDAMOS TOMAR EN CONSIDERACION, COMO UN PRIMER PUNTO DE PARTIDA, LOS LINEAMIENTOS MANEJADOS POR LA COMISION INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLÓGICA (CIPR), ADECUANDOLOS A LA SITUACION Y REGLAMENTACION PROPIOS DEL PAIS.

A CONTINUACION SE MUESTRAN LOS LIMITES INDIVIDUALES DE EXPOSICION, RECOMENDADOS POR LA CIPR:

	L.A.I. (*)	L.D.C.A. (**)
EQUIVALENTE DE DOSIS ABSORBIDA POR RADIACION EXTERNA	0.05 SV/ANO	2.7E-06SV/M3
ACTIVIDAD DE POLVOS RADIATIVOS	1800 BQ/ANO	0.8 BQ/M3
DOSIS ABSORBIDA POR EL RADON Y SUS PRODUCTOS DE FILIACION	0.02 JOULE/ANO	8.3E-06 J/M3
EN RADON 222	12.6E+06 BQ/ANO	5.6E+03 BQ/M3
EN RADIACION GAMA	0.025 mGY/HR	

(*) LAI = LIMITE ADMISIBLE INDIVIDUAL

(**) LDCA = LIMITE DERIVADO DE LA CONCENTRACION EN EL AIRE

EN ESTAS EXPRESIONES, EL INDICADOR DEL RIESGO RADON ES LA ENERGIA ALFA POTENCIAL INHALADA Y ORIGINADA POR LOS DESCENDIENTES DEL RADON A VIDA CORTA. LOS LIMITES REGLAMENTARIOS RELATIVOS A LA RADIACION EXTERNA Y A LA INHALACION DE POLVOS RADIATIVOS SE REPORTAN DIRECTAMENTE AL ORGANISMO Y NO AL FULMON COMO ANTERIORMENTE SE REALIZABA.

4.5.1 CONTABILIZACION DE LAS DOSIS RECIBIDAS

EN LA PRACTICA, Y PARA EFECTOS DE PUNTAJES ACUMULADOS DE DOSIMETRIA, LA CIPR RECOMIENDA EN SU PUBLICACION DE 1981, EL RESPETO DE UN LIMITE ANUAL DE RADIACION QUE CONCIERNE A LA SUMATORIA DE LAS DOSIS DE IRRADIACION INTERNA Y EXTERNA RECIBIDAS POR EL MINERO, DE TAL FORMA QUE ESTE VALOR PERMANEZCA INFERIOR A LA UNIDAD. A MANERA DE EJEMPLO, MENCIONAREMOS QUE EN 1984 LA EXPOSICION ANUAL MEDIA ACUMULADA, CALCULADA PARA LOS MINEROS FRANCESSES FUE DE 0.14, REPORTANDOSE TAN SOLO UN 3% DE LOS TRABAJADORES CON DOSIS SUPERIORES A LA UNIDAD.

LA FORMULA QUE DEFINE LA EXPOSICION ANUAL MEDIA ACUMULADA SE EXPRESA DE LA SIGUIENTE MANERA:

$$\begin{array}{rcccl} \text{TASA ANUAL DE} & \text{DOSIS IRRADIACION} & \text{DESCENDIENTES} & \text{POLVOS} & \\ & \text{EXTERNA} & \text{DEL RADON 222} & \text{RADIOACTIVOS} & \\ \text{EXPOSICION} & \text{-----} & \text{-----} & \text{-----} & \text{= < 1} \\ & \text{+} & \text{+} & & \\ & \text{50 mSV} & \text{20 mJDOLE} & \text{1800 BQ} & \end{array}$$

CON EL OBJETO DE PODER CONTABILIZAR LOS DIFERENTES TIPOS DE RADIACION, LA CIFR INTRODUJO EN 1984 UNA UNIDAD HOMOGENEA DE EVALUACION CORRESPONDIENTE A 50 MILISIEVERT POR AÑO, QUE EQUIVALEN PARA LA ENERGIA POTENCIAL ALFA A 20 MILIJOULE Y PARA LOS POLVOS DE MINERAL A 1800 BECQUEREL.

ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE A FINALES DE 1985 EN LA SESION ANUAL DE LA COMISION INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLOGICA, ESTADOS UNIDOS, CANADA LOS PAISES AFRICANOS EXPLOTADORES DE URANIO Y LAS NACIONES DE LA COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA DECIDIERON NORMALIZAR SUS SISTEMAS DE UNIDADES ADOPTANDO EL SISTEMA INTERNACIONAL; ASIMISMO, ACORDARON TOMAR COMO BASE LA REGLAMENTACION ESTABLECIDA POR LA CIFR PARA ASUNTOS A NIVEL MUNDIAL, QUEDANDO A LIBRE DERECHO DE CADA PAIS EL MANEJO INTERNO DE SUS PROPIAS NORMAS.

4.6 NATURALEZA DE LOS RIESGOS RADIATIVOS EN LAS MINAS DE URANIO

LOS PROBLEMAS DE EXPOSICION DEBIDOS A LAS EMANACIONES DE FUENTES RADIATIVAS, SE PRODUCEN ESENCIALMENTE DURANTE EL TRANCURSO DE LAS OPERACIONES DE RUTINA LIGADAS A LA EXTRACCION DEL MINERAL. DURANTE ESTE TIEMPO, LOS MINEROS SE ENCUENTRAN EXPUESTOS A DOS TIPOS DE IRRADIACIONES, UNA EXTERNA Y OTRA INTERNA.

4.6.1 IRRADIACION EXTERNA

EL PERSONAL QUE LABORA EN ESTE TIPO DE MINAS SE ENCUENTRA EN PRIMERA INSTANCIA EXPUESTO A UNA RADIACION EXTERNA, YA QUE ESTA SE MANTIENE PRESENTE EN TODAS LAS AREAS DE LA MINA Y DURANTE TODO EL PERIODO DE EXPLOTACION.

ESTE TIPO DE RADIACION ES DEBIDO A EMISIONES ALFA, BETA Y GAMA; EL PRIMER TIPO DE IRRADIACION NO PENETRA MAS ALLA DE LA PIEL, EN TANTO QUE EL SEGUNDO ES DETENIDO POR LA PIEL; POR EL CONTRARIO, LAS RADIACIONES GAMA SON CAPACES DE ATRAVESAR EL CUERPO HUMANO, PRODUCIENDO ALTERACIONES IRREVERSIBLES.

4.6.2 IRRADIACION INTERNA

LA RADIACION INTERNA ES EL SEGUNDO TIPO DE DANO RADIOLOGICO Y ES EL PRODUCTO DE LA INHALACION DE EMISORES ALFA SUSPENDIDOS EN EL AIRE DE LA MINA; ESTOS PUEDEN SER, POLVOS RADIATIVOS Y/O EL RADON Y SUS DESCENDIENTES.

4.6.2.1 POLVOS RADIATIVOS

ESTOS SE ENCUENTRAN CARGADOS DE PARTICULAS EMISORAS ALFA DE LARGA VIDA; SIN EMBARGO, EL ORGANISMO HUMANO ES CAPAZ DE ELIMINARLOS BIOLÓGICAMENTE ANTES DE PRODUCIRSE SU DESINTEGRACION. NO OBTANTE, EL RIESGO DE CONTAMINACION PUEDE ALCANZAR NIVELES NOCIVOS SI NO SON RESPETADOS LOS LIMITES DE EXPOSICION.

CABE MENCIONAR QUE EN GENERAL EXISTEN DOS CATEGORIAS DE POLVOS MINERALES DE ACUERDO A SU TAMAÑO. LA PRIMERA DETERMINA UN RANGO DE PARTICULA ENTRE 0.3 Y 5 MICRONES, LAS CUALES SE ACUMULAN EN LOS ALVEOLOS PULMONARES ALTERANDO CONSECUENTEMENTE EL FLUJO

SANGUINEO A LOS PULMONES. EL SEGUNDO GRUPO SE REFIERE A LAS PARTICULAS MAYORES DE 5 MICRONES, MISMAS QUE SON RETENIDAS POR EL APARATO RESPIRATORIO SUPERIOR (NARIZ, FARINGE Y BRONQUIOS SUPERIORES).

A ESTE RESPECTO, MENCIONAREMOS QUE ACTUALMENTE NO EXISTE EN MEXICO NINGUN TIPO DE REGLAMENTACION REFERENTE AL TAMAÑO DE PARTICULA RESPIRABLE POR EL ORGANISMO HUMANO EN LAS EXPLOTACIONES MINERAS EN GENERAL; POR ESTA RAZON, RECOMENDAMOS INCLUIR DENTRO DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS DE LAS MINAS, TITULO CUARTO CAPITULO V "VENTILACION, GASES Y CONTROL DE POLVO" EL ESTABLECIMIENTO DE UN LIMITE MAXIMO DE TAMAÑO DE PARTICULA. A CONTINUACION PRESENTAMOS A MANERA DE SUGERENCIA, LAS NORMAS EMPLEADAS TANTO EN LOS ESTADOS UNIDOS COMO EN FRANCIA, REFERENTES A ESTE TIPO DE CONTROL (4):

<u>P A I S</u>	<u>POLVOS RESPIRABLES</u>	<u>POLVOS TOTALES</u>
ESTADOS UNIDOS	$p/m^3 < \frac{10 \text{ mg}/m^3}{\% \text{ SiO}_2 + 2}$	$p/m^3 < \frac{30 \text{ mg}/m^3}{\% \text{ SiO}_2 + 2}$
FRANCIA	$p/m^3 < \frac{15.37 \text{ mg}/m^3}{\% \text{ SiO}_2 + 2}$	---

DONDE:

p/m^3 = NO. DE PARTES POR METRO CUBICO

mg = MILIGRAMO

% SiO₂ = PORCENTAJE DE SILICE LIBRE

ES CONVENIENTE RESALTAR QUE ESTOS VALORES TIENEN QUE EVALUARSE DE ACUERDO A LAS CONDICIONES QUE PREVALECE EN LAS MINAS EN OPERACION EN NUESTRO PAIS, CON EL FIN DE ADECUAR ESTAS NORMAS A LA REALIDAD DE LA INDUSTRIA MINERA NACIONAL.

COMO PRIMERA INSTANCIA, SE TENDRIA QUE EFECTUAR UNA SERIE DE MEDICIONES DE ESTE TIPO DE POLVOS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE MINAS QUE SE TRABAJAN ACTUALMENTE EN MEXICO, A FIN DE TENER UNOS

PARAMETROS QUE PUDIERAN INDICARNOS LOS NIVELES DE CONTAMINACION QUE SE REGISTRAN EN ESTAS OPERACIONES, Y CON BASE EN ESTAS CIFRAS PODER DICTAMINAR HASTA QUE PUNTO PUEDEN SER REGLAMENTADOS LOS VOLUMENES DE POLVOS RESPIRABLES.

POR OTRA PARTE, ES IMPORTANTE COMENTAR QUE DE ACUERDO A LA CURVA DE HATCH (4) EL MAYOR PORCENTAJE DE PARTICULAS RETENIDAS POR EL ORGANISMO SE ENCUENTRA ENTRE LOS LIMITES DE 0.5 Y 2.5 MICRONES; LOS POLVOS CON TAMAÑOS MAYORES A ESTA ULTIMA CIFRA SON GENERALMENTE ELIMINADOS POR VIA BIOLOGICA.

4.6.2.2 EL RADON Y SUS DESCENDIENTES

ENTRE LOS DESCENDIENTES DEL URANIO 238, SE ENCUENTRA EL RADON 222, GAS RARO SUSCEPTIBLE DE MIGRAR ENTRE LAS ROCAS, CONTAMINANDO A SU PASO LA ATMOSFERA DE LA MINA. LA INHALACION DE ESTE RADIOELEMENTO NO REPRESENTA EN SI UN VERDADERO RIESGO, YA QUE ESTE ES NUEVAMENTE EXHALADO POR EL ORGANISMO; SIN EMBARGO, SU DESINTEGRACION PRODUCE DESCENDIENTES SOLIDOS DE VIDA CORTA, TALES COMO EL POLONIO 218 Y EL PLOMO 214, QUE UNA VEZ FIJOS SOBRE LOS PULMONES, DESCARGAN TODA SU ENERGIA POTENCIAL, DANANDOLOS IRREVERSIBLEMENTE.

(4) HATCH, R.
"DOCUMENTO S.I.M. SOBRE VENTILACION EN LOS TRABAJOS MINEROS".
DENVER, COLORADO, 1985.

4.7 DOSIMETRIA EN LAS MINAS DE MINERALES RADIOACTIVOS

TRES TIPOS DE DOSIMETRIA SON UTILIZADOS EN EL CONOCIMIENTO DE LA SITUACION RADIOLOGICA DE LOS TRABAJADORES:

1. DOSIMETRIA INDIVIDUAL. CONSISTE EN EL USO DE APARATOS PORTADOS POR LOS TRABAJADORES DURANTE LOS TURNOS DE OPERACION Y PERMITEN MEDIR PERMANENTEMENTE DURANTE UN MES, LAS CANTIDADES DE RADIACION INTERNA Y EXTERNA RECIBIDAS POR LOS TRABAJADORES.

2. DOSIMETRIA DE FUNCION. SE BASA EN EL EMPLEO DE INSTRUMENTOS PORTATILES SOBRE UN GRUPO DE PERSONAS REPRESENTATIVAS DE UNA OPERACION MINERA ESPECIFICA; ESTOS APARATOS PERMITEN CALCULAR LOS NIVELES MEDIOS DE RADIACION INTERNA Y EXTERNA PARA CADA TIPO DE FUNCION. CONSIDERANDO LA FUNCION DE CADA TRABAJADOR, SE PUEDEN DETERMINAR LAS EXPOSICIONES SUFRIDAS POR CADA PERSONA.

3. DOSIMETRIA DE AMBIENTE. PERMITE CALCULAR AL INSTANTE DE LA MEDICION, LA CALIDAD DE LA ATMOSFERA DE TRABAJO. A PARTIR DE ESTAS MUESTRAS, SE PUEDEN DEFINIR LAS CONCENTRACIONES MEDIAS DE RADIOELEMENTOS EN LAS ZONAS DE TRABAJO Y CON BASE EN EL TIEMPO QUE LOS MINEROS HAN PERMANECIDO EN LAS LABORES, SE PUEDE CALCULAR EL GRADO DE EXPOSICION PARA CADA UNO DE ELLOS.

DESPUES DE DIEZ ANOS DE EXPERIMENTACIONES Y A PARTIR DE ENERO DE 1983, EL SERVICIO DE PROTECCION DE INSTALACIONES NUCLEARES DEL COMISARIADO FRANCES DE LA ENERGIA ATOMICA HA PUESTO A LA VENTA UN SISTEMA INDIVIDUAL DE DOSIMETRIA INTEGRADO (SIDI). ESTE DISPOSITIVO PERMITE MEDIR INDIVIDUALMENTE Y DURANTE UN MES DE TRABAJO LA EXPOSICION DE LOS TRES RIESGOS RADIOLOGICOS PRESENTES EN LAS MINAS DE MINERALES RADIOACTIVOS.

EL SIDI ES UN APARATO QUE PESA ALREDEDOR DE 300 GRAMOS, CON DIMENSIONES DE 85 MM DE LARGO, 79 MM DE ANCHO POR SU PARTE FRONTAL Y 62 MM POR SU PARTE LATERAL. ESTA COMPUESTO DE UNA BOMBA CENTRIFUGA DE 5 LITROS DE AIRE POR HORA DE GASTO, UN ALIMENTADOR DE BATERIA PARA LA BOMBA Y UNA CABEZA DE MEDICIONES. DENTRO DE LA QUE SE ENCUENTRAN LOS DETECTORES DE RADIOACTIVIDAD.

LAS MEDIDAS DE RADIACION INTERNA QUE SE REALIZAN CON ESTE DISPOSITIVO, CONSISTEN EN TOMAR UNA MUESTRA DE AIRE CON LA AYUDA DE LA BOMBA Y AL NIVEL DE LA CABEZA DE MEDICION; EL AIRE

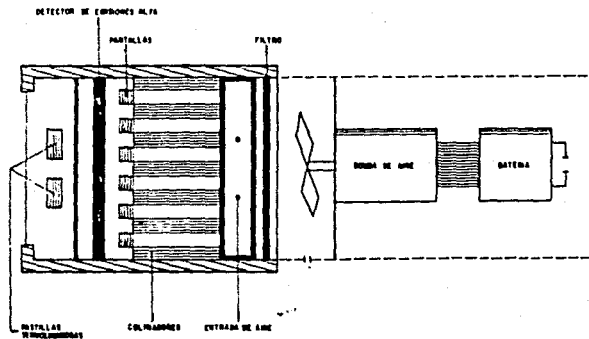
CAPTURADO PASA A TRAVES DE UN FILTRO DE 1,2 MICRONES, EN DONDE SE RETIENEN LOS AEROSOLIOS PRESENTES EN LA ATMOSFERA, EN PARTICULAR LOS RADIOELEMENTOS DE EMISION ALFA. LAS EMISIONES ALFA DE VIDA CORTA SE DESINTEGRAN EN EL FILTRO, FREAGANDO SU ENERGIA SOBRE UNA SERIE DE COLIMADORES, SITIO EN DONDE SON SELECTIVAMENTE CLASIFICADAS SEGUN SU ENERGIA DE EMISION; LA IMPRESION DE LAS EMISIONES IONIZANTES, SE EFECTUA SOBRE PLACAS DE NITRATO DE CELULOSA.

LAS MEDIDAS DE RADIACION EXTERNA SE REALIZAN EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CABEZA DE MEDICION, EN DONDE SE LOCALIZAN DOS PASTILLAS DE FLUORURO DE LITIO QUE OPERAN COMO DOSIMETROS TERMOLUMINISCENTES; ESTAS REGISTRAN LOS EQUIVALENTES DE DOSES ABSORBIDAS DEBIDAS A LAS RADIACIONES GAMA. LAS MEDICIONES SE BASAN EN LA PROPIEDAD QUE TIENEN ALGUNOS CRISTALES, DESPUES DE UNA RADIACION, DE LIBERAR LA ENERGIA ALMACENADA BAJO LA FORMA DE EMISIONES LUMINOSAS.

DESPUES DE UN MES DE USO, LA CABEZA DE MEDICIONES DEL DOSIMETRO ES ENVIADA AL LABORATORIO PARA EFECTUAR LOS ANALISIS DE LOS TRES RIESGOS RADIOLOGICOS Y CALCULAR LAS EXPOSICIONES MENSUALES DEL PORTADOR.

EN LA FIGURA NO. 15 SE ILUSTRAN LAS PARTES CONSTITUYENTES DEL SISTEMA INDIVIDUAL DE DOSIMETRIA INTEGRADO.

SISTEMA INTEGRADO DE DOSIMETRIA



TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

FIG. NO. 15.- COMPONENTES DEL
SISTEMA INTEGRADO DE DOSI -
METRIA INDIVIDUAL (SIDI).

CERECEDO DIEGO L.J
RIOS ALVARADO A.

MEXICO, D.F.
1990

4.8 PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS RADIOLOGICOS

TOBANDO EN CONSIDERACION LAS RECOMENDACIONES DE CIPR Y LAS POLITICAS DE SEGURIDAD DE LA ENRASA, TODA ACCION LIGADA A LA RADIOPROTECCION DEBE DE ESTAR ORIENTADA HACIA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS RADIOLOGICOS.

COMO ANTERIORMENTE SE INDICO, LA PREVENCIÓN TECNICA DE LOS RIESGOS RADIOLOGICOS TIENE POR OBJETIVOS EL RESPETO DE LOS LIMITES DE EXPOSICION RADIOACTIVA, EL ESTABLECIMIENTO DE DOSIMETRIAS INDIVIDUALES Y EL CONTROL DE LOS AMBIENTES FISICOS DE TRABAJO.

LA OBSERVACION DE LOS AMBIENTES FISICOS DEBE ESTAR ORIENTADA A PODER INDICAR EN UN MOMENTO DETERMINADO LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEL AIRE PRIMARIO, LOS INDICES DE RADIOACTIVIDAD PRESENTES EN LOS FRENTES DE EXPLOTACION (OBRAS CIEGAS) Y LAS CANTIDADES DE AIRE QUE CIRCULAN EN LAS GALERIAS PRIMARIAS Y LAS QUE LLEGAN A LOS FRENTES DE TRABAJO.

EL ANALISIS SISTEMATICO DE LOS RESULTADOS DEL CONTROL DE AMBIENTES FISICOS, PERMITIRA DETERMINAR LAS ZONAS QUE SE ENCUENTREN MAL VENTILADAS, AQUELLAS EN DONDE SE RECIRCULE AIRE CONTAMINADO Y LOS LUGARES EN LOS QUE EXISTAN EMANACIONES IMPURTANTES DE RADON.

LAS OPERACIONES DE CONTROL Y VIGILANCIA, QUE DEBE EFECTUAR UN SERVICIO DE RADIOPROTECCION CONSISTEN EN REALIZAR LAS SIGUIENTES MEDICIONES EN LAS ZONAS DE TRABAJO:

-CONCENTRACION EN RADON 222

A) EN LAS ZONAS EN EXPLOTACION: EL MUESTREO SE EFECTUA CON LA AYUDA DE MATRACES AL VACIO, RECUBIERTOS DE UNA CAPA DE ZINC ACTIVADA A LA PLATA; PARA INTRODUCIR EL AIRE DENTRO DEL MATRAZ, SE UTILIZAN JERINGAS CON FILTROS, EN LOS QUE SE RETIENEN LOS POLVOS PRESENTES EN LA ATMOSFERA.

B) EN EL LABORATORIO; LOS MATRACES CARGADOS DE AIRE SE INTRODUCEN EN FOTOMULTIPLICADORES TRES HORAS DESPUES DE QUE HA SIDO TOMADA LA MUESTRA; TRANSCURRIDO ESTE TIEMPO, SE PUEDE CONSIDERAR QUE EXISTE UN EQUILIBRIO RADIOACTIVO ENTRE EL RADON Y SUS DESCENDIENTES.

-CONCENTRACION DE LOS PRODUCTOS DE FILIACION DEL RADON

LAS MEDIDAS SON EFECTUADAS CON APARATOS DE LECTURA INMEDIATA TIPO WORKING LEVEL METER O MIMIL; ESTOS DISPOSITIVOS INDICAN LA ENERGIA ALFA POTENCIAL, DEBIDA A LA INFLUENCIA DE FUENTES RADIOACTIVAS.

-CONCENTRACION DE POLVOS RADIOACTIVOS

LAS MEDIDAS SE PUEDEN REALIZAR DE FORMA INSTANTANEA O CONTINUA; LA PRIMERA MANERA CONSISTE EN TOMAR UNA MUESTRA DE AIRE DURANTE QUINCE MINUTOS SOBRE UN FILTRO Y CON LA AYUDA DE UNA BOMBA DE SUCCION. LA SEGUNDA FORMA DE MUESTREO, SE EFECTUA CON APARATOS SEMEJANTES A LOS ANTES DESCRITOS, PERO EN ESTE CASO LOS FILTROS ASPIRAN EN PERMANENCIA DURANTE TODO EL TURNO DE TRABAJO Y SON LLEVADOS POR EL MINERO AL LABORATORIO AL FINAL DE LABORES.

LOS ANALISIS DE LOS FILTROS SON EFECTUADOS CUATRO DIAS DESPUES DE QUE HAN SIDO TOMADAS LAS MUESTRAS, CON EL PROPOSITO DE NO CONSIDERAR LOS DESCENDIENTES DEL RADON A VIDA CORTA; EL CONTEO SE LLEVA A CABO EN APARATOS ELECTRONICOS, CONSTITUIDOS DE UNA CAMARA DE GAS EN CUYO INTERIOR SE ENCUENTRA UN DISPOSITIVO DE CONTEO AUTOMATICO.

-CONCENTRACION DE RADIACION GAMA

LAS MEDIDAS DE RADIACION EXTERNA SE REALIZAN CON RADIAMETROS, DISPOSITIVOS ELECTRONICOS QUE REGISTRAN LAS CONCENTRACIONES DE RADIOACTIVIDAD EN EL INSTANTE MISMO DE LA MEDICION.

EN EL CAMPO DE LA RADIOPROTECCION SE HAN LLEVADO DIFERENTES ACCIONES, SIN EMBARGO, HASTA LA FECHA NINGUNA DE ESTAS HA PROPORCIONADO LOS RESULTADOS CONCLUYENTES PARA DETERMINAR LOS MEDIOS MAS EFICACES PARA EL CONTROL Y PREVENCION DE LA RADIACION IONIZANTE.

EN LA ACTUALIDAD SE SABE QUE NO EXISTE PRACTICAMENTE LA POSIBILIDAD DE EVITAR LA RADIACION EXTERNA Y QUE LA UNICA ALTERNATIVA DE PREVENIR ESTE RIESGO LO CONSTITUYE LA ROTACION DE PERSONAL; NO OBTANTE, EN LA PRACTICA SE HAN ADOPTADO DOS MEDIDAS A FIN DE LIMITAR ESTE TIPO DE IRRADIACION; LA PRIMERA LA CONSTITUYE LA INTERPOSICION DE BLINDAJES ENTRE LA FUENTE RADIATIVA Y EL MINERO, EN TANTO QUE LA SEGUNDA, CONSISTE EN EL EMPLEO DE TELECOMANDOS, DADO QUE A MAYOR DISTANCIA, LA INTENSIDAD RADIATIVA DISMINUYE.

POR EL CONTRARIO, CONTRA LA RADIACION INTERNA EXISTEN DIVERSAS MEDIDAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS. LOS ESTUDIOS MAS RECIENTES, ELABORADOS POR EL COMISARIADO FRANCES DE LA ENERGIA ATOMICA, DEMUESTRAN QUE EL VERDADERO RIESGO RADIOLOGICO EN LAS MINAS DE MINERALES RADIATIVOS ES EL RADON Y SUS PRODUCTOS DE FILIACION; ES POR ESTA RAZON QUE EL PERFECCIONAMIENTO O ADAPTACION DE LAS TECNICAS MINERAS DE EXPLOTACION, DEBE INTEGRAR DESDE SU CONCEPCION LA PREVENCION DE LOS RIESGOS RADIOLOGICOS PRODUCTO DE ESTOS RADIOELEMENTOS, DE TAL MANERA QUE SUS EMANACIONES SEAN LIMITADAS.

EN VIRTUD DE QUE EL DESPRENDIMIENTO DE RADON Y SUS DESCENDIENTES ES MAS IMPORTANTE A MEDIDA QUE LA ROCA ESTA MAS FRACTURADA, ES RECOMENDABLE REALIZAR LAS SIGUIENTES OPERACIONES:

- 1) EJECUTAR EN EL TIEMPO MAS CORTO POSIBLE LAS OPERACIONES DE CARGA - DESCARGA.
- 2) EFECTUAR EL CUELE DE LAS GALERIAS PRINCIPALES SOBRE ESTERIL.
- 3) CANALIZAR TODAS LAS AGUAS DE LA MINA.
- 4) BLOQUEAR LOS ACCESOS A LAS ANTIGUAS OBRAS O REBAJES YA EXPLOTADOS (CON MALLAS PLASTICAS POR EJEMPLO) O MANTENERLOS EN DEFRESION.
- 5) ESTABLECER UN SISTEMA DE VENTILACION RAPIDO Y ADECUADO.

4.9 LA IMPORTANCIA DE LA VENTILACION EN LAS EXPLOTACIONES DE MINERALES RADIACTIVOS

UNO DE LOS TIPOS DE INTERVENCION MAS EFECTIVOS PARA COMBATIR EL RADON Y SUS DESCENDIENTES CONSISTE EN EL CONTROL DE LA ATMOSFERA DE LA MINA.

EN VIRTUD DE QUE EL PERIODO DE VIDA DEL RADON 222 ES DE 3.825 DIAS, ES NECESARIO DESALOJARLO EN EL TIEMPO MAS CORTO POSIBLE A FIN DE EVITAR QUE ESTE SE DESINTEGRE Y EMITA TODA SU ENERGIA POTENCIAL.

ESTA ACCION SE PUEDE REALIZAR POR MEDIO DE LA DILUCION DE LOS PRODUCTOS RADIACTIVOS, A TRAVES DE LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE VENTILACION ADECUADO Y EFECTIVO.

LA VENTILACION EN LA MINA Y EN LA PLANTA DE BENEFICIO, TIENE POR OBJETO MANTENER EL AIRE CON UNA COMPOSICION, UNA TEMPERATURA Y UNA HUMEDAD COMPATIBLES CON LA SEGURIDAD Y LA SALUD DE LOS TRABAJADORES. TAMBIEN PERMITE LA DILUCION DE LOS EMISORES ALFA, DE LARGA Y CORTA VIDA, ATENUANDO LAS CONCENTRACIONES DE RADON, SUS PRODUCTOS DE FILIACION Y LOS POLVOS RADIACTIVOS.

LA VENTILACION DEBE ESTAR ASEGURADA POR UN CONJUNTO DE OBRAS MINERAS, A TRAVES DE LAS CUALES EL AIRE PUEDA CIRCULAR DE MANERA NATURAL O IMPULSADO POR FUERZAS AERO-MOTRICES.

UNA RED DE VENTILACION ESTA CONSTITUIDA POR LOS SIGUIENTES CONJUNTOS:

- 1) RESISTENTE: COMPRENDIDO POR REBAJES, POZOS, CONTRAPOZOS Y DEMAS OBRAS MINERAS.
- 2) MOTRIZ: FORMADO POR VENTILADORES.
- 3) NATURAL: INTEGRADO POR LA FUERZAS NATURALES DE VENTILACION.

PARA EFECTOS DE VENTILACION EN LAS MINAS SUBTERRANEAS ES FRECUENTE EL EMPLEO DE VENTILACIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS; LAS PRIMERAS SE REFIEREN A AQUELLAS QUE RECORREN TODAS LAS ZONAS DE LA MINA LLEVANDO AIRE FRESCO DEL EXTERIOR Y EVACUANDO EL AIRE VICIADO HACIA SUPERFICIE. LAS SEGUNDAS SON CONSECUENCIA DE LA

MALA VENTILACION QUE SE TIENE EN LAS FRENDES DE TRABAJO Y CONSISTEN EN EL APROVISIONAMIENTO ADICIONAL DE AIRE POR MEDIOS MECANICOS A UNA RED DE VENTILACION SECUNDARIA.

ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE LA INSTALACION DE UN CIRCUITO DE VENTILACION SECUNDARIA REQUIERE DE ALGUNAS PRECAUCIONES A CONSIDERAR TALES COMO:

- 1) VERIFICAR EL GASTO DE AIRE PRIMARIO EN EL SITIO EN DONDE SE PLANEE INSTALAR UN VENTILADOR SECUNDARIO, CON EL OBJETO DE NO RECICLAR EL AIRE CONTAMINADO.
- 2) COLOCAR LAS MANGAS DE VENTILACION SECUNDARIA A UN MAXIMO DE DOCE METROS DEL FRENTE DE TRABAJO.
- 3) ANALIZAR LA PUREZA DEL AIRE PRIMARIO.
- 4) ESTABLECER UN MANTENIMIENTO ADECUADO DE LAS LINEAS DE VENTILACION.

ADICIONALMENTE A LA FUESTA EN MARCHA DE CIRCUITOS DE VENTILACION PRIMARIOS Y SECUNDARIOS, EXISTEN NUEVAS TECNICAS PARA EL CONTROL TECNICO DE AMBIENTES IRRADIADOS; SIN EMBARGO, HASTA LA FECHA SU EMPLEO HA SIDO LIMITADO A CAUSA DE LOS ALTOS COSTOS EN QUE SE INCLUYE POR SU INSTALACION.

ENTRE LAS TECNICAS MAS IMPORTANTES Y DE MAYOR EXITO MENCIONAREMOS LAS SIGUIENTES:

- CONTRA LA INHALACION DE LOS DESCENDIENTES DEL RADON 222, SE UTILIZA LA PURIFICACION ELECTROSTATICA DEL AIRE PRIMARIO Y SECUNDARIO, LA CREACION DE ESPACIOS ABIERTOS OPTIMAMENTE VENTILADOS (CABINAS HERMETICAS) Y EL EMPLEO DE DISPOSITIVOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (CASCO CON FILTROS TIPO AIRSTREEM).

- PARA EL CONTROL DEL RADON, SE RECOMIENDA LA ELABORACION DE ESTUDIOS HIDROGRAFICOS EN LOS ESTRATOS DEL YACIMIENTO, LA FUESTA EN DEFRESION DE LAS ANTIGUAS OBRAS Y REBAJES EXPLORADOS, LA SOBREPRESION DE LAS FRENDES EN EXPLOTACION Y EL ALVESTIMIENTO CON CONCRETO EN LAS ZONAS EN DONDE EXISTAN ALTOS DESPRENDIMIENTOS DE RADON.

- EN EL CASO DE LAS IRRADIACIONES EXTERNAS Y CUANDO SE PRESENTAN DEPOSITOS MINERALES CON ALTAS LEYES DE URANIO, SE PUEDE RECURRIR AL EMPLEO DE BLINDAJES PARA LOS EQUIPOS, AL USO DE TELECOMANDOS Y A LA UTILIZACION DE RELLENOS HIDRAULICOS EN LAS AREAS EXPLOTADAS DE LA MINA.

FOR OTRA PARTE, ES NECESARIO PONER EN FUNCIONAMIENTO LOS VENTILADORES ANTES DE QUE EL PERSONAL LLEGUE A LOS LUGARES DE TRABAJO, EN EL CASO EN QUE ESTOS EQUIPOS SE HAYAN PARADO EN LA VISFERA Y CON EL FIN DE QUE EL AIRE SEA RENOVADO.

DE ESTA FORMA, LA RADIOPROTECCION FINCA PRACTICAMENTE LA MAYOR RESPONSABILIDAD EN EL COMBATE CONTRA LOS RIESGOS RADIOLOGICOS EN EL OPTIMO EMPLEO DE LOS CIRCUITOS DE VENTILACION.

POR LO QUE RESPECTA AL CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AIRE EN UNA EXPLOTACION DE MINERALES RADIACTIVOS Y EN VIRTUD DE QUE ACTUALMENTE NO SE CUENTA EN MEXICO CON NINGUN LINEAMIENTO DE VENTILACION PARA ESTE TIPO DE MINAS, RECOMENDAMOS EMPLEAR EN UNA PRIMERA APROXIMACION LAS NORMAS QUE ESTABLECE LA LEGISLACION MINERA MEXICANA EN SU CAPITULO SOBRE VENTILACION, GASES Y CONTROL DE POLVO.

A) NUMERO DE TRABAJADORES: LA LEY MINERA MEXICANA, ESTABLECE QUE EL GASTO MINIMO DE AIRE POR HOMBRE DEBE SER DE 0.025 M³/SEG.

B) NUMERO DE CABALLOS DE FUERZA (HP) DE CADA UNIDAD DE COMBUSTION DIESEL: LA LEGISLACION MINERA DEFINE QUE POR CADA CABALLO DE FUERZA DE CADA MAQUINA, SE REQUIERE UN FLUJO MINIMO DE AIRE DE 0.0354 M³/SEG.

EVIDENTEMENTE Y ADICIONALMENTE A ESTOS LINEAMIENTOS, ES INDISPENSABLE INCORPORAR A LAS NECESIDADES DE AIRE DE LA MINA UN RUBRO QUE DEFINA LOS VOLUMENES MINIMOS DE AIRE REQUERIDOS PARA AMBIENTES FISICOS IRRADIADOS.

PARA TAL EFECTO Y CON EL OBJETO DE PROPORCIONAR UNA IDEA DE CUAL SERIA EL FLUJO MINIMO DE AIRE NECESARIO EN LA MINA PUERTO III DEL COMPLEJO MINERO FEMIA BLANCA, SE EMPLEARA EL DESARROLLO TEORICO UTILIZADO POR EL SERVICIO FRANCES DE PROTECCION DE INSTALACIONES NUCLEARES (SPIN) EN LAS MINAS SUBTERRANEAS DE URANIO DE LA COMPANIA GENERAL DE MATERIALES NUCLEARES (COGEMA).

COMO SE HABIA VISTO, LA ACTIVIDAD DE UN RADIOELEMENTO SE DEFINE COMO EL NUMERO DE TRANSFORMACIONES NUCLEARES QUE SE PRODUCEN ESPONTANEAMENTE POR UNIDAD DE TIEMPO. CONSIDERANDO QUE EL VERDADERO RIESGO RADIOLOGICO EN LAS MINAS DE URANIO ES PRODUCTO DE LA DESINTEGRACION DEL RADON, EL DESARROLLO TEORICO SE FUNDA EN LA ACTIVIDAD NUCLEAR DE ESTE RADIOELEMENTO, EXPRESANDOSE ESTA DE LA SIGUIENTE FORMA:

$$\text{ACTIVIDAD} = A = N \lambda$$

N = NUMERO DE DESINTEGRACIONES

λ = CONSTANTE RADIOACTIVA

T = PERIODO DE VIDA DEL RADON 222, EXPRESADO EN SEGUNDOS

$$\lambda = \ln 2 / T$$

$$A = N * \ln 2 / T$$

COMO SE INDICO EN EL INCISO 4.5, EL LIMITE MAXIMO ADMISIBLE PARA LA CONCENTRACION EN RADON ES DE $5.6 \text{ E}+03 \text{ BQ/M}^3$.

ACTIVIDAD = LIMITE MAXIMO DE CONCENTRACION DEL RADON 222

$$A = 5.6 \text{ E}+03 \text{ BQ/M}^3$$

$$A = 5.6 \text{ E}+03 = N * \lambda = N * \ln 2 / T$$

$$A = 5.6 \text{ E}+03 = N * \ln 2 / (3.825 * 24 * 3600)$$

DESPEJANDO DE LA FORMULA ANTERIOR EL NUMERO DE DESINTEGRACIONES NUCLEARES LLEGAMOS A LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$N = 5.6 \text{ E}+03 * 330.460 / 0.693$$

$$N = 2.643\text{E}+09 \text{ TRANSFORMACIONES NUCLEARES/M}^3/\text{SEG}$$

AHORA BIEN, LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR EL SPIN HAN DEMOSTRADO QUE PARA MINERALES CON LEYES MEDIAS DE 0.15 %, EL FLUJO DE EMANACIONES DEL RADON 222 ES EQUIVALENTE A $1 \text{ E}+07$ TRANSFORMACIONES NUCLEARES POR METRO CUBICO Y POR SEGUNDO.

FLUJO DE EMANACION DEL RADON 222 = F RN222

F RN222 = 1 E+07 TRANSFORMACIONES NUCLEARES/M3/SEG

PARA CALCULAR EL FLUJO TOTAL DE EMANACIONES DEL RADON 222, LA EXPRESION ANTERIOR DEBE ESTAR AFECTADA POR EL VOLUMEN DE LA GALERIA, FRENTE U OBRA MINERA A CONSIDERAR.

FLUJO TOTAL DE EMANACION DEL RADON 222 = F T

$$F T = F RN222 \cdot V$$

$$F T = 1 E+07 \cdot V$$

DONDE V = VOLUMEN DE LA OBRA MINERA

ASI ENTONCES, EL GASTO MINIMO NECESARIO DE AIRE (Q) PARA VENTILAR UN DESARROLLO MINERO SE EXPRESA COMO SE MUESTRA A CONTINUACION:

Q = FLUJO TOTAL DE EMANACION DEL RADON 222 / NUMERO DE DESINTEGRACIONES NUCLEARES

$$Q = F T / N$$

$$Q = 1 E+07 \cdot V / 2.643 E+09$$

$$Q = 0.003783 \cdot V \quad [M3 / SEG]$$

LA FORMULA ANTERIOR PERMITE OBTENER UNA BUENA ESTIMACION DEL FLUJO MINIMO DE AIRE REQUERIDO EN UNA OBRA MINERA, DIRECTAMENTE POR EL PRODUCTO DEL FACTOR 0.003783 Y EL VOLUMEN DE LA FRENTE DE TRABAJO QUE SE DESEE VENTILAR.

PARA EL CASO DEL YACIMIENTO PUERTO III, LA LEY MEDIA EN US08 ES DE 0.1107 %, CIFRA APROXIMADA A LA EMPLEADA COMO BASE EN EL DESARROLLO TEORICO ANTES PLANTEADO, PERMITIENDONOS DE ESTA MANERA

EL USO DE ESTA FORMULA PARA REALIZAR LOS CALCULOS DE NECESIDADES DE AIRE POR ESTE ASPECTO Y CON BASE EN QUE NO SE CUENTA CON LA INFORMACION SOBRE EL FLUJO TOTAL DE EMANACIONES NUCLEARES QUE SE PRODUCIRIAN CON UNA LEY SEMEJANTE A LA DEL YACIMIENTO PUERTO III.

A MANERA DE EJEMPLO, MENCIONAREMOS QUE EN LAS EXPLOTACIONES DE LA COGEMA, LOS GASTOS DE AIRE EN LAS GALERIAS PRINCIPALES SON DEL ORDEN DE 10 M³/S, EN TANTO QUE EN LAS ZONAS EN EXTRACCION SON DE 20 M³/S. ES CONVENIENTE HACER NOTAR QUE ESTOS GASTOS ESTAN EN FUNCION DIRECTA DEL DESARROLLO DE LA MINA Y DE LA LEY DEL MINERAL.

POR OTRA PARTE, ES IMPORTANTE INDICAR QUE EL COSTO EN QUE SE INCURRE AL INTEGRAR UN SERVICIO DE RADIOPROTECCION Y UN SISTEMA DE VENTILACION ADECUADO A LA MINA, SE ENCUENTRA APROXIMADAMENTE ENTRE EL 30 % DEL COSTO DE EXPLOTACION. EN LAS MINAS FRANCESAS, LOS PORCENTAJES VARIAN ENTRE 27 Y 35 %, EN TANTO QUE EN LAS EXPLOTACIONES DE GABON Y NIGERIA ESTAS CANTIDADES SE ENCUENTRAN ENTRE 30 Y 37%; EN EL CASO DE LAS MINAS DE CANADA Y ESTADOS UNIDOS ESTAS CIFRAS SE MANTIENEN ENTRE EL 21 Y 27%, CONSIDERANDO LAS LEYES INDICADAS EN EL CAPITULO DE ESTIMACION DE RESERVAS DE ESTE TRABAJO.

4.10 CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AIRE EN LA MINA PUERTO III

EL CALCULO DEL VOLUMEN NECESARIO DE AIRE SE REALIZO EN CONSIDERACION A LOS LINEAMIENTOS MARCADOS POR LA LEY MINERA MEXICANA EN MATERIA DE VENTILACION Y A LAS NORMAS DEFINIDAS POR LA CIPR Y EL SPIN. A CONTINUACION SE MUESTRA EL DESARROLLO DEL CALCULO CON BASE EN LOS EQUIPOS, EL NUMERO DE MINEROS POR TURNO Y AL VOLUMEN DE EMANACION DEL RADON 222 EN LA MINA PUERTO III.

<u>EQUIPO</u>	<u>H. P.</u>	<u>TOTAL H.P.</u>	<u>M3/MIN (*)</u>
1 CARGADOR FRONTAL ST5B	180	180	382.32
1 CARGADOR FRONTAL ST2B	150	150	318.60
1 JUMBO	60	60	127.44
3 CAMIONES MINEROS	145	435	923.94
SUBTOTAL	535	825	1752.30

(*) DE ACUERDO A LA LEGISLACION MINERA VIGENTE, SE REQUIERE UN GASTO MINIMO POR H.P. DE 0.0354 M3/SEG. Y DE 0.025 M3/SEG. POR PERSONA.

CON BASE EN LOS EQUIPOS EN OPERACION Y A LAS LAORES PROPIAS DEL MINADO, SE HA ESTIMADO QUE UNA CUADRILLA DE TRABAJO, POR TURNO, ESTARA INTEGRADA POR EL SIGUIENTE PERSONAL:

AYUDANTE DE PERFORISTA JUMBO	1
PERFORISTA MAQUINA DE FIERNA NEUMATICA	2
AYUDANTE DE PERFORISTA	2
OPERADOR CARGADOR FRONTAL	3
OPERADOR CAMION MINERO	3
OPERADOR SARPEADORA	1
AYUDANTE DE SARPEADOR	1
AYUDANTES GENERALES	11
SUBTOTAL	25

PARA LAS OPERACIONES DE SUPERVISION EN EXPLOTACION Y RADIOPROTECCION SE CONSIDERARON 2 JEFES DE TURNO PARA EL MINADO Y 1 AGENTE PARA EL SERVICIO DE PROTECCION RADICLOGICA POR TURNO DE OPERACION.

RESPECTO A ESTO ULTIMO, ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE EN VIRTUD DE QUE NO EXISTE EN EL PAIS EL PROFESIONISTA CAPACITADO PARA LLEVAR A CABO EL SERVICIO DE PROTECCION RADIOLOGICA, SERA NECESARIO ENTRENAR AL PERSONAL PARA ESTAS TAREAS. YA SEA CON LA CONTRATACION DE EXPERTOS EN LA MATERIA QUE VENGAN A MEXICO A IMPARTIR CURSOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, O BECANDO AL PERSONAL NECESARIO PARA QUE A SU VEZ CAPACITEN A LA GENTE DEL PAIS. A NUESTRO PARECER, ESTA SEGUNDA OPCION SERIA LA MAS CONVENIENTE. TODA VEZ QUE EL PERSONAL SE ENTRENARIA EN CONDICIONES REALES, CON LA CONSECUENTE MAYOR EXPERIENCIA PRACTICA.

SI CONSIDERAMOS UN MOMENTO HIPOTETICO DE MAXIMA CONCENTRACION DE TRABAJADORES DE 35 PERSONAS (TOPOGRAFO, GEOLOGO Y SUS AYUDANTES, SUPERVISORES Y OTROS) EL VOLUMEN REQUERIDO DE AIRE SERA DE 52.50 M³/MIN. ASI ENTONCES, EL VOLUMEN TOTAL DE AIRE PRIMARIO, NECESARIO PARA MANTENER UNA BUENA ATMOSFERA DE TRABAJO ES EL SIGUIENTE:

<u>AIRE REQUERIDO</u>	<u>M³/MIN.</u>	<u>M³/SEG</u>
POR EQUIPO DIESEL	1752.30	29.21
POR PERSONAL	52.50	0.87
TOTAL	1804.80	30.08

CON EL PROPOSITO DE ELIMINAR LOS FOLVOS RADIOACTIVOS Y CONTROLAR AL MAXIMO POSIBLE LAS EMANACIONES EN RADON, SE EMPLEARA UNA VENTILACION SECUNDARIA EN LAS ZONAS EN EXPLOTACION INSUFICIENTEMENTE VENTILADAS, MOSTRANDOSE ENSEGUIDA EL CALCULO DEL FLUJO MINIMO NECESARIO DE AIRE.

$$\text{SECCION DE LAS GALERIAS} = 3.50 \times 3.50 \text{ M}$$

$$\text{LONGITUD DE LAS GALERIAS} = 120 \text{ M}$$

$$\text{VOLUMEN TOTAL} = 3.5 \times 3.5 \times 120$$

$$V = 1,470 \text{ M}^3$$

$$Q = 0.003783 \times V = 0.003783 \times 1.470$$

$$Q = 5.561 \text{ METROS CUBICOS POR SEGUNDO}$$

RECAPITULANDO, PARA LA VENTILACION PRIMARIA SE REQUIERE UN GASTO DE AIRE DE 30.08 M3/SEG, EN TANTO QUE PARA LA VENTILACION SECUNDARIA EL VOLUMEN DE AIRE NECESARIO ES DE 5.561 M3/SEG.

4.11 SELECCION DE ALTERNATIVAS

PARA EL PROYECTO DE VENTILACION DE LA MINA FUENTE 111, SE ANALIZARON DOS ALTERNATIVAS, CONSIDERANDO DOS SISTEMAS GLOBALES CON SUS RECEPTIVAS VARIANTES.

LA PRIMERA ALTERNATIVA CONSISTE EN ASEGURAR EL AIRE NECESARIO EN LA MINA POR MEDIO DE LA INSTALACION DE UN VENTILADOR UBICADO EN LA ENTRADA DE LA RAMPA 1495. EL FLUJO DE AIRE FRESCO INICIARA EN LA CABEZA DE LA RAMPA, CIRCULANDO ENSEGUIDA POR TODA ESTA OTRA HASTA LLEGAR A LAS ZONAS EN EXPLOTACION; EL AIRE CONTAMINADO SALDRA POR LA RAMPA 1560.

PARA LA SEGUNDA OPCION SE CONSIDERA EL MISMO DIAGRAMA DE VENTILACION YA ANTES MENCIONADO, PERO EN ESTE CASO EL VENTILADOR SE LOCALIZARA EN EL FONDO DE LA RAMPA 1495, CERCA DE LAS AREAS EN EXTRACCION.

EN LA ALTERNATIVA TRES SE PROPONE MANTENER EL MISMO CIRCUITO DE VENTILACION QUE EN LAS ALTERNATIVAS ANTERIORES, PERO EN ESTA OCASION SE INSTALARA UN EXTRACTOR EN LA CABEZA DE LA RAMPA 1560.

LA CUARTA PROPUESTA TOMA EN CONSIDERACION EL MISMO PLANTEAMIENTO YA DESCRITO, CON LA UNICA VARIANTE DE QUE SE COLARA LA RAMPA 1495 HASTA LA ULTIMA GALERIA EN EXTRACCION.

EN LA QUINTA OPCION, SE CONSERVARAN LAS MISMAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA GLOBAL EMPLEADO EN LA ALTERNATIVA ANTERIOR, ELIMINANDOSE TAN SOLO LA GALERIA CENTRAL DE ACARREO CON EL FIN DE CONOCER LAS DISTRIBUCION Y CIRCULACION DEL AIRE EN LOS REBAJES.

PARA LA SEXTA ALTERNATIVA SE PROPONE VARIAR EL DISEÑO DEL DIAGRAMA DE VENTILACION MEDIANTE EL CUELE DE UN CONTRAPOZO DE 2 M DE DIAMETRO, DESARROLLADO EN EL EXTREMO ORIENTE DEL YACIMIENTO. EN ESTE CASO, EL AIRE ENTRARA POR LAS DOS RAMPAS DE ACCESO, CIRCULANDO A TRAVES DE ESTAS HASTA LLEGAR A LAS GALERIAS EN EXPLOTACION; ENSEGUIDA EL AIRE CONTAMINADO SERA EXTRAIDO POR EL CONTRAPOZO CON LA AYUDA DE UN EXTRACTOR UBICADO EN EL FONDO DE LA MINA.

LA SEPTIMA PROPUESTA, SE BASA EN EL MISMO PRINCIPIO QUE LA ALTERNATIVA ANTERIOR, PERO LA VARIANTE COMPRENDE EL CUELE DE UN CONTRAPOZO DE 3.5 M DE DIAMETRO.

EN LA ALTERNATIVA SEIS, EL CUELE DE LA OBRA SE PUEDE REALIZAR CON UNA MAQUINA CONTRAPOZERA ROBBINS, EN TANTO QUE PARA LA SEPTIMA ALTERNATIVA, EL LABRADO SE PUEDE EFECTUAR CON MAQUINAS PERFORADORAS DE PIERNA NEUMATICA.

EN LA OCTAVA ALTERNATIVA, SE EMPLEARA EL MISMO ESQUEMA QUE EN LAS DOS ULTIMAS PROPUESTAS, PERO EN ESTA OCASION SE PROYECTA INSTALAR EL EXTRACTOR EN SUPERFICIE, SOBRE LA CABEZA DEL CONTRAPOZO.

EN EL SIGUIENTE CAPITULO SE ILUSTRAN CUALES FULRON LOS RESULTADOS DE LAS SIMULACION DE LOS CIRCUITOS DE VENTILACION DE CADA ALTERNATIVA PLANTEADA.

4.12 CALCULO Y SIMULACION DEL CIRCUITO DE VENTILACION

PARA RESOLVER EN FORMA TEORICA EL PROBLEMA DE VENTILACION EN UNA EXPLOTACION SUBTERRANEA, ES NECESARIO EL EMPLEO DE MODELOS MATEMATICOS QUE PERMITAN REPRESENTAR LOS FLUJOS DE AIRE QUE CIRCULAN POR TODAS LAS AREAS DE LA MINA.

ENTRE LOS MODELOS MAS UTILIZADOS PARA EL CALCULO DE CIRCUITOS DE VENTILACION SE ENCUENTRAN LOS SIGUIENTES:

- MODELO DEL AIRE SECO, VISCOSO PERO SIN PESO.
- MODELO DEL AIRE SECO, VISCOSO Y CON PESO.
- MODELO DEL AIRE HUMEDO, VISCOSO Y CON PESO.
- MODELO DEL AIRE HUMEDO, DE COMPOSICION VARIABLE, VISCOSO Y CON PESO.

LOS DOS PRIMEROS SON LOS MAS EMPLEADOS EN VIRTUD DE QUE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL AIRE SON LAS MAS ELEMENTALES, MIENTRAS QUE PARA EL USO DE LOS DOS ULTIMOS ES NECESARIO EL CALCULO DE ENTALPIAS, DE ANALISIS DE EVAPORACION Y DE CONDENSACION DEL AGUA; SIN EMBARGO, LOS TRES PRIMEROS MODELOS PERMITEN TOMAR EN CONSIDERACION LA VENTILACION NATURAL Y POR CONSECUENCIA ELABORAR PROYECTOS MAS PRECISOS DE LOS CIRCUITOS DE VENTILACION NECESARIOS EN LA MINA.

LAS ECUACIONES GENERALES EMPLEADAS CLASICAMENTE EN LOS MODELOS MATEMATICOS DE VENTILACION SON LAS SIGUIENTES:

- 1) REPARTO UNIFORME DE PRESIONES ESTATICAS EN UNA SECCION
- CONSERVACION DE LA MASA VOLUMETRICA DEL AIRE -

$$M1 = D \cdot Q = D \cdot S \cdot V = \text{CONSTANTE}$$

- M1 = MASA VOLUMINICA DEL AIRE
 D = DENSIDAD DEL AIRE
 Q = GASTO REAL DE AIRE EN UNA SECCION
 V = VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE
 S = SECCION DE LA GALERIA

- 2) LA SUMA ALGEBRAICA DE FLUJOS INCIDENTES EN UN NUDDO ES NULA.
(ENTIENDASE POR NUDDO EL LUGAR GEOGRAFICO EN DONDE DOS O MAS FRENTES SE INTERSECTAN).

3) PRINCIPIO BASICO DE LA ESTADICA DE FLUIDOS

PRESION DINAMICA = PRESION ESTADICA + PRESION CINETICA + PRESION NATURAL

$$\text{PRESION DINAMICA} = \text{PRESION ESTADICA} + (D \cdot V^2 / 2) + D \cdot G \cdot Z$$

- D = DENSIDAD DEL AIRE
 G = ACELERACION DE LA GRAVEDAD
 V = VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE
 Z = ALTURA GEOMETRICA DEL FLUIDO

4) EN UNA GALERIA LA DIFERENCIA DE CARGA ENTRE DOS NUDOS, SE EXPRESA DE LA MANERA SIGUIENTE:

$$VP = P_2 - P_1 = R \cdot Q^2$$

$$VP = P_2 - P_1 = (P/D \cdot G) + (V^2 / 2 \cdot G) \cdot Z$$

- VP = P₂ - P₁ = ALTURA DEL FLUIDO
 P/D · G = ALTURA DEL FLUIDO DEBIDO A LA PRESION
 V² / 2 · G = ALTURA DEL FLUIDO DEBIDO A LA VELOCIDAD
 Z = ALTURA GEOMETRICA DEL FLUIDO
 G = ACELERACION DE LA GRAVEDAD
 R = RESISTENCIA DE LAS GALERIAS AL PASO DEL AIRE

5) LA DIFERENCIA DE CARGA ENTRE DOS NUDOS, ES INDEPENDIENTE DE LA TRAYECTORIA SEGUIDA PARA UNIRLOS.

A PARTIR DE ESTAS ECUACIONES, ES POSIBLE ESTABLECER UNA DISTRIBUCION DE GASTO-PRESION EN CADA NUDO Y EN CADA RAMA, GRACIAS A LA EXISTENCIA DE METODOS INFORMATICOS QUE EMPLEAN LA TEORIA DE GRAFOS.

ESTA NUEVA TEORIA HA SIDO UNA HERRAMIENTA MUY EFICAZ EN EL TRATAMIENTO DE CIERTOS PROBLEMAS DE CARACTER COMBINATORIO Y ES UNA DE LAS RAMAS DE LA TEORIA DE CONJUNTOS QUE HA PROPERCIONADO EL MAYOR NUMERO DE APORTACIONES EN EL AREA DE LA INVESTIGACION DE OPERACIONES.

LA TEORIA DE GRAFOS SE BASA EN LA CONSTRUCCION DE DISTRIBUCIONES SECUENCIALES ENMARCADAS DENTRO DE UN ORDEN CRONOLOGICO; GENERALMENTE, LAS OPERACIONES QUE INTEGRAN UNA DISTRIBUCION NO SON INDEPENDIENTES ENTRE SI YA QUE LA EXISTENCIA DE UNA OPERACION SE LIGA FUNCIONALMENTE A LA EXISTENCIA DE OTRA ANTERIOR.

PARA EL CASO ESPECIFICO DE CIRCUITOS DE VENTILACION, LA TEORIA DE GRAFOS HA APORTADO UNA NUEVA CONCEPCION PARA SU PLANTEAMIENTO Y RESOLUCION; SIN EMBARGO, LA COMPRESION DE ESTA TEORIA EXIGE EL ENTENDIMIENTO DE UN NUMERO IMPORTANTE DE CONCEPTOS Y TEOREMAS, ALGUNOS DE LOS CUALES RESULTAN PARTICULARMENTE COMPLICADOS.

NO OBSTANTE ESTA SITUACION, Y CON EL PROPOSITO DE PROPORCIONAR UNA MEJOR VISION EN LA RESOLUCION DE REDES DE VENTILACION, MENCIONAREMOS A CONTINUACION ALGUNOS DE LOS CONCEPTOS BASICOS DE LA TEORIA DE GRAFOS, ASI COMO ALGUNOS DE LOS TEOREMAS DE MAYOR IMPORTANCIA DADA SU APLICACION.

- ARCO ES UNA RAMA ORIENTADA DENTRO DE UNA DISTRIBUCION.
- CIMA ES EL LUGAR GEOMETRICO EN DONDE SE INTERSECTAN DOS O MAS RAMAS.
- CAMINO ES UNA SUCCESION ORDENADA DE ARCOS.
- CIRCUITO ES UN CAMINO EN DONDE LA CIMA INICIAL COINCIDE CON LA FINAL.
- GRAFO ES UN CONJUNTO DE OBJETOS, CONCEPTOS O SIMBOLOS LIGADOS POR MEDIO DE UNA FUNCION O UNA LEY DE CORRESPONDENCIA.
- GRAFO SIMETRICO ES UN GRAFO EN DONDE SI UNA CIMA X ESTA LIGADA A UNA CIMA Y, ENTONCES Y DEBERA ESTAR LIGADA A X.
- GRAFO ASIMETRICO ES UN GRAFO EN DONDE SI UNA CIMA X ESTA LIGADA A UNA CIMA Y, ENTONCES Y NO DEBERA ESTAR LIGADA A X.
- GRAFO CONEXO ES UN GRAFO EN EL QUE EXISTE UNA SECUENCIA CONSECUTIVA DE ARCOS ENTRE DOS CIMAS CUALESQUIERA.
- PARADA ES UN PUNTO ENTRE DOS CIMAS CUANDO EXISTE UN ARCO.
- CADENA ES UNA SECUENCIA LIGADA DE PARADAS

- CICLO ES UNA CADENA CERRADA.
- ARBOL ES UN GRAFO FINITO, ES DECIR, QUE EL NUMERO DE ARCOS ESTA DEFINIDO, CONEXO, CON AL MENOS DOS CIMAS Y SIN CICLO.
- ARBOL PARCIAL ES UN ARBOL CONEXO QUE PASA POR TODAS LAS CIMAS DEL GRAFO POR MEDIO DE UNA FUNCION REDUCIDA. PARA CONSTRUIR UN ARBOL PARCIAL DE UN GRAFO CONEXO. SE BUSCA UNA PARADA EN DONDE SU SUPRESION NO "DESCONECTE" AL GRAFO; SI ESTA EXISTE, SE DEBERA ELIMINAR Y BUSCAR UNA NUEVA CONTINUANDO EL PROCESO
- RAMA DIRECTRIZ ES UNA RAMA FUERA DEL ARBOL PARCIAL.

- ALGORITMO DE KRUSKALL.

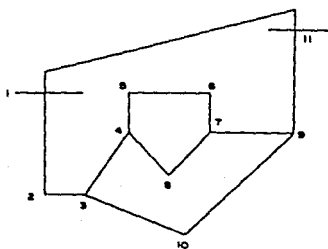
AL DEFINIR UN GRAFO, GENERALMENTE SE ASIGNAN VALORES A CADA UNA DE LAS OPERACIONES QUE FORMAN PARTE DE UNA DISTRIBUCION. EL ALGORITMO DE KRUSKALL CONSISTE EN SELECCIONAR LA PARADA -OPERACION- CON MENOR VALOR DENTRO DE UN ARBOL PARCIAL Y ELIMINARLA DE TAL FORMA QUE SU SUPRESION NO DEFINA UNA DESCONEXION EN EL GRAFO.

- ALGORITMO DE SOLLIN.

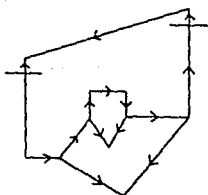
SE REFIERE A LA CONSTRUCCION DE SUBARBOLES PARCIALES A PARTIR DE UN ARBOL PARCIAL POR MEDIO DE LA UNION ENTRE DOS CIMAS Y DE ACUERDO AL CRITERIO DE PROXIMIDAD. EN LA FIGURA NO. 16 SE ILUSTRAN MANERA DE EJEMPLO, EL ESQUEMA, GRAFO Y ARBOL PARCIAL DE UNA MINA.

ASI ENTONCES Y UNA VEZ QUE SE HA DEFINIDO EL GRAFO GASTO-PRESION, SE PROCEDE AL CALCULO DE LOS GASTOS DE AIRE EN LAS RAMAS DEL GRAFO TOMANDO EN CONSIDERACION SU ALTITUD, PRESION, TEMPERATURA Y RESISTENCIA AL FASO DEL AIRE. ENSEGUIDA, Y A PARTIR DE ESTE GRAFO SE CONSTRUYE UN ARBOL PARCIAL CON LA AYUDA DE LOS ALGORITMOS DE KRUSKALL Y SOLLIN. LAS RAMAS QUE QUEDAN FUERA DEL PROCESO SE DENOMINAN RAMAS DIRECTRICES, Y EL AJUSTE DE CADA UNA DE ESTAS RAMAS A UN ARBOL SE LLAMA MALLA. COMO CADA RAMA DIRECTRIZ PERTENECE SOLAMENTE A UNA MALLA, EL CALCULO QUE SE REALICE SOBRE UNA DE ESTAS ALTERARA A SU VECINA Y ESTA A SU VEZ A SU MAS PROXIMA, POR LO QUE RESULTA CONVENIENTE EMPLEAR LA CORRECCION CONOCIDA CON EL NOMBRE DE HARDY-CROSS, QUE CONSISTE

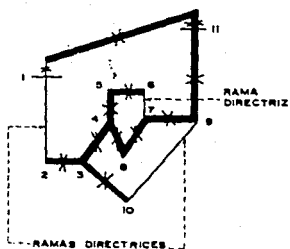
EJEMPLO ·
ESQUEMA DE LA MINA



GRAFO DE LA MINA



ARBOL PARCIAL Y MALLA DE LA MINA



TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

FIG. NO. 16.- EJEMPLO DE ELA
BORACION DE UN ARBOL PARCIAL.

CERECEDO DIEGO L.J
RIOS ALVARADO A.

MEXICO, D.F
1990

EN RE-ACCIONAR SOBRE LAS DIFERENCIAS DE PRESION ESTATICA DE TOJAS LAS MALLAS DE MANERA ITERATIVA, DE ACUERDO A LA APROXIMACION DESEADA EN LOS RESULTADOS.

A CONTINUACION SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES EFECTUADAS SOBRE LAS OCHO ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA DEFINIR EL CIRCUITO APROPIADO DE VENTILACION EN LA MINA PUERTO III.

EL CALCULO SE REALIZO CON LA AYUDA DEL PAQUETE INFORMATICO PARA CALCULO DE REDES DE VENTILACION VENTITEC 1.2, DESARROLLADO POR LA COMPANIA TECNIMET Y COMERCIALIZADO POR EL GRUPO PENARROYA-IMETAL.

ESTE PAQUETE INFORMATICO ES ACTUALMENTE DE LOS MAS POTENTES QUE EXISTEN EN EL MERCADO Y SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES SON LAS SIGUIENTES:

- TOMA EN CONSIDERACION LA COMPRESIBILIDAD DEL AIRE Y POR CONSECUENCIA, PERMITE EL CALCULO CON VENTILACIONES NATURALES.
- LOS CALCULOS DE GASTO DE AIRE SON REALIZADOS CON LA AYUDA DE LOS ALGORITMOS DE KRUSKALL Y SOLLIN Y SON CORREGIDOS POR EL METODO DE HARDY-CROSS.
- CONSIDERA LA TASA DE HUMEDAD EN EL AMBIENTE, LA TEMPERATURA VIRTUAL Y HUMEDA EN LOS NUDDOS.
- SU CAPACIDAD DE TRATAMIENTO COMPRENDE EL ANALISIS DE 850 NUDDOS, 850 RAMAS, 500 MALLAS, 10 CURVAS DE VENTILADORES, 95 GASTOS IMPUESTOS, 600 VENTILADORES EN OPERACION Y LAS NORMAS E INFLUENCIAS DE 9 GASES NOCIDOS.

LA INFORMACION QUE DEBE SER ALIMENTADA AL PROGRAMA PARA REALIZAR EL CALCULO DE UNA RED DE VENTILACION ES LA SIGUIENTE:

- 1) RESISTENCIA DE CADA RAMA
- 2) PRESION BAROMETRICA DE SUPERFICIE
- 3) ALTITUD EN CADA NUDDO
- 4) TEMPERATURA PROMEDIO DE CADA NUDDO
- 5) CARACTERISTICAS DEL VENTILADOR

PARA EL CALCULO DE LA RESISTENCIA QUE OPONEN LAS PAREDES DE UNA GALERIA AL PASO DEL AIRE, SE EMPLEARA LA FORMULA SIGUIENTE:

$$R = F \cdot D \cdot P \cdot L / S \cdot S^3 \quad - 1 -$$

R = RESISTENCIA AL PASO DEL AIRE EN UNA GALERIA
 F = COEFICIENTE DE FROTAMIENTO O FACTOR DE DARCY
 D = DENSIDAD ESPECIFICA DEL AIRE
 P = PERIMETRO DE LA GALERIA
 L = LONGITUD DE LA GALERIA
 S = SECCION DE LA GALERIA

- A -

- A - EL FACTOR DE DARCY SE EXPRESA POR LA SUMA DE LOS COEFICIENTES DE FROTAMIENTO DE LAS PAREDES Y DEL PISO DE UNA GALERIA. EN LA PRACTICA, SE EMPLEAN LOS SIGUIENTES VALORES, OBTENIDOS EXPERIMENTALMENTE EN ZONAS EN EXPLOTACION EN DONDE SE HA EMPLEADO ANLAJE Y CONCRETO LANZADO COMO FORTIFICACION ARTIFICIAL Y CON BASE EN LOS CALCULOS EFECTUADOS EN 1976 POR ETIENNE SIMODE (JEFE DE INGENIERIA EN LAS EXPLOTACIONES DE CARBON EN LORRAINE, FRANCIA).

TIPO DE OBRA MINERAVALOR DEL FACTOR DE DARCY

POZOS Y CONTRAPOZOS	0.07
TIROS Y SOCAVONES	0.07
GALERIAS PRINCIPALES Y REBAJES	0.10
GALERIAS SECUNDARIAS	0.12

A CONTINUACION SE PRESENTA EL DESARROLLO MATEMATICO QUE PERMITE LLEGAR A LA EXPRESION DE LA RESISTENCIA AL PASO DEL AIRE EN UNA GALERIA Y QUE CARACTERIZA LA DEGRADACION DE ENERGIA EN ESTE CONDUCTO.

LAS VARIABLES FISICAS QUE INTERVIENEN EN EL ESTUDIO SON:

- DEL CONDUCTO

. DIAMETRO HIDRAULICO .. DH[M].. LONGITUD [L]
 . LONGITUD .. L [M].. LONGITUD [L]
 . ALTURA MEDIA DE LAS
 RUGOSIDADES DE LAS PAREDES .. W [M].. LONGITUD [L]

- DEL FLUIDO

. DENSIDAD DEL AIRE .. D [KG/M3].. MASA/LONGITUD³ [ML-3]
 . VISCOSIDAD DINAMICA .. M [KG/M.SEG]MASA/LONGITUD. TIEMPO
 (M L-1 T-1)

- DE MOVIMIENTO

- . VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE .. V [M/SEG]..LONGITUD/TIEMPO [L T-1]
 . VARIACION DE PRESION DINAMICA VP [KG/M.SEG²]
 MASA/LONGITUD.TIEMPO² [M L-1 T-2]

LA MATRIZ DIMENSIONAL QUE INTEGRA LAS VARIABLES ANTES MENCIONADAS SE EXPRESA DE LA SIGUIENTE FORMA:

DIM.	V A R I A B L E S						
	DH	L	W	D	M	V	VP
M	0	0	0	1	1	0	1
L	1	1	1	-3	-1	1	-1
T	0	0	0	0	-1	-1	-2

SI SELECCIONAMOS LAS VARIABLES FISICAS DIMENSIONALMENTE INDEPENDIENTES, LLEGAMOS AL SIGUIENTE DETERMINANTE:

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -3 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} < > 0$$

SEGUN EL TEOREMA DE VASHY-SUCKINGHAM (5), TENEMOS ENTONCES:

$$F \left(\frac{VP}{D} \cdot V^2 ; \frac{M}{D} \cdot V \cdot DH ; \frac{W}{DH} ; \frac{L}{DH} \right) = 0 \quad - 2 -$$

LO ANTERIOR PERMITE ESCOGER COMO VARIABLES INDEPENDIENTES DE BASE EL DIAMETRO HIDRAULICO (DH), LA DENSIDAD DEL AIRE (D) Y LA VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE (V), RESTANDO LAS OTRAS VARIABLES COMO DIMENSIONALMENTE DEPENDIENTES.

	DH	L	W	D	M	V	VP
	DH	DH	DH	D	D ² V ² DH	V	D ² V

TOMANDO EN CONSIDERACION QUE LA VARIACION DE PRESION "VP" ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA LONGITUD DEL CONDUCTO "L" E INVERSAMENTE PROPORCIONAL AL DIAMETRO HIDRAULICO "DH" Y EMPLEANDO EL TEOREMA DE ESAULT-PELIERE (5), LA EXPRESION - 2 - SE PUEDE TRANSFORMAR EN LA SIGUIENTE:

$$VP / D \cdot V^2 = L / 2 \cdot DH \cdot F \left(M / D \cdot V \cdot DH, W / DH \right) \quad - 3 -$$

DE ESTA FORMULA, SE RECONOCE EL FACTOR $M / D \cdot V \cdot DH$ EQUIVALENTE AL INVERSO DEL NUMERO DE REYNOLDS (RE QUE ES ADIMENSIONAL) Y W / DH COMO LA RUGOSIDAD RELATIVA DE LAS PAREDES DEL CONDUCTO. F JUEGA EL PAPEL DE COEFICIENTE DE PERDIDA Y VARIA CON LA TURBULENCIA DEL FLUJO (RE) Y LA RUGOSIDAD DE LAS PAREDES W / DH ; SIN EMBARGO, EL ANALISIS DE ESTE FACTOR DENOMINADO COEFICIENTE DE FROTAMIENTO O FACTOR DE DARCY, PERMITE CONSTATAR QUE MAS ALLA DE UNA CIERTA TURBULENCIA ($RE \approx 2,500$) LA VELOCIDAD DINAMICA DEL AIRE ES DESPRECIABLE Y POR LO TANTO EN LOS ESTUDIOS DE FLUJOS DE AIRE DE LA MINA, EN DONDE EL NUMERO DE REYNOLDS (RE) ES MAYOR A 100,000 NO DEBE CONSIDERARSE.

$$VP / D \cdot V^2 = L / 2 \cdot DH \cdot F \left(W / DH \right) \quad \text{CUANDO } RE > 2,500 \quad - 4 -$$

ASI ENTONCES, SE PUEDE CONSIDERAR QUE EN VIRTUD DE QUE EL NUMERO DE REYNOLDS SIEMPRE SERA MAYOR DE 2,500 EN LOS AMBIENTES FISICOS DE UNA MINA, LOS FLUJOS DE AIRE SERAN DE TIPO TURBULENTO Y QUE EL FACTOR W / DH DEFINIRA LAS CARACTERISTICAS DE FROTAMIENTO EN EL CONDUCTO (LA RUGOSIDAD O TERSURA DE LAS PAREDES).

FINALMENTE, SABEMOS QUE EL DIAMETRO HIDRAULICO DE UN CONDUCTO SE DEFINE POR EL COEFICIENTE ENTRE CUATRO VECES SU SECCION (S) DIVIDIDO POR SU PERIMETRO (P), DE TAL FORMA QUE LA FORMULA - 4 - SE PUEDE ESCRIBIR DE LA FORMA SIGUIENTE:

$$VP = F \cdot D \cdot P \cdot L \cdot V^2 / 8 \cdot S \quad - 5 -$$

DESPEJANDO LA VELOCIDAD DE LA FORMULA $Q = V \cdot S$ Y SUSTITUYENDOLA EN LA FORMULA ANTERIOR TENEMOS:

$$V = Q / S$$

$$VP = F \cdot D \cdot P \cdot L \cdot Q^2 / 8 \cdot S^3 \quad - 6 -$$

EN DONDE:

Q = GASTO DE AIRE
 V = VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE
 S = SECCION DEL CONDUCTO POR LA QUE PASA EL AIRE

ADEMAS, SABEMOS QUE LA DIFERENCIA DE CARGA ENTRE DOS NUDOS SE EXPRESA COMO:

$$VP = P_2 - P_1 = R \cdot Q^2$$

$$VP/Q^2 = R$$

DE TAL MANERA QUE SI INTEGRAMOS ESTAS VARIABLES EN LA FORMULA - 6 - LLEGAMOS A LA EXPRESION:

$$R = F \cdot D^5 \cdot P \cdot L / 8 \cdot S$$

MISMA QUE CORRESPONDE A LA EXPRESION INICIAL - 1 -

EN LA FIGURA NO. 17 SE ILUSTRAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS CALCULOS DE LAS RESISTENCIAS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS, EMPLEANDO LA FORMULA - 1 - ; ASIMISMO, SE ANEXAN LOS RESULTADOS REGISTRADOS DE LAS SIMULACIONES REALIZADAS SOBRE LAS OCHO ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA VENTILAR LA MINA PUERTO III, ASI COMO SUS RESPECTIVOS ESQUEMAS.

(5) KAUFMANN, A.
 "MODELOS Y METODOS MATEMATICOS",
 DUNOD, PARIS 1968; PP. 567-569 Y 1025

ALTERNATIVA NO. 1			ALTERNATIVA NO. 2			ALTERNATIVA NO. 3			ALTERNATIVA NO. 4		
MUDO *	MUDO	RESISTENCIA	MUDO	MUDO	RESISTENCIA	MUDO	MUDO	RESISTENCIA	MUDO	MUDO	RESISTENCIA
1	2	0,180	1	2	0,180	1	2	0,180	1	2	0,180
2	10	0,220	2	10	0,220	2	3	0,190	2	10	0,220
3	4	0,11	3	4	0,12	3	4	0,12	3	7	0,12
4	5	0,15	4	5	0,15	4	5	0,15	4	5	0,15
5	6	0,15	5	6	0,15	5	6	0,15	5	6	0,15
6	7	0,15	6	7	0,15	6	7	0,15	6	7	0,15
7	8	1,40	7	8	1,40	7	8	1,40	7	8	1,40
8	9	1,40	8	9	1,40	8	9	1,40	8	9	1,40
9	10	1,40	9	10	1,40	9	10	1,40	9	10	1,40
10	11	1,40	10	11	1,40	10	11	1,40	10	11	1,40
11	12	0,15	11	12	0,15	11	12	0,15	11	12	0,15
12	13	0,15	12	13	0,15	12	13	0,15	12	13	0,15
13	14	0,15	13	14	0,15	13	14	0,15	13	14	0,15
14	15	0,15	14	15	0,15	14	15	0,15	14	15	0,15
15	16	1,40	15	16	1,40	15	16	1,40	15	16	1,40
16	17	1,40	16	17	1,40	16	17	1,40	16	17	1,40
17	18	1,40	17	18	1,40	17	18	1,40	17	18	1,40
18	19	1,40	18	19	1,40	18	19	1,40	18	19	1,40
19	20	1,40	19	20	1,40	19	20	1,40	19	20	1,40
20	21	0,12	20	21	0,12	20	21	0,12	20	21	0,12
21	22	0,12	21	22	0,12	21	22	0,12	21	22	0,12
22	23	0,12	22	23	0,12	22	23	0,12	22	23	0,12
23	24	0,12	23	24	0,12	23	24	0,12	23	24	0,12
24	25	0,12	24	25	0,12	24	25	0,12	24	25	0,12
25	26	0,12	25	26	0,12	25	26	0,12	25	26	0,12
26	27	0,12	26	27	0,12	26	27	0,12	26	27	0,12
27	28	0,12	27	28	0,12	27	28	0,12	27	28	0,12
28	29	0,12	28	29	0,12	28	29	0,12	28	29	0,12
29	30	0,12	29	30	0,12	29	30	0,12	29	30	0,12
30	31	0,12	30	31	0,12	30	31	0,12	30	31	0,12
31	32	0,12	31	32	0,12	31	32	0,12	31	32	0,12
32	33	0,12	32	33	0,12	32	33	0,12	32	33	0,12
33	34	0,12	33	34	0,12	33	34	0,12	33	34	0,12
34	35	0,12	34	35	0,12	34	35	0,12	34	35	0,12
35	36	0,12	35	36	0,12	35	36	0,12	35	36	0,12
36	37	0,12	36	37	0,12	36	37	0,12	36	37	0,12
37	38	0,12	37	38	0,12	37	38	0,12	37	38	0,12
38	39	0,12	38	39	0,12	38	39	0,12	38	39	0,12
39	40	0,12	39	40	0,12	39	40	0,12	39	40	0,12
40	41	0,12	40	41	0,12	40	41	0,12	40	41	0,12
41	42	0,12	41	42	0,12	41	42	0,12	41	42	0,12
42	43	0,12	42	43	0,12	42	43	0,12	42	43	0,12
43	44	0,12	43	44	0,12	43	44	0,12	43	44	0,12
44	45	0,12	44	45	0,12	44	45	0,12	44	45	0,12
45	46	0,12	45	46	0,12	45	46	0,12	45	46	0,12
46	47	0,12	46	47	0,12	46	47	0,12	46	47	0,12
47	48	0,12	47	48	0,12	47	48	0,12	47	48	0,12
48	49	0,12	48	49	0,12	48	49	0,12	48	49	0,12
49	50	0,12	49	50	0,12	49	50	0,12	49	50	0,12
50	51	0,12	50	51	0,12	50	51	0,12	50	51	0,12
51	52	0,12	51	52	0,12	51	52	0,12	51	52	0,12
52	53	0,12	52	53	0,12	52	53	0,12	52	53	0,12
53	54	0,12	53	54	0,12	53	54	0,12	53	54	0,12
54	55	0,12	54	55	0,12	54	55	0,12	54	55	0,12
55	56	0,12	55	56	0,12	55	56	0,12	55	56	0,12
56	57	0,12	56	57	0,12	56	57	0,12	56	57	0,12
57	58	0,12	57	58	0,12	57	58	0,12	57	58	0,12
58	59	0,12	58	59	0,12	58	59	0,12	58	59	0,12
59	60	0,12	59	60	0,12	59	60	0,12	59	60	0,12
60	61	0,12	60	61	0,12	60	61	0,12	60	61	0,12
61	62	0,12	61	62	0,12	61	62	0,12	61	62	0,12
62	63	0,12	62	63	0,12	62	63	0,12	62	63	0,12
63	64	0,12	63	64	0,12	63	64	0,12	63	64	0,12
64	65	0,12	64	65	0,12	64	65	0,12	64	65	0,12
65	66	0,12	65	66	0,12	65	66	0,12	65	66	0,12
66	67	0,12	66	67	0,12	66	67	0,12	66	67	0,12
67	68	0,12	67	68	0,12	67	68	0,12	67	68	0,12
68	69	0,12	68	69	0,12	68	69	0,12	68	69	0,12
69	70	0,12	69	70	0,12	69	70	0,12	69	70	0,12
70	71	0,12	70	71	0,12	70	71	0,12	70	71	0,12
71	72	0,12	71	72	0,12	71	72	0,12	71	72	0,12
72	73	0,12	72	73	0,12	72	73	0,12	72	73	0,12
73	74	0,12	73	74	0,12	73	74	0,12	73	74	0,12
74	75	0,12	74	75	0,12	74	75	0,12	74	75	0,12
75	76	0,12	75	76	0,12	75	76	0,12	75	76	0,12
76	77	0,12	76	77	0,12	76	77	0,12	76	77	0,12
77	78	0,12	77	78	0,12	77	78	0,12	77	78	0,12
78	79	0,12	78	79	0,12	78	79	0,12	78	79	0,12
79	80	0,12	79	80	0,12	79	80	0,12	79	80	0,12
80	81	0,12	80	81	0,12	80	81	0,12	80	81	0,12
81	82	0,12	81	82	0,12	81	82	0,12	81	82	0,12
82	83	0,12	82	83	0,12	82	83	0,12	82	83	0,12
83	84	0,12	83	84	0,12	83	84	0,12	83	84	0,12
84	85	0,12	84	85	0,12	84	85	0,12	84	85	0,12
85	86	0,12	85	86	0,12	85	86	0,12	85	86	0,12
86	87	0,12	86	87	0,12	86	87	0,12	86	87	0,12
87	88	0,12	87	88	0,12	87	88	0,12	87	88	0,12
88	89	0,12	88	89	0,12	88	89	0,12	88	89	0,12
89	90	0,12	89	90	0,12	89	90	0,12	89	90	0,12
90	91	0,12	90	91	0,12	90	91	0,12	90	91	0,12
91	92	0,12	91	92	0,12	91	92	0,12	91	92	0,12
92	93	0,12	92	93	0,12	92	93	0,12	92	93	0,12
93	94	0,12	93	94	0,12	93	94	0,12	93	94	0,12
94	95	0,12	94	95	0,12	94	95	0,12	94	95	0,12
95	96	0,12	95	96	0,12	95	96	0,12	95	96	0,12
96	97	0,12	96	97	0,12	96	97	0,12	96	97	0,12
97	98	0,12	97	98	0,12	97	98	0,12	97	98	0,12
98	99	0,12	98	99	0,12	98	99	0,12	98	99	0,12
99	100	0,12	99	100	0,12	99	100	0,12	99	100	0,12

TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

FIG. NO. 17 A. - RESULTADO DE
LOS CALCULOS DE LAS RESISTEN
CIAS POR CADA ALTERNATIVA.

CERECEDO DIEGO L. J
RIOS ALVARADO A.

MEXICO, D.F
1990

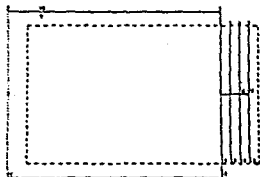
ALTERNATIVA NO. 3			ALTERNATIVA NO. 4			ALTERNATIVA NO. 7			ALTERNATIVA NO. 8		
NUBO	NUBO	RESISTENCIA	NUBO	NUBO	RESISTENCIA	NUBO	NUBO	RESISTENCIA	NUBO	NUBO	RESISTENCIA
1	2	66,000	1	2	66,000	1	2	66,000	1	2	66,000
2	10	66,000	2	10	66,000	2	10	66,000	2	10	66,000
3	15	66,000	3	15	66,000	3	15	66,000	3	15	66,000
4	20	66,000	4	20	66,000	4	20	66,000	4	20	66,000
5	25	66,000	5	25	66,000	5	25	66,000	5	25	66,000
6	30	66,000	6	30	66,000	6	30	66,000	6	30	66,000
7	35	66,000	7	35	66,000	7	35	66,000	7	35	66,000
8	40	66,000	8	40	66,000	8	40	66,000	8	40	66,000
9	45	66,000	9	45	66,000	9	45	66,000	9	45	66,000
10	50	66,000	10	50	66,000	10	50	66,000	10	50	66,000
11	55	66,000	11	55	66,000	11	55	66,000	11	55	66,000
12	60	66,000	12	60	66,000	12	60	66,000	12	60	66,000
13	65	66,000	13	65	66,000	13	65	66,000	13	65	66,000
14	70	66,000	14	70	66,000	14	70	66,000	14	70	66,000
15	75	66,000	15	75	66,000	15	75	66,000	15	75	66,000
16	80	66,000	16	80	66,000	16	80	66,000	16	80	66,000
17	85	66,000	17	85	66,000	17	85	66,000	17	85	66,000
18	90	66,000	18	90	66,000	18	90	66,000	18	90	66,000
19	95	66,000	19	95	66,000	19	95	66,000	19	95	66,000
20	100	66,000	20	100	66,000	20	100	66,000	20	100	66,000
21	105	66,000	21	105	66,000	21	105	66,000	21	105	66,000
22	110	66,000	22	110	66,000	22	110	66,000	22	110	66,000
23	115	66,000	23	115	66,000	23	115	66,000	23	115	66,000
24	120	66,000	24	120	66,000	24	120	66,000	24	120	66,000
25	125	66,000	25	125	66,000	25	125	66,000	25	125	66,000
26	130	66,000	26	130	66,000	26	130	66,000	26	130	66,000
27	135	66,000	27	135	66,000	27	135	66,000	27	135	66,000
28	140	66,000	28	140	66,000	28	140	66,000	28	140	66,000
29	145	66,000	29	145	66,000	29	145	66,000	29	145	66,000
30	150	66,000	30	150	66,000	30	150	66,000	30	150	66,000
31	155	66,000	31	155	66,000	31	155	66,000	31	155	66,000
32	160	66,000	32	160	66,000	32	160	66,000	32	160	66,000
33	165	66,000	33	165	66,000	33	165	66,000	33	165	66,000
34	170	66,000	34	170	66,000	34	170	66,000	34	170	66,000
35	175	66,000	35	175	66,000	35	175	66,000	35	175	66,000
36	180	66,000	36	180	66,000	36	180	66,000	36	180	66,000
37	185	66,000	37	185	66,000	37	185	66,000	37	185	66,000
38	190	66,000	38	190	66,000	38	190	66,000	38	190	66,000
39	195	66,000	39	195	66,000	39	195	66,000	39	195	66,000
40	200	66,000	40	200	66,000	40	200	66,000	40	200	66,000
41	205	66,000	41	205	66,000	41	205	66,000	41	205	66,000
42	210	66,000	42	210	66,000	42	210	66,000	42	210	66,000
43	215	66,000	43	215	66,000	43	215	66,000	43	215	66,000
44	220	66,000	44	220	66,000	44	220	66,000	44	220	66,000
45	225	66,000	45	225	66,000	45	225	66,000	45	225	66,000
46	230	66,000	46	230	66,000	46	230	66,000	46	230	66,000
47	235	66,000	47	235	66,000	47	235	66,000	47	235	66,000
48	240	66,000	48	240	66,000	48	240	66,000	48	240	66,000
49	245	66,000	49	245	66,000	49	245	66,000	49	245	66,000
50	250	66,000	50	250	66,000	50	250	66,000	50	250	66,000

TESIS PROFESIONAL
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

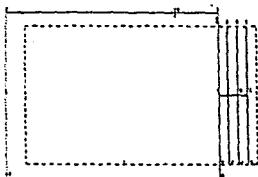
FIG. NO. 17 B.- RESULTADOS DE
LOS CALCULOS DE LAS RESISTEN-
CIAS POR CADA ALTERNATIVA.

CERCEO DIEGO L.J	MEXICO, D.F
RIOS ALVARADO S.	1998

ALTERNATIVA # 1



ALTERNATIVA # 2



TESIS PROFESIONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍAFIG. NO. 18.- GRAFO DE LAS
ALTERNATIVAS 1 y 2.CENECEO DIEGO L. J
RÍOS ALVARADO A.MÉXICO, D.F.
1990

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOSMasa Voluminica del Aire : 1.2240 Kg/m³Aceleracion de la Gravedad : 9.8100 m /seg²

Precision de los calculos Precision-Gasto : 1.00000 E-001 - 2.0000 E-001

Ventilador propuesto : BERRY 1400 MDM
Reglaje No. 2238

Localizacion del Ventilador: Rama 2 - 18

Valor real del gasto de aire : 44.24 m³ /seg

Valor real del gasto masico de aire: 54.23 Kg /seg

Masa molar del aire seco : 28.96 g/mole

Tipo de flujo del aire en la mina: Turbulento

R A M A				VALOR DE LOS GASTOS	
Nº.	NURD	MURD	TIPO	NORMAL-REAL	MASICO
			C12	(m ³ /seg)	(Kg/seg)
1	1	2	A	0.74	10.71
2	2	18	V	44.24	54.23
3	18	3	A	- 4.37	- 5.36
4	3	4	A	0.74	10.71
5	4	5	A	0.02	0.27
6	5	4	A	3.30	4.04
7	6	7	A	1.01	1.26
8	4	5	A	3.22	3.94
9	5	4	A	2.22	2.73
10	6	10	A	1.08	2.04
11	7	11	A	1.61	1.98
12	8	9	A	0.39	0.48
13	9	10	A	0.41	0.80
14	10	11	A	0.17	0.24
15	12	13	A	- 0.91	- 7.25
16	13	14	A	- 3.71	- 4.74
17	14	15	A	- 1.01	- 2.21
18	8	12	A	2.03	7.47
19	9	13	A	2.20	2.70
20	10	14	A	1.90	2.33
21	11	15	A	1.01	2.21
22	12	16	A	44.24	54.23
23	16	17	A	44.24	54.23
24	17	1	A	- 0.74	- 10.71
25	18	3	A	- 4.37	- 5.36

C12 A = RESISTENTE V = VENTILADOR

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOSMasa Voluminica del Aire : 1.2240 Kg/m³Aceleracion de la Gravedad : 9.8100 m /seg²

Precision de los calculos Presion-Gasto : 1.0000 E-001 - 2.0000 E-001

Ventilador propuesto : BERRY 1800 HDM

Reglaje No. 2238

---ATENCIÓN : VERIFICAR---

Localizacion del Ventilador: Rana 3 - 18

CORRIENTES CERR CERRARAR

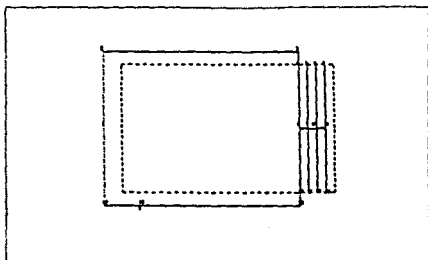
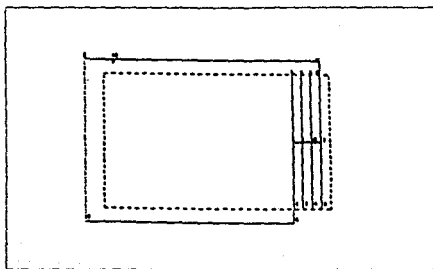
Valor real del gasto de aire : 87.62 m³ /seg

Valor real del gasto realico de aire: 60.28 Kg /seg

Masa molar del aire seco : 28.96 g/mole

Tipo de flujo del aire en la mina: Turbulento

R A M A				VALOR DE LOS GASTOS	
NO.	MURO	MURO	TIPO	NORMAL-REAL	REALICO
			E13	(m ³ /seg)	(Kg/seg)
1	3	18	V	87.62	60.28
2	2	18	A	32.16	33.84
3	3	4	A	31.78	33.84
4	4	8	A	- 3.11	- 3.28
5	5	9	A	- 2.32	- 2.42
6	6	10	A	- 2.80	- 2.82
7	7	11	A	- 1.62	- 1.64
8	8	9	A	- 0.12	- 0.12
9	9	10	A	- 0.10	- 0.11
10	10	11	A	- 0.21	- 0.22
11	4	8	A	- 4.42	- 4.73
12	5	6	A	- 4.11	- 4.31
13	6	7	A	- 1.61	- 1.64
14	8	12	A	- 3.01	- 3.14
15	9	13	A	- 2.38	- 2.44
16	10	14	A	- 2.41	- 2.80
17	11	15	A	- 1.83	- 1.91
18	12	13	A	6.40	6.83
19	13	14	A	4.24	4.41
20	14	15	A	1.84	1.91
21	12	16	A	- 7.61	- 7.78
22	16	17	A	32.42	33.84
23	1	2	A	32.83	33.84
24	1	17	A	7.78	7.78

ALTERNATIVA # 3**ALTERNATIVA # 4****TESIS PROFESIONAL**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIAFIG. NO. 19.- GRAFO DE LAS
ALTERNATIVAS 3 y 4.CERECEO DIEGO L.J.
RIOS ALVARADO A.MEXICO, D.F.
1990

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

Masa Voluminica del Aire : 1.2260 Kg/m³
 Aceleracion de la Gravedad : 9.8100 m /seg²
 Precision de los calculos Presion-Gasto : 1.0000 E-001 - 2.0000 E-001

Ventilador propuesto : BERRY 1800 HDM
 Reglaje No. 2238

---ATENCIÓN ! Ventilador---

Localizacion del Ventilador: Masa 18- 17 ~~TRANSIENDA SUMA CERRADA~~
 Valor real del gasto de aire : 52.82 m³ /seg
 Valor real del gasto masico de aire: 64.76 Kg /seg
 Masa molar del aire seco : 28.96 g/mole
 Tipo de flujo del aire en la mina: Turbulente

R.A.M.A				VALOR DE LOS GASTOS	
NO.	MUDO	MUDO	TIPO	NORMAL-REAL	MASICO
			C11	(m ³ /seg)	(Kg/seg)
1	1	2	A	- 17.32	- 21.23
2	18	17	V	62.82	64.76
3	2	3	A	18.18	22.29
4	3	4	A	- 17.32	- 21.23
5	4	5	A	- 11.91	- 14.61
6	5	6	A	- 8.82	- 9.22
7	6	7	A	- 7.66	- 4.49
8	4	8	A	- 8.40	- 6.63
9	5	9	A	- 4.39	- 8.39
10	6	10	A	- 3.86	- 4.73
11	7	11	A	- 3.66	- 4.49
12	8	9	A	0.48	0.88
13	9	10	A	0.42	0.82
14	10	11	A	0.21	0.28
15	12	13	A	11.46	14.06
16	13	14	A	7.10	8.70
17	14	15	A	3.46	4.24
18	5	12	A	0.80	7.18
19	9	13	A	- 4.37	- 8.38
20	10	14	A	- 3.64	- 4.44
21	11	15	A	- 3.44	- 4.24
22	12	16	A	18.18	22.29
23	14	18	A	18.18	22.29
24	17	1	A	17.32	21.23

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOSMasa Voluminica del Aire : 1.2240 Kg/m³Aceleracion de la Gravedad : 9.8100 m /seg²

Precision de los calculos Fraicion-Gasto : 1.00000 E-001 - 2.0000 E-001

Ventilador propuesto : BERRY 1500 NDM

Reglaje No. 233B

Localizacion del Ventilador: Rama 2 - 18

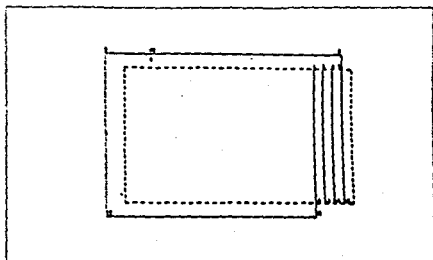
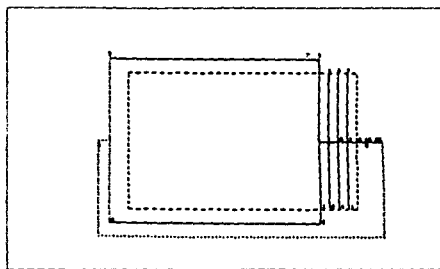
Valor real del gasto de aire : 38.87 m³ /seg

Valor real del gasto masico de aire: 44.00 Kg /seg

Masa molar del aire seco : 28.96 g/mole

Tipo de flujo del aire en la mina: Turbulento

R A M A				VALOR DE LOS GASTOS	
NO.	MUDO	MUDO	TIPO	NORMAL-REAL	MASICO
			(L)	(m ³ /seg)	(Kg/seg)
1	1	2	R	38.87	44.00
2	1	17	R	- 38.87	- 44.00
3	2	18	V	38.87	44.00
4	3	7	R	38.87	44.00
5	3	18	R	- 38.87	- 44.00
6	4	5	R	- 7.02	- 8.22
7	4	8	R	7.02	8.22
8	5	6	R	- 10.28	- 10.77
9	5	9	R	7.76	9.81
10	6	7	R	- 24.21	- 28.68
11	6	10	R	8.93	10.78
12	7	11	R	11.68	14.31
13	8	9	R	- 4.17	- 5.11
14	8	12	R	11.67	14.37
15	9	10	R	- 8.37	- 10.00
16	9	13	R	8.96	10.78
17	10	11	R	- 4.18	- 5.13
18	10	14	R	7.78	9.80
19	11	15	R	7.49	9.19
20	12	13	R	- 24.20	- 28.67
21	12	16	R	38.87	44.00
22	13	14	R	- 18.24	- 18.69
23	14	18	R	- 7.49	- 9.19
24	16	17	R	38.87	44.00

ALTERNATIVA # 5**ALTERNATIVA # 6****TESIS PROFESIONAL**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍAFIG. NO. 20.- GRAFO DE LAS
ALTERNATIVAS 5 y 6.CERECEDO DIEGO L.J
RIVERA ALVARADO A.MÉXICO, D.F.
1990

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOSMasa Voluminica del Aire : 1.2240 Kg/m³Aceleracion de la Gravedad : 9.8100 m /seg²

Precision de los calculos Freston-Gasto : 1.00000 E-001 - 2.0000 E-001

Ventilador propuesto : BERRY 1500 HDM

Reglaje No. 2330

Localizacion del Ventilador: Hena 2 - 10

Valor real del gasto de aire : 35.06 m³ /seg

Valor real del gasto masico de aire: 43.96 Kg /seg

Masa molar del aire seco : 28.96 g/mole

Tipo de flujo del aire en la mina: Turbulento

R.A.M.A				VALOR DE LOS GASTOS	
NO.	MUDO	MUDO	TIPO	NORMAL-REAL	MASICO
			(L)	(m ³ /seg)	(Kg/seg)
1	1	2	R	35.06	43.96
2	1	17	R	35.06	43.96
3	2	18	V	35.06	43.96
4	3	7	R	35.06	43.96
5	3	10	R	35.06	43.96
6	4	8	R	9.91	12.10
7	4	12	R	9.91	12.10
8	5	6	R	20.09	24.83
9	8	13	R	10.18	12.40
10	6	7	R	27.01	33.17
11	6	14	R	6.72	8.40
12	7	16	R	8.04	10.04
13	12	15	R	40.33	50.00
14	12	16	R	35.06	43.96
15	13	14	R	20.26	24.86
16	14	10	R	7.83	9.60
17	16	17	R	35.06	43.96

L = RESISTENTE V = VENTILADOR

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOSMasa Voluminica del Aire : 1.2240 Kg/m³Aceleracion de la Gravedad : 9.8100 m /seg²

Precision de los calculos Freston-Baete : 1.00000 E-001 - 2.0000 E-001

Ventilador propuesto : BERRY 1400 HDM

Reglas No. 223R

Localizacion del Ventilador: Rama 18 - 19

Valor real del gasto de aire : 32.41 m³ /seg

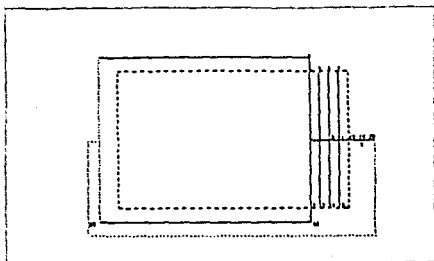
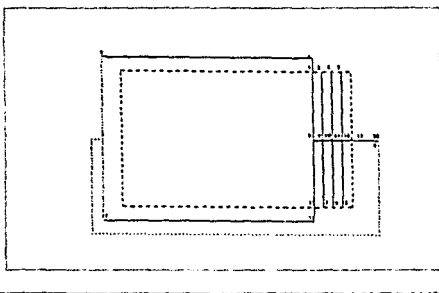
Valor real del gasto masico de aire: 39.73 Kg /seg

Masa molar del aire seco : 28.96 g/mole

Tipo de flujo del aire en la mina: Turbulento

R.A.M.A				VALOR DE LOS GASTOS	
NO.	NUDO	NUDO	TIPO (1)	NORMAL-REAL (m ³ /seg)	MASICO (Kg/seg)
1	1	2	R	- 10.68	-20.41
2	2	3	R	1.10	1.30
3	3	4	R	1.10	1.30
4	4	5	R	- 10.89	-13.38
5	5	6	R	- 6.78	- 8.31
6	6	7	R	- 3.34	- 4.12
7	4	8	R	- 8.74	- 7.04
8	5	9	R	- 4.17	- 5.08
9	6	10	R	- 3.42	- 4.14
10	7	11	R	- 3.36	- 4.17
11	8	9	R	- 1.23	- 1.81
12	9	10	R	- 1.88	- 2.30
13	10	11	R	- 2.39	- 2.93
14	11	12	R	- 3.09	- 3.79
15	12	13	R	7.03	11.07
16	13	14	R	8.86	6.82
17	14	15	R	2.66	3.26
18	9	12	R	- 4.83	- 6.88
19	9	13	R	- 3.47	- 4.28
20	10	14	R	- 2.90	- 3.84
21	11	15	R	- 2.66	- 3.26
22	19	20	R	32.41	39.73
23	18	19	V	32.41	39.73
24	20	1	R	3.09	3.79

(1) R = RESISTENTE V = VENTILADOR

ALTERNATIVA # 7**ALTERNATIVA # 8****TESIS PROFESIONAL**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍAFIG. NO. 21.- GRAFO DE LAS
ALTERNATIVAS 7 y 8.CERECEDO DIEGO L. J.
RIOS ALVARADO A.MEXICO, D.F.
1990

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOSMasa Volumétrica del aire : 1.2960 Kg/m³Aceleración de la Gravedad : 9.8100 m /seg²

Precisión de los cálculos Presión-Gasto : 1.0000 E-001 = 2.0000 E-001

Ventilador propuesto : HERRY 1800 1000

Registre No. 2530

Localización del Ventilador: Hama III - 14

Valor real del gasto de aire : 41.27 m³ /seg

Valor real del gasto masico de aire: 53.51 Kg /seg

Masa calor del aire seco : 28.26 g/mole

Tipo de flujo del aire en la mina: Turbulento

R.A.M.A				VALOR DE LOS GASTOS	
NO.	MURO	MURO	TIPO	NORMAL-REAL (m ³ /seg)	MASICO (Kg/seg)
1	1	2	R	20.89	26.81
2	1	17	R	20.70	26.62
3	1	10	R	21.28	27.13
4	2	3	R	20.89	26.81
5	2	4	R	20.89	26.81
6	4	5	R	18.93	24.05
7	4	11	R	4.70	5.98
8	5	6	R	12.17	15.48
9	5	9	R	5.02	6.37
10	5	7	R	11.82	14.94
11	6	10	R	4.70	5.98
12	7	11	R	11.82	14.94
13	8	9	R	5.02	6.37
14	8	12	R	4.70	5.98
15	9	10	R	12.17	15.48
16	9	13	R	2.02	2.56
17	10	11	R	14.20	17.93
18	10	14	R	4.70	5.98
19	11	10	R	11.82	14.94
20	11	10	R	41.27	52.51
21	12	13	R	12.17	15.48
22	12	16	R	12.17	15.48
23	13	14	R	12.17	15.48
24	14	15	R	12.17	15.48
25	15	17	R	41.27	52.51

E.L.R. = RESISTENCIA V = VENTILADOR

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

Masa Voluminica del Aire : 1.2240 Kg/m³Aceleracion de la gravedad : 9.8100 m /seg²

Precision de los calculos Precision-Gasto : 1.00000 E-001 - 2.0000 E-001

Ventilador propuesto : HARRY 1800 HDM

Reglaje No. 2330

Ionizacion del Ventilador: Hama 14 - 20

Valor real del gasto de aire : 43.71 m³ /seg

Valor real del gasto maximo de aire: 44.48 Kg /seg

Masa molar del aire seco : 28.96 g/mole

tipo de flujo del aire en la mina: Turbulente

R.A.M.A				VALOR DE LOS GASTOS	
NO.	NUDD	NUDD	TIPO C11	NORMAL-REAL (m ³ /seg)	MASICO (Kg/seg)
1	1	2	R	21.42	22.00
2	1	17	R	21.42	22.40
3	1	20	R	43.86	44.48
4	2	3	R	21.25	22.00
5	3	4	R	21.19	22.00
6	4	5	R	16.14	16.76
7	4	11	R	0.07	0.24
11	7	6	R	13.00	13.00
9	7	9	R	3.16	3.27
10	6	7	R	0.70	0.12
11	6	10	R	4.23	4.37
12	7	11	R	0.02	0.12
13	11	9	R	10.31	10.63
14	11	12	R	0.70	0.39
15	9	10	R	16.05	17.14
16	9	13	R	3.33	3.44
17	10	11	R	20.43	20.71
18	10	14	R	4.34	4.00
19	11	13	R	0.04	0.10
20	11	15	R	43.17	44.48
21	12	13	R	16.44	17.09
22	12	16	R	21.62	22.48
23	13	14	R	13.13	13.60
24	14	15	R	0.00	0.10
25	15	16	V	43.71	44.48

LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS DIFERENTES SIMULACIONES EFECTUADAS UTILIZANDO EL PAQUETE INFORMATICO VENTITEC 2.1 INDICAN QUE NO HAY NECESIDAD DE TRABAJAR CON GASTOS IMPUESTOS EN LAS ZONAS EN EXPLOTACION, EN CONSIDERACION A QUE LOS FLUJOS DE AIRE OBTENIDOS EN ESTOS SITIOS PERMITEN MANTENER UNA ATMOSFERA DE TRABAJO ADECUADA, YA QUE SE ELIMINA DE MANERA CONSIDERABLE EL RIESGO RADIOLOGICO PRODUCTO DE LA DESINTEGRACION DEL RADON 22:

LOS CALCULOS FUERON REALIZADOS CONSIDERANDO VARIOS MODELOS FISICOS DEL COMPORTAMIENTO DEL AIRE; SIN EMBARGO, UNICAMENTE SE ANEXAN AQUELLOS EN DONDE SE CONSIDERA EL MODELO FISICO DEL AIRE COMPRESIBLE, HUMEDO Y DE CARACTERISTICAS TURBULENTAS, POR SER EL QUE MAS SE AFEJA A LAS CONDICIONES REALES DEL PROYECTO.

POR OTRA PARTE, PARA LLEVAR A CABO LAS SIMULACIONES DE LOS CIRCUITOS DE VENTILACION, SE TRABAJO CON LOS MODELOS DE VENTILADOR BERRY 1400 Y 1500 HDM, PROPORCIONANDO ESTOS LOS MEJORES RESULTADOS DE ENTRE 10 VENTILADORES SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO. CABE ACLARAR QUE ESTA SELECCION SE REALIZO CON BASE EN LAS CURVAS DE OPERACION DE LOS VENTILADORES PROPORCIONADAS POR EL PAQUETE.

DE ESTA MANERA Y COMO SE INDICO EN EL CAPITULO ANTERIOR, SE PROPUSIERON DOS SISTEMAS GLOBALES DE VENTILACION PARA LA MINA FUERTO III. DEL PRIMERO LOS RESULTADOS MAS SATISFACTORIOS SE OBTUVIERON DE LAS ALTERNATIVAS 4 Y 5. EN VIRTUD DE EL SEGUNDO LOS MEJORES RESULTADOS SE OBSERVAN EN LAS ALTERNATIVAS NOS. 7 Y 8.

LAS TRES PRIMERAS PROPUESTAS FUERON DESECHADAS EN VIRTUD DE QUE EN LA PRIMERA SE REGISTRO UN FLUJO MEDIO DE AIRE EN LAS GALERIAS SECUNDARIAS DEMASIADO RAQUITICO DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DE AIRE; EN LA OPCION NO. 2, SE REPORTO UNA INVERSION DE CORRIENTE EN LA GALERIA CENTRAL DE ACARREO, MISMA QUE ORIGINABA QUE EL VENTILADOR PRINCIPAL OPERARA COMO RECEPTOR, Y EN EL CASO DE LA ALTERNATIVA NO. 4 EN LAS RAMAS 3-10 Y 12-16 SE ENCONTRARON CORRIENTES REVOLVENTES QUE CAUSABAN QUE EL VENTILADOR FUNCIONARA NUEVAMENTE COMO RECEPTOR.

DEL ANALISIS DE LOS CASOS 4 Y 5, SE DETERMINA QUE LA MEJOR OPCION SE OBTIENE DE LA ALTERNATIVA NO. 4, PUESTO QUE ESTA CONSIDERA EN SUS CALCULOS LA EXISTENCIA DE LA GALERIA CENTRAL DE ALARREO DE LA MINA, MIENTRAS QUE LA NO. 5 LA ELIMINA.

LA PROPUESTA NO. 5 FUE DESCARTADA DEBIDO A LOS BAJOS FLUJOS DE AIRE OBTENIDOS EN LOS REBAJES Y CONSIDERANDO QUE EN LAS RAMAS LOS GASTOS SON MUY BAJOS, DEL ORDEN DE LOS 1.10 Y 3.94 METROS CUBICOS POR SEGUNDO.

RESPECTO A LAS ALTERNATIVAS 7 Y 8, LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON SEMEJANTES Y AMBOS PROPORCIONAN UN GASTO DE AIRE SUFICIENTE PARA LA VENTILACION DE LA MINA; SIN EMBARGO, PARA ESTE SISTEMA SE PROPUSO EL CUELE DE UN CONTRAPOZO EN EL EXTREMO DEL YACIMIENTO, LO QUE REPRESENTA UNA INVERSION EXTRA EN EL CASO DE COMPARARLAS CON LAS ANTERIORES OPCIONES (4 Y 5). POR OTRA PARTE, EN ESTAS ALTERNATIVAS SE REGISTRO UN GASTO MEDIO DE AIRE EN LAS ZONAS EN EXPLOTACION MUY INFERIOR AL OBTENIDO EN LA ALTERNATIVA NO. 4, CASO CONTRARIO AL OBSERVADO EN LOS FLUJOS DE AIRE EN LAS RAMPA'S DE ACCESO, DONDE EL GASTO REAL ES MENOR EN ESTA ALTERNATIVA QUE EN LOS CASOS 7 Y 8.

DE ESTA MANERA, SE PROCEDIO A REALIZAR UN CALCULO A NIVEL COMPUTADORA DE LA DISTRIBUCION DE AIRE EN LA MINA, EMPLEANDOSE EL CRITERIO DE TEMPERATURAS HUMEDAS. LOS RESULTADOS OBTENIDOS MUESTRAN QUE UN AUMENTO GRADUAL DE LA TEMPERATURA, EN LA ALTERNATIVA NO. 4, PRODUCE UNA VARIACION POSITIVA EN LOS FLUJOS DE AIRE EN LA MINA, MIENTRAS QUE EN LAS ALTERNATIVAS 7 Y 8 ESTA VARIACION REGISTRA UNA PEQUENA DISMINUCION EN LA DISTRIBUCION DE GASTOS.

EN RESUMEN, PODEMOS DECIR QUE LA ALTERNATIVA NO. 4 REPORTA LOS MEJORES RESULTADOS PARA VENTILAR LA MINA FUERTO III, PROPORCIONANDO UNA ATMOSFERA AFROPIADA EN LAS ZONAS DE TRABAJO, ASI COMO UN MEJOR CONTROL Y PREVENCION DE LOS RIEGOS RADIACTIVOS (ADEMAS DE QUE NO HAY LA NECESIDAD DE REALIZAR INVERSIONES ADICIONALES, YA QUE EL CIRCUITO DE VENTILACION SE DISEÑO EMPLEANDO LAS OBRAS DE PREPARACION Y DESARROLLO DE LA MINA); SIN EMBARGO Y DADO QUE EL ESTUDIO PERMANECE A NIVEL DE PROYECTO, ES DIFICIL PROPORCIONAR RESULTADOS CONCLUYENTES Y LA INFORMACION QUE SE HA OBTENIDO QUEDA SUPEDITADA A EFECTUAR UN FUTURO CALCULO DE TEMPERATURAS HUMEDAS EN LOS NUDOS Y AL REGISTRO DE ALTITUDES DE LOS MISMOS.

A CONTINUACION SE PRESENTA EL RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS 8 ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA VENTILAR LA MINA PUERTO III.

RESUMEN DE RESULTADOS

NUMERO DE ALTERNATIVA	MODELO VENTILADOR	GASTO REAL DE AIRE	
		PROPORCIONADO POR EL VENTILADOR	MEDIO EN LAS ZONAS EN EXPLOTACION
1	BERRY 1400	44.24	2.18
2	BERRY 1500	56.82	2.41
3	BERRY 1500	52.82	4.29
4	BERRY 1500	35.89	8.97
5	BERRY 500	35.85	8.96
6	BERRY 1400	52.41	3.78
7	BERRY 1500	41.77	5.22
8	BERRY 1500	41.71	5.37

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

LAS MULTIPLES EXPERIENCIAS DESARROLLADAS A NIVEL INTERNACIONAL HAN PERMITIDO DETERMINAR DOS METODOS EFECTIVOS EN EL COMBATE COTIDIANO CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LAS EXPLOTACIONES SUBTERRANEAS DE MINERALES RADIATIVOS, EL PRIMERO CONSISTE EN EL RESPETO DE LOS NIVELES INDIVIDUALES DE DOSIMETRIA RECOMENDADOS POR ALGUNA DE LAS INSTITUCIONES INTERNACIONALES EXPERTAS EN LA MATERIA, COMO LA CIPR. EL SEGUNDO SE BASA EN LA INCORPORACION DE UN SISTEMA DE VENTILACION QUE PERMITA DESALOJAR AL MAXIMO POSIBLE EL RADON 222 Y SUS PRODUCTOS DE FILIACION DE LA ATMOSFERA DE LA MINA. PRINCIPALES CONTAMINANTES RADIATIVOS EN ESTE TIPO DE TRABAJOS.

DEL ANALISIS DE RESULTADOS DE LOS DOS SISTEMAS GLOBALES PROPUESTOS PARA VENTILAR LA MINA PUERTO III, SE CONCLUYE QUE DEL PRIMER CIRCUITO LA ALTERNATIVA NUMERO 4 PROPORCIONA LOS MEJORES RESULTADOS, EN TANTO QUE PARA EL SEGUNDO, LAS OPCIONES 7 Y 8 PRESENTAN LOS RESULTADOS MAS SATISFACTORIOS.

CON EL PROPOSITO DE DETERMINAR CUAL DE ESTAS TRES ALTERNATIVAS CUMPLIA DE MANERA MAS ESTRECHA CON LOS REQUERIMIENTOS DE AIRE CALCULADOS, SE PROCEDIO A EFECTUAR UNA SIMULACION POR COMPUTADORA DE LA DISTRIBUCION DEL AIRE EN LA MINA, EMPLEANDOSE EL CRITERIO DE TEMPERATURAS HUMEDAS. LA INFORMACION OBTENIDA MOSTRO QUE UN AUMENTO GRADUAL DE LA TEMPERATURA EN LA OPCION 4 PRODUCE UNA VARIACION POSITIVA EN LOS FLUJOS DE AIRE EN LA MINA, MIENTRAS QUE EN LAS ALTERNATIVAS 7 Y 8 ESTA VARIACION REGISTRA UNA PEQUENA DISMINUCION EN LA DISTRIBUCION DE LOS GASTOS.

POR OTRO LADO, EN LAS OPCIONES 7 Y 8 SE PLANTEA LA NECESIDAD DE COLAR UN CONTRAPESO EN UNO DE LOS EXTREMOS DEL YACIMIENTO, LO QUE REPRESENTARIA UNA INVERSION ADICIONAL CON RESPECTO A LA ALTERNATIVA NO. 4. RAZON POR LA CUAL ESTAS PROPUESTAS QUEDAN DESCARTADAS.

EN SINTESIS, SE PUEDE INDICAR QUE LA ALTERNATIVA NUMERO 4 REPORTA LOS MEJORES RESULTADOS, CONSIDERANDO QUE LOS GASTOS REGISTRADOS TANTO EN LAS RAMPAS DE ACCESO COMO EN LAS ZONAS DE TRABAJO (DEL ORDEN DE LOS 35.89 Y 8.97 M3/SEG.) PERMITEN MANTENER UNA ATMOSFERA PROPICIA PARA LOS TRABAJADORES, ASI COMO LA OPTIMA DILUCION DE LOS POLVOS RADIATIVOS, DEL RADON 222 Y SUS PRODUCTOS DE FILIACION.

ES IMPORTANTE SENALAR QUE EL ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS URANIFEROS DEL PAIS PERMANECE AUN A NIVEL DE PROYECTO, Y QUE LOS UNICOS ORGANISMOS QUE ACTUALMENTE REALIZAN LABORES CON RELACION AL EMPLEO DE LA ENERGIA NUCLEAR EN MEXICO SON EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES (ININ) Y LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE) PROPIAMENTE EN EL ARRANQUE DE OPERACIONES DE LA CENTRAL NUCLEOELECTRICA DE LAGUNA VERDE, VER.

FOR OTRA PARTE, EL CONSEJO DE RECURSOS MINERALES CONTINUA CON SU LABOR DE PROSPECCION DE YACIMIENTOS DE MINERALES RADIATIVOS, PRINCIPALMENTE EN LOS ESTADOS DE NUEVO LEON, TAMAULIPAS, OAXACA Y EN LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA. POR LO QUE SE REFIERE A LA COMISION DE FOMENTO MINERO, ENCARGADA DEL SEGUIMIENTO DE LOS PROYECTOS DEFINIDOS POR URAMEX, SE PUEDE DECIR QUE A LA FECHA DE REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO, NO SE HADIA REALIZADO NINGUNA ACTIVIDAD AL RESPECTO, EN VIRTUD DE QUE EL GOBIERNO FEDERAL A TRAVES DE LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO NO HA ASIGNADO PRESUPUESTO PARA SU REALIZACION.

DE ESTA FORMA, LA INFORMACION OBTENIDA DE LAS DIFERENTES SIMULACIONES REALIZADAS PARA VENTILAR LA MINA PUERTO III PERMANECE CON CARACTER PROVISIONAL, QUEDANDO SUPEDITADA A REALIZAR UN FUTURO CALCULO DE TEMPERATURAS HUMEDAS EN LOS NUDOS Y UN REGISTRO FISICO SOBRE EL TERRENO DE LAS ALTITUDES DE LOS MISMOS.

CABE MENCIONAR QUE LA FUENTE DE INFORMACION SE OBTUVO DE LOS ESTUDIOS ELABORADOS POR URAMEX, POR LO CUAL ES RECOMENDABLE EFECTUAR UNA RE-EVALUACION DE LA MISMA CON EL PROPOSITO DE CONFIRMAR SU VERACIDAD.

COMO EJEMPLO CLARO DE LA INCERTIDUMBRE QUE PRESENTAN ESTOS ESTUDIOS, Y PARTICULARMENTE EN EL CASO DEL PROYECTO DE EXPLOTACION Y BENEFICIO DEL COMPLEJO MINEO-METALURGICO FENA BLANCA, SE PUEDEN SENALAR LOS CAPITULOS DE SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION EN LA MINA PUERTO III, EL DISEÑO DE PILARES REALIZADO PARA LA MISMA, Y EL CALCULO EFECTUADO PARA DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS DE EQUIPO DE REZAGADO.

CON RESPECTO AL SISTEMA DE MINADO, SE PUEDE INDICAR QUE EL METODO DE CUARTOS Y PILARES NO ES EL MAS APROPIADO PARA MANTENER UNA BUENA VENTILACION EN LA MINA. EN RELACION AL CALCULO Y DISEÑO DE PILARES, ES IMPORTANTE CITAR QUE EN ESTOS NO SE CONSIDERO LA EXISTENCIA DE UN HORIZONTE ARQUEADO SUPRAYACIENDO EL YACIMIENTO, LO QUE EN PRIMERA INSTANCIA NO PERMITIRIA LA RECUPERACION DE PILARES PROPUESTA POR URAMEX. ADICIONA QUE LAS

DIMENSIONES Y EL ESPACIAMIENTO ENTRE LOS MISMOS SE REDUCIRIAN A LAS CALCULADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO. FINALMENTE, EN LOS CALCULOS DE EQUIPO DE REZAGADO EFECTUADOS POR URAMEX, SE PROPONE LA ADQUISICION DE 3 CARGADORES FRONTALES, AUN CUANDO LA DEMANDA DE MINERAL A LA PLANTA DE BENEFICIO SE VE SATISFECHA CON LA OPERACION DE 2 SCOOP-TRAM (DE 3 Y 1.5 YD3 DE CAPACIDAD) COMO SE DESCRIBE EN EL CAPITULO RESPECTIVO.

RECOMENDACIONES

CON LA ENTRADA EN OPERACION DE LA CENTRAL NUCLEOELECTRICA DE LAGUNA VERDE, VER., ES NECESARIO IMPLEMENTAR UN NUEVO PROGRAMA DE DESARROLLO URANIFERO EN EL PAIS, CON EL PROPOSITO DE DISPONER DE LA MATERIA PRIMA SUFICIENTE PARA EL FUNCIONAMIENTO DE DICHA PLANTA, ASICOMO EVITAR UNA DEPENDENCIA TECNOLOGICA DEL EXTERIOR, LO CUAL DE ALGUNA FORMA FRENARIA EL DESARROLLO PARA LA UTILIZACION DE LA ENERGIA NUCLEAR EN LA GENERACION DE ELECTRICIDAD EN MEXICO.

ESTE PROGRAMA DEBERA ESTAR CUIDADOSAMENTE ESTRUCTURADO, CONTEMPLANDOSE DESDE LAS ETAPAS DE EXPLORACION HASTA LAS DE BENEFICIO, Y TOMANDO COMO BASE LOS ESTUDIOS ELABORADOS POR EL EXTINTO ORGANISMO URANIO DE MEXICO. CON EL FIN DE CONFIRMAR O AMPLIAR EL TONELAJE CALCULADO EN LAS RESERVAS PROBABLES, PROPONEMOS QUE SE LLEVE A CABO UNA EXPLORACION MAS DETALLADA EN LAS ZONAS EN DONDE SE HAN REGISTRADO ANOMALIAS RADIATIVAS, TALES COMO LAS AREAS DE FUERTO IV Y V, TECOLOTES, CUEVA AMARILLA, NOPAL III, PENA BLANCA 17, TASCATES II Y LAGUNA DEL DIABLO.

ES IMPORTANTE INDICAR QUE ENTRE LOS PROYECTOS QUE REPORTAN MAYOR POTENCIALIDAD SE ENCUENTRA EL DE PENA BLANCA, EN DONDE SE ESTIMA UN TOTAL DE RESERVAS POSITIVAS Y PROBABLES POR 2'228,892 TONELADAS DE MINERAL, LO QUE PERMITE DEFINIR UNA VIDA UTIL DE CASI 11 AÑOS A UN RITMO DE PRODUCCION DE 214,500 TONELADAS POR AÑO.

DENTRO DEL PROGRAMA DE EXPLOTACION, DEBERA PONERSE ENFASIS PRINCIPALMENTE EN LA SEGURIDAD DEL PERSONAL QUE LABORARA EN ESTA OPERACION, DESTACANDO LA OPTIMIZACION DE LOS SISTEMAS DE VENTILACION, PARA MANTENER DENTRO DE LOS NIVELES PERMITIDOS DE CONTAMINANTES EN ESTE TIPO DE TRABAJOS. CONSIDERANDO QUE AUN NO EXISTE EN NUESTRO PAIS NINGUN LINEAMIENTO SOBRE PROTECCION RADIOLOGICA EN LAS EXPLOTACIONES DE MINERALES RADIATIVOS, RECOMENDAMOS TOMAR COMO BASE LA NORMATIVIDAD SUGERIDA POR LA CIBR; ASIMISMO, PROPONEMOS QUE SE INCORPORE DENTRO DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS DE LAS MINAS, TITULO CUARTO CAPITULO "VENTILACION, GASES Y CONTROL DE POLVOS" EL ESTABLECIMIENTO DE UN LIMITE MAXIMO DE TAMAÑO DE PARTICULA, YA QUE EN ESTE DOCUMENTO NO SE HACE NINGUNA REFERENCIA AL RESPECTO.

ANUNDO A LOS METODOS DE RADIOPROTECCION UTILIZADOS EN LAS MINAS, SE TIENDE TAMBIEN QUE ATENDER LA SEGURIDAD DEL PERSONAL QUE TRABAJARA EN LOS PROCESOS QUE SIGUEN AL DE EXTRACCION.

INDEPENDIENTEMENTE DE LO COMENTADO CON ANTERIORIDAD, EL DESARROLLO URANIFERO DEL PAIS DEBERA ENFOCARSE HACIA LA BUSQUEDA DE NUEVOS CAMINOS QUE NOS PERMITAN ELIMINAR LA DEPENDENCIA EN CUANTO A LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA POR LOS METODOS TRADICIONALES (HIDRAULICOS O A TRAVES DEL USO DE COMBUSTIBLES DE ORIGEN ORGANICO) SIN DESCUIDAR POR NINGUNA RAZON LA SEGURIDAD DE LA POBLACION, PARA LO CUAL SE TENDRAN QUE IMPLEMENTAR LAS NORMAS QUE RIGEN ESTAS ACTIVIDADES A NIVEL INTERNACIONAL.

BIBLIOGRAFIA

- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. INFORME DE LABORES 1985-1986. MEXICO, D.F. 1987.
- SALAS, GUILLERMO P.. GEOLOGIA ECONOMICA DE MEXICO. FONDO DE CULTURA ECONOMICA, PRIMERA EDICION, MEXICO, D.F. 1988.
- URANIO MEXICANO. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO PENA BLANCA. MEXICO, D.F. 1961.
- CUMMINS, ARTHUR B.; GIVEN, IVAN, MINING ENGINEERING HANDBOOK. VOL. 1, S.M.E. MUDD SERIES, NUEVA YORK, 1973.
- DANA, EDWARD S.; FORD, WILLIAM E., TRATADO DE MINERALOGIA, CIA. EDITORIAL CONTINENTAL, S.A., 13VA. REIMPRESION, MEXICO, 1986.
- TINCELIN, EDOUARD, SELECCION DE METODOS DE EXPLOTACION PARA YACIMIENTOS DE POCA INCLINACION. ANALES DE MINAS, PARIS, 1983.
- DEJEAN, M., EXPLOTACION POR CUARTOS Y PILARES. ANALES DE MINAS, PARIS, 1986.
- A. I. M. N. G. M., MEMORIAS DE LA X CONVENCION NACIONAL. CHIHUAHUA, MEXICO, 1973.
- YOUNG, GEORGE, JOSEPH, ELEMENTS OF MINING. CUARTA EDICION. MCGRAW HILL BOOK COMPANY INC., NUEVA YORK, 1946.
- COMITE CIENTIFICO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS DE RADIACIONES ATOMICAS. REPORTE ANUAL 1977. O.N.U., NUEVA YORK, 1978.
- HYDRO, REPORTE ANUAL DE INFORMACION RADIOLOGICA. ONTARIO, CANADA, 1978-1979.

-COMITE DE SALUD E HIGIENE PARA LA PREVENCION DE RADIACIONES IONIZANTES, REPORTE EDH-38, FONTAINE AUX ROSES, FRANCIA, 1979.

-POCHIN, E. E., EVALUACION DE RIESGOS, BOLETIN MEDICO BRITANICO DE ASPECTOS RADIOLOGICOS, LONDRES, 1975.

-MEYERS, D.K.; BERNARD, J.M., LA ENERGIA ATOMICA Y LOS PELIGROS RADIOLOGICOS, ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS, CONSULADO FRANCES DE LA ENERGIA ATOMICA, SERVICIO DE PROTECCION DE INSTALACIONES NUCLEARES, PARIS, 1980.

-COMISARIADO FRANCES DE ENERGIA ATOMICA, REGLAMETACION CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES, FRANCIA, 1985.

-HATCH, R., DOCUMENTO S.I.M. SOBRE VENTILACION EN LOS TRABAJOS MINEROS, DENVER, COLORADO, 1985.

-LEGISLACION MINERA, MEXICO, D. F., 1979.

-INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO E INSTRUCTIVOS, MEXICO, D. F., 1987.