

06.85.20

CNEA-AC 44/85

REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad

MINISTERIO DE ACCION SOCIAL

Dirección Nacional de Calidad Ambiental

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ingeniería

Curso de Post-Grado en
Protección Radiológica y Seguridad Nuclear

TEMAS: TECNICA DE EVALUACION, DE LAS CONDICIONES RADIOLOGICAS,
EN UN COMPLEJO MINERO FABRIL DE EXTRACCION Y CONCENTRA-
CION DE URANIO.

VISITA AL COMPLEJO FABRIL CORDOBA.

Trabajos Prácticos

MENOSSI, C.A.

ESCRIBANO, T.L.

JORDAN, O.D.

JOLIVET, L.

Osvaldo Danilo

Buenos Aires

1985

TRABAJO PRACTICO

Evaluación de la Seguridad Radiológica en el Complejo Minero-Fabril San Rafael.

Objetivo del trabajo

Esta práctica tiene como propósito permitir la familiarización con las técnicas utilizadas habitualmente en la evaluación de las condiciones radiológicas de ambientes de trabajo y del medio ambiente de un complejo minero-fabril de extracción y concentración de uranio. Consiste en realizar el muestreo y medición de aerosoles suspendidos en aire de los ambientes de trabajo y del medio ambiente circundante para determinar las concentraciones de uranio en aire; obtener muestras de "barrido" superficial para conocer los niveles de contaminación superficial de uranio (sweep-test); efectuar muestreos de líquidos de drenaje de la planta y, de posibles percolaciones de pilas de lixiviación y del dique de estériles, con el fin de conocer la concentración de uranio, si las aguas alcanzan áreas no restringidas.

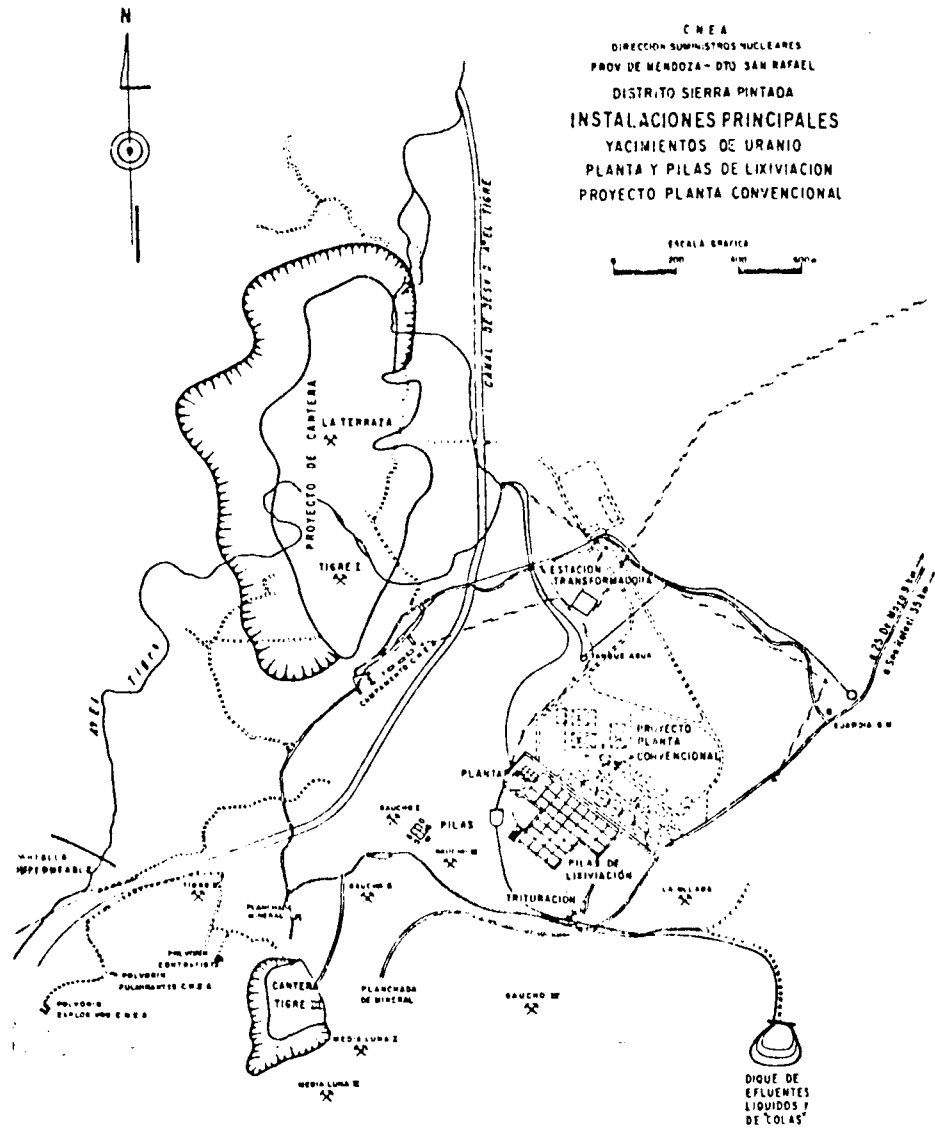
Al mismo tiempo se efectuarán mediciones de los campos de radiación producidos en las operaciones de extracción, molienda, carga de pilas y almacenaje del concentrado.

Los resultados de las mediciones previstas, se compararán con límites establecidos para cada caso.

Ubicación del Complejo

El complejo minero-fabril San Rafael está ubicado a 9 km del pueblo de 25 de Mayo y a 35 km de la ciudad de San Rafael, dentro del Distrito uranífero de Sierra Pintada, y que comprende las manifestaciones uraníferas que se encuentran dispersas en la Sierra de Las Peñas, valle del arroyo El Tigre, Cuesta de los Terneros y que llegan hasta la zona de El Nihuil.

Dentro de él se evidenciaron las manifestaciones de Tigre I, II, III, Gaucho I, II y III; Media Luna I, II, III y IV; Los Reyunos, La Ollada, etc, que integran actualmente los yacimientos nucleares



"Dr. Bauliés" y "Los Reyunos" que cubren una superficie de 9,6 Km².

Las leyes fluctúan desde 0,8% hasta 2,5% de U₃ O₈ en los niveles mas ricos, resultando una ley media de 1% de U₃ O₈.

La estimación de reservas certificadas a la fecha, factibles de aprovechamiento económico inmediato, es de mas de 15.000 t para el cuerpo principal Tigre I, La Terraza y otras 3.000 t en varios cuerpos periféricos.

En el yacimiento Tigre III (uno de los cuerpos periféricos) se practicó, sobre el sector aflorante, un ensayo de explotación de cantera menor.

Las reservas de este yacimiento totalizan mas de 780 t de U₃ O₈ (ley media 1% de U₃ O₈).

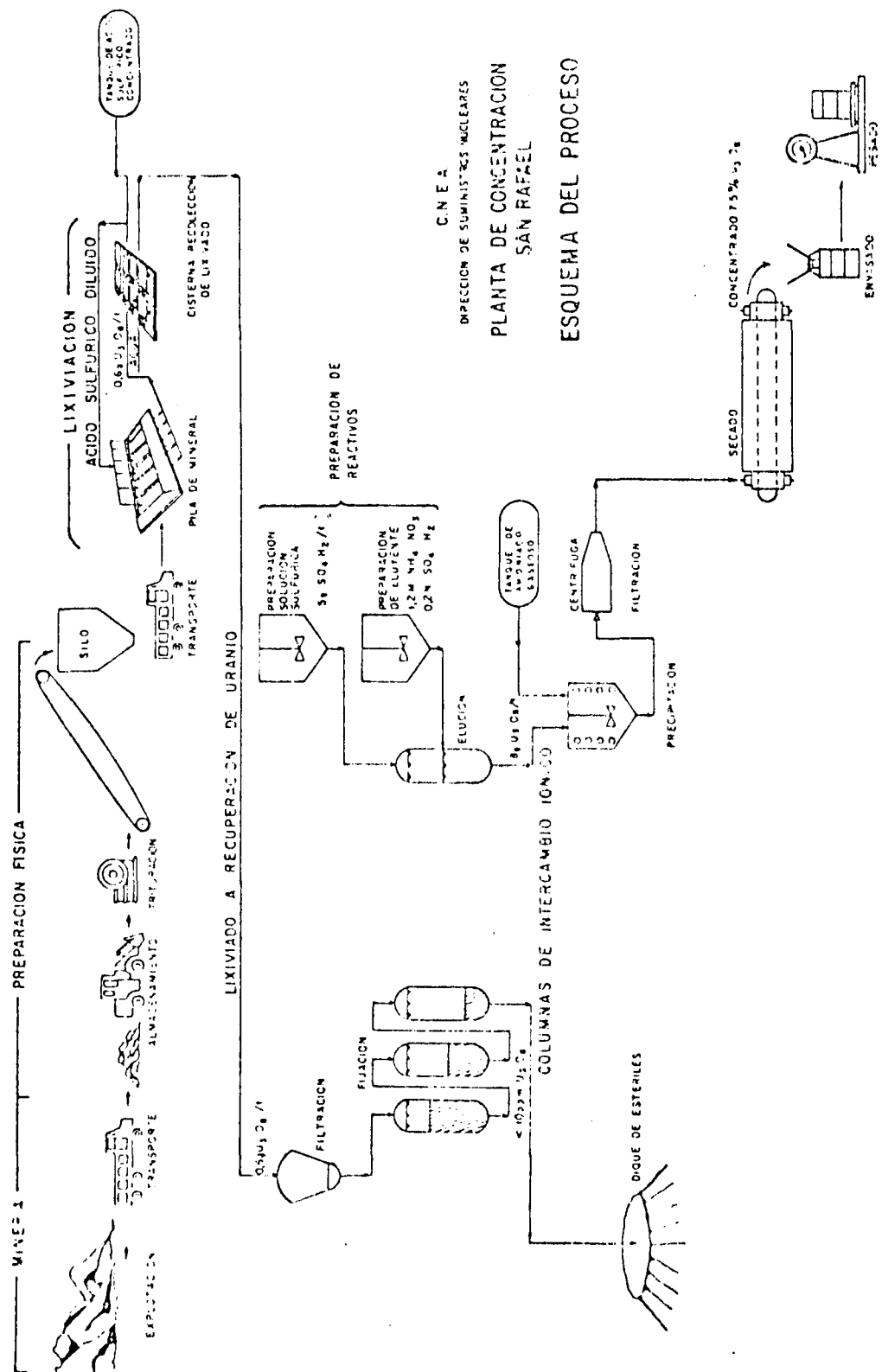
El mineral se clasifica en dos categorías, el tercio con mejor ley es enviado a Planta Malargue para su procesamiento; el resto, con ley aproximada de 0,7% de U₃ O₈, se envía a las pilas de lixiviación de la Planta San Rafael muy cercana a la cantera Tigre III.

Descripción del proceso

El mineral es extraído de la cantera con un tamaño no mayor que 350 mm de diámetro una vez realizada su clasificación por el control geológico, es reducido a un silo de almacenaje con cinta transportadora y cargado sobre camiones que lo conducen hasta la planchada de lixiviación.

Allí se han preparado 40.000 m² de terreno convenientemente impermeabilizado y con adecuada pendiente para permitir la circulación de las soluciones.

El mineral es apilado sobre la planchada conformando unidades operativas de 7.000 t; el ataque sulfúrico se realiza bombeando solución de ácido sulfúrico desde la cisterna-depósito hasta la superficie de las pilas. El pasaje descendente de la solución a través del mineral produce la solubilización del uranio, siendo recogida en canales colectores que las conducen hasta las cisternas-depósito desde donde son recirculadas hasta la pila correspondiente, hasta



C.N.E.A.
 DIRECCION DE SUMINISTROS NUCLEARES
 PLANTA DE CONCENTRACION
 SAN RAFAEL
 ESQUEMA DEL PROCESO

alcanzar una concentración de uranio adecuada para la etapa de recuperación por resinas de intercambio iónico.

Esta etapa consta fundamentalmente de 4 columnas de lecho estático cargadas con resina IRA, y operan en forma continua.

El uranio en solución (0,6 gr U_3O_8 /l) proveniente de las cisternas de acondicionamiento se fija en dicha resina a razón de 35 Kg U_3O_8 por m^3 .

La reextracción del uranio de las columnas (elución), se realiza con una solución de nitrato de amonio y ácido sulfúrico la cual extrae el uranio fijado en la resina concentrándolo a 8 gr U_3O_8 /lt; esta solución se envía a un tanque de precipitación donde con aumento de temperatura y adición de amoníaco, se precipita el uranio bajo la forma de diuranato de amonio con un contenido promedio de 75% de U_3O_8 (yellow-cake).

Este precipitado se envía luego a la etapa de secado, donde mediante una centrífuga se separa parte del líquido hasta alcanzar una pasta con el 50% de humedad, la cual es conformada mediante un extrusor en forma de "pellets", los que son secados en un horno eléctrico de banda continua hasta alcanzar una humedad no mayor del 10%.

La descarga del horno se hace en una tolva provista, en su parte inferior, de un equipo que tritura el concentrado a 6 mm, pasando luego por gravedad al tambor de envase.

Toda esta etapa de secado y envasado ha sido diseñada para evitar la manipulación directa del producto, y sus instalaciones están confinadas en un local separado físicamente del resto de la planta y con sistemas de ventilación individuales.

La capacidad de producción, con la ley de mineral citada, alcanza aproximadamente a 65 t U_3O_8 /año.

Monitoreos a efectuar

Aerosoles en ambientes de trabajo

Los límites ocupacionales (L.O) de la concentración de uranio en aire, en ambientes de trabajo, se calculan de la siguiente forma:

- El valor máximo permisible de incorporación por inhalación (por toxicidad química) es 2,5 mg por día.
Considerando que una persona respira aproximadamente 10 m³ por día de 8 hs de trabajo (20 l/min), resulta que el límite operacional es 250 µg/m³ para 8 hs de trabajo o bien 500 µg/m³ para 4 hs de trabajo diario.
- El monitoreo se realiza diariamente en diversos puntos de la planta determinados por una secuencia fija de muestreos.
Del mismo, surgen valores de concentración que se toman como "valores tipo" y sirven como señal de alarma cuando se superan.
A título de guía, el valor promedio hallado en los ambientes de trabajo de plantas similares, considerados como aceptables, está por debajo de 100 µg/m³.
- Cuando se detectan concentraciones mayores, se procederá inmediatamente a identificar la fuente y las causas para su posterior eliminación, siendo obligatorias en estos casos, trabajar con cubrebocas, guantes, gorros y otros elementos de protección.

Aerosoles en las inmediaciones de la instalación

Cuando se construye una instalación de concentración de uranio se deben adoptar una serie de medidas tendientes a reducir al mínimo las posibles descargas al medio ambiente durante la operación normal. Estas descargas deben ser tales que puede asegurarse el cumplimiento de las Normas Básicas de Seguridad Radiológica y Nuclear, vigentes en el país. Es por ello que se debe implementar un adecuado control de las descargas de material radioactivo al ambiente efectuado por la instalación, y un programa de vigilancia ambiental en los alrededores de la misma. Como este programa de monitoreo ambiental se basa en procedimientos de muestreo y determinación de la concentración de contaminación en el ambiente, se deben fijar los llamados Límites Operativos Derivados para poder compararlos con los resultados obtenidos. La no superación de estos LOD que corresponden a los límites de dosis establecidos en las normas, implica la virtual certeza del cumplimiento de las mismas. Debe tenerse en cuenta que los niveles indicados por los LOD se refieren a contaminaciones producidas por la instalación y deben di-

ferenciarse de las concentraciones naturales del lugar.

Por otra parte, el monitoreo de las descargas permite estimar la cantidad de material liberado y evaluar la dosis comprometida colectiva con el fin de estimar el detrimento ocasionado a la salud del público en general por el funcionamiento de la instalación. En estos cálculos es necesaria además información general referida a la instalación, características micrometeorológicas, distribución del público, utilización de terreno circundante, etc.

Límites Operativos Derivados

Las autoridades Argentinas basándose en las Normas Básicas de Seguridad Radiológica y Nuclear (publicación SI N°11 de la CNEA) y teniendo en cuenta la utilización del medio ambiente por el público emplea los Límites Operativos Derivados (LOD) cuya forma de cálculo se detalla a continuación:

L.O.D. en aire

En las normas vigentes se incluyen los valores de absorción anual máxima admisible por ingestión y por inhalación. De ellas puede deducirse los LOD teniendo en cuenta el ritmo respiratorio y asumiéndose la permanencia, en el lugar, de público en forma continua.

$$L.O.D \left(pCi \cdot m^{-3} \right) = \frac{\text{Máximo anual por inhalación } \mu Ci \cdot a^{-1}}{20 \cdot m^3 \cdot d^{-1} \times 365 \cdot d \cdot a^{-1} \times 10^{-6} \mu Ci \cdot pCi^{-1}}$$

Por lo tanto los LOD en aire, expresados en $pCi \cdot m^{-3}$, serán

	Soluble	Insoluble
Pb-210	4.2	8.2
Ra-226	9.7×10^{-1}	1.8
Rn-222	-	1.0×10^{-4}
Th-230	7.6×10^{-2}	3.6×10^{-1}
U-Nat.	4.5	4.5
	($6.6 \mu g/m^3$)	($6.6 \mu g/m^3$)

Deberá tenerse en cuenta que estos límites están dados para descargas individuales. en caso de mezclas, deberán recalcularse de acuerdo a la composición isotópica.

Para este trabajo práctico se tomarán muestras de aerosoles en los siguientes puntos:

- Ambientes de la planta
- Molienda y envasado
- Zona de piletas
- Pilas de lixiviación
- Cantera
- A 1 Km de la Planta, en la dirección del viento.

Procedimientos de muestreo

La toma de muestra será de 10 minutos o menos cuando la concentración sea muy elevada y se efectuará con una bomba aspiradora tipo Staplex o similar.

Estas bombas aspiradoras consisten en una turbina movida por un motor eléctrico de alta velocidad, que hace pasar aire a través de un papel de filtro de una adecuada retención para cada caso sobre el que luego se realizarán las determinaciones radioquímicas.

El dato entregado por el laboratorio, que analiza el papel de filtro con el que se toma la muestra, está expresado en μg de U, (si lo entrega en μg de U_3O_8 se multiplica por 0.84).

Generalmente el caudal de aspiración de las bombas Staplex es 1m^3 por min. por lo que dividiendo, el dato por 10 se obtiene el valor de concentración de uranio en aire expresado en μg de U/ m^3 . No obstante, se deberá determinar el caudal de aspiración de la bomba con el papel de filtro que se utilizará, realizándose luego las correcciones de caudal necesarias.

Monitoreo de superficies

El control de la contaminación superficial se realiza como medida inicial de protección contra la contaminación interna, producida por el uranio que potencialmente puede ser incorporado.

La suspensión en el aire de partículas de sustancias que contienen uranio finamente divididas forman aerosoles que ingresan al

cuerpo a través del aparato respiratorio. La contaminación interna puede producirse además por la ingestión de material radiactivo o, por absorción a través de heridas abiertas.

Es importante tener en cuenta que la contaminación superficial depende de muchas variables, tales como la naturaleza de la superficie, la naturaleza del contaminante, los hábitos de trabajo de los individuos, etc.

El conocimiento del nivel de contaminación superficial se utiliza como un índice del grado de control que se mantiene sobre las operaciones con material radiactivo. Si el monitoraje superficial de la instalación da como resultado niveles de contaminación inferiores a los valores máximos permitidos, ésto indicará que las medidas de control de la contaminación son buenas.

Los valores recomendados de máxima concentración son los siguientes:

LUGAR	CONTAMINACION ($\mu\text{Ci/cm}^2$)		
	Emisores Alfa de gran toxicidad	Otros emisores Alfa	Emisores Beta
Manos y otras partes del cuerpo	10^{-5}	10^{-5}	10^{-4}
Ropas personales	10^{-5}	10^{-4}	10^{-4}
Áreas activas, ropas de protección, elementos de vidrio, herramientas, etc.	10^{-4}	10^{-3}	10^{-3}
Áreas inactivas	10^{-6}	10^{-4}	10^{-4}
Cuando la contaminación abarca una zona amplia, el máximo recomendado es de 10^{-6} uCi/cm^2 .			

Métodos o técnicas de monitoreo de superficies

Para la vigilancia rutinaria de grandes áreas se usan técnicas de monitoreo directo. El monitoreo indirecto puede ser requerido en situaciones especiales o cuando ha sido detectada, por monitoreo directo, la presencia de contaminación sobre una superficie. El método indirecto permite medir la cantidad de radiactividad removida desde una superficie. La técnica indirecta es particularmente importante en el caso del uranio, donde una fricción de una dada superficie puede permitir descubrir un área contaminada pasada por alto por el método directo; debe prestarse atención cuando se realiza el monitoreo directo de superficies dado que el corto alcance de las partículas alfa en aire puede dar lecturas erróneas, (ya que son completamente atenuadas en materiales con espesores de alrededor de 5 mg/cm²).

Para asegurar que la contaminación alfa es detectada por el método directo, la distancia entre la sonda y la superficie a monitorear no debe exceder los 0,5 cm. Es también importante notar que el movimiento de una sonda sobre una superficie debe ser lento para obtener una lectura representativa.

La velocidad de tránsito de la sonda sobre la superficie no debe exceder los 15 cm por segundo, aunque es preferible una velocidad de tránsito menor, (del orden de 7,5 cm/seg).

Los métodos indirectos incluyen muestras secas, (sweep-test); fregado de grandes áreas; muestras con cintas adhesivas, etc.

Con una técnica de muestra seca, se arrastran normalmente un 10% de la actividad superficial, siendo evaluada la contaminación total aplicando un factor diez.

Para este trabajo práctico se tomarán muestras superficiales en los siguientes puntos:

- Zona de Planta (columnas y precipitación)
- Sector de molienda, secado y envasado
- Laboratorio analítico
- Vestuarios

Procedimientos de muestro

Se tomarán muestras con un papel de filtro, "frotando" una superficie de 30 X 30 cm. Se considerará como 10% la eficiencia del barrido del mismo.

Se envía el papel al laboratorio y se solicita el dato expresado en mg de U.

El cálculo se dispone de la siguiente forma:

$$C = \frac{X \times F}{900 \times 0.10}$$

Donde

C = contaminación superficial de U (en $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$)

X = concentración de uranio en el papel (en mg)

F = actividad específica del concentrado ($7,2 \times 10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{mg}$)

900 cm^2 = superficie barrida con el papel de filtro.

El límite operativo de contaminación superficial es de $5 \times 10^{-5} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$. Para este T.P. se tomarán muestras en los siguientes puntos: Zona de planta (columnas y precipitación)

Sector de molida, secado y envasado.

Laboratorio químico.

Este monitoreo también se puede realizar en forma directa e inmediata con una sonda detectora α de sulfuro de zinc con alarma sónica. Estas sondas tienen generalmente una fuente de calibración que produce un nivel sonoro equivalente al L.O.

Muestreo de aguas

Todas las descargas líquidas efectuadas en zonas no restringidas deberán ser muestreadas, asimismo se controlará el agua de napa muestreando pozos ubicados siguiendo el escurrimiento hidrológico a partir de los lugares donde se encuentran los sistemas de contención de desechos.

También deberán tomarse muestras de escurrimiento superficiales que alcancen áreas no restringidas y de todos los cuerpos de agua, ríos y arroyos que atraviesen el área restringida (se define como escurrimientos superficiales a los líquidos que afloran siguiendo los desniveles del terreno, dentro del área restringida y luego se dirijan a las áreas no restringidas, por la superficie).

Deben tomarse todas las previsiones para asegurar que las muestras representativas sean obtenidas mediante el uso de equipamiento apropiado, en los lugares indicados y utilizando técnicas adecuadas donde se evite toda posibilidad de contaminación de las mismas.

Cuando se toman muestras de descargas líquidas se deberá registrar el volumen descargado por unidad de tiempo a fin de determinar las cantidades de material eliminado y la relación con las concentraciones en los muestreos de los alrededores.

Por otro lado, deberá tenerse en cuenta la dilución en el cuerpo de agua receptor hasta el lugar donde es utilizada o consumida.

L.O.D en aguas

Considerando que la ingestión de agua, por todo concepto se realice sin ningún tratamiento de purificación y que se utilice durante todo el año, puede calcularse, a partir de la absorción máxima admisible por ingestión, los correspondientes LOD

$$LOD \text{ (pCi/l)} = \frac{\text{absorción máxima anual por ingestión } \mu\text{Ci/a}}{2,5 \text{ l/d} \times 365 \text{ d/a} \times 10^{-6} \mu\text{Ci} \cdot \text{pCi}^{-1}}$$

De donde los LOD en aguas, expresados en pCi.l⁻¹, serán:

	Soluble	Insoluble
Ra-226	1.1 X 10 ¹	2.8 X 10 ⁴
Th-230	1.5 X 10 ³	2.8 X 10 ⁴
U-Nat.	1.0 X 10 ³	1.0 X 10 ³
	(1.5 X 10 ³ µg/l)	(1.5 X 10 ³ µg/l)

Deberá tenerse en cuenta que estos límites estan dados para descargas individuales. En caso de mezclas, deberán recalcularse de acuerdo a la composición isotópica.

Es de hacer notar que el empleo de estos valores sólo puede efectuarse cuando se tenga la certeza de que el agua, en ese lugar, solo sea empleada para beber o cocinar alimentos. En el caso de emplearse para riego será necesario conocer sus usos y evaluar la incorporación por parte del público, por esa vía, para poder calcular los respectivos L.O.D.

Para este trabajo práctico se tomarán muestras de agua de los siguientes lugares:

- Efluentes de planta (sumideros)
- Dique de estériles grande
- Afloramientos superficiales (Pilas o Diques)
- Arroyo Tigre

Se tomarán muestras de 100 ml de líquido, en cada lugar. Las muestras se filtraran con papel "banda negra" en el momento de la recolección . .

Medición de exposición gamma

Las mediciones de exposición gamma se realizarón a un metro de altura, utilizando un exposímetro marca Nuclear Enterprises LTD modelo PDR 1 (NE 2601). Los resultados de estas mediciones se compararán con los valores correspondientes al fondo natural de radiación, que según determinaciones anteriores oscilan entre 10 y 15 $\mu\text{R/h}$ para zonas no restringidas.

Dentro de la instalación se deberá para cada caso, conocer el factor de ocupación o permanencia, a fin de poder estimar las dosis recibidas por los trabajadores y compararlas con los límites establecidos (50 mSv/año o 5 rem/año).

En este trabajo práctico se efectuará un mapeo de tasas de exposición en los alrededores de:

- Zona de cantera en explotación (Tigre III)
- Zona de pilas de lixiviación
- Zona de planta
- Complementariamente una medición en zona no restringida (camino público) y otra en la zona de muestreo del Arroyo Tigre.

ANEXO I

Determinación de Uranio en muestras del medio ambiente

Los resultados se expresan en mg de Uranio. La concentración de U en el medio ambiente, está expresada por el cociente de dividir los mg. de Uranio determinados en la muestra, por los metros cúbicos de aire que atravesaron el filtro ó por el volumen de agua analizada.

Procedimiento:

- Se coloca en un crisol de porcelana de 40 X 40 mm, el papel de filtro convenientemente doblado conteniendo la muestra*. Se calienta luego, rápidamente en una mufla a 600°C, hasta obtener cenizas, aproximadamente 15 minutos y sin que el papel entre en combustión. Luego se enfría y con un pincel se pasa cuantitativamente a un vaso de ppdo de 30 ml.
- 2° - Se agregan, con una pipeta, 7 ml de $\text{NO}_3 \text{H}$ 9 M para disolver el uranio y se calienta unos minutos sin que se llegue a ebullición, para no alterar la normalidad del $\text{NO}_3 \text{H}$. Luego se enfría.
- 3° - Se transvasa a un tubo de centrifuga y se agregan con una pipeta, 3 ml de sol. sat. de $\text{NO}_3 \text{Na}$ y 10 ml exactamente medidos de sol. extractante (fosfato de tri-n-butilo al 25% en $\text{Cl}_4 \text{C}$). Luego se tapa bien y se agita enérgicamente durante 2 minutos.
- 4° - Se quita el tapón y se coloca el tubo dentro de una centrifuga, donde se centrifuga de 15 a 20 segundos a 1500 r.p.m.
- 5° - Se extrae, con una pipeta, de la capa orgánica inferior una alícuota exactamente medida (cuando la muestra es poco concentrada se toman 2 ml, sino 1 ml) y se vierten lentamente, cuidando el tiempo de escurrimiento, en un matraz aforado de 10 ml de capacidad.
- (*) Para el caso de aguas se parte de 50 ml que se evaporan en el crisol.

- 5° - Se vierten, con una pipeta previamente enjuagada en alcohol etílico 96° y seca, 2 ml de sol. buffer (sol. de piridina al 50% en alcohol etílico 96°) y luego 2 ml de sol. de D.B.M. (sol. de dibenzoilmetano al 1% en alcohol etílico 96°). Finalmente se enrasa con alcohol etílico 96° y se homogeniza, desarrollándose inmediatamente un color amarillo.
- 7° - Se prepara una sol. en blanco (sin muestra) en un matraz aforado de 10 ml, vertiendo 1 ml de sol. extractante, 2 ml de sol. buffer y 2 ml de sol. de D.B.M. Luego se enrasa con alcohol etílico 96° y se homogeniza.
- 8° - Se determina su lectura fotoespectrométrica en tubo de 11 mm de paso óptico, con longitud de onda 410 mμ y usando como ensayo en blanco la sol. sin muestra preparada en el paso 7°.
- 9° - El resultado de uranio contenido en el papel de filtro se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$U \text{ (mg)} = \frac{p \times 0,01 \times 0,84}{V_o} = \frac{p \times 0,0084}{V_o}$$

Donde:

p : U₃ O₈ presente en 10 ml de sol. (determinada en curva de concentración) en (μg).

V_o: Alícuota de sol. extractante (alícuota orgánica), tomada para desarrollar el color, en ml.

0,84: factor de conversión de U₃ O₈ a U.

MUESTREOS DE AEROSOL

A. AMBIENTE DE LA PLANTA

Lugar de muestreo

.

.

Muestra N°: Hi: Hf:

Caudal inicial: p^3/min . Caudal final: p^3/min

Caudal medio: $\text{p}^3/\text{min} \times 28,37 \text{ l}/\text{p}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{l} =$ m^3/min

Volumen muestreado m^3

Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio

Concentración en aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tiempo ocupacional diario considerado horas

Porcentaje del límite ocupacional %

B. MOLIENDA Y ENVASADO

Lugar de muestreo

.

.

Muestra N°: Hi: Hf:

Caudal inicial: p^3/min . Caudal final: p^3/min

Caudal medio: $\text{p}^3/\text{min} \times 28,37 \text{ l}/\text{p}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{l} =$ m^3/min

Volumen muestreado m^3

Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio

Concentración en aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tiempo ocupacional diario considerado horas

Porcentaje del límite ocupacional %

C. ZONA DE PILETAS

Lugar de muestreo

.

.

Muestra N°: Hi: Hf:

Caudal inicial: p^3/min . Caudal final: p^3/min

Caudal medio: $\text{p}^3/\text{min} \times 28,37 \text{ l}/\text{p}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{l}$ m^3/min

Volumen muestreado m^3

Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio

Concentración en aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tiempo ocupacional diario considerado horas

Porcentaje del límite ocupacional %

D. PILAS DE LIXIVIACION

Lugar de muestreo

.

.

Muestra N°: Hi: Hf:

Caudal inicial: p^3/min . Caudal final: p^3/min

Caudal medio: $\text{p}^3/\text{min} \times 28,37 \text{ l}/\text{p}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{l} =$ m^3/min

Volumen muestreado m^3

Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio

Concentración en aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tiempo ocupacional diario considerado horas

Porcentaje del Límite ocupacional %

E. CANTERA

Lugar de muestreo

Muestra N°: Hi: Hf:

Caudal inicial: $p^3/\text{min.}$ Caudal final: $p^3/\text{min.}$

Caudal medio: $p^3/\text{min} \times 28,37 \text{ l}/p^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{l} = \text{ m}^3/\text{min.}$

Volumen muestreado m^3

Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio

Concentración en aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tiempo ocupacional diario considerado horas

Porcentaje del límite ocupacional %

F. A 1 km EN DIRECCION DEL VIENTO

Lugar de muestreo

Muestra N°: Hi: Hf:

Caudal inicial: $p^3/\text{min.}$ Caudal final: $p^3/\text{min.}$

Caudal medio: $p^3/\text{min} \times 28,37 \text{ l}/p^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{l} = \text{ m}^3/\text{min.}$

Volumen muestreado m^3

Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio

Concentración en aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Porcentaje del límite operativo derivado %

MUESTREO DE SUPERFICIES

A. ZONA DE PLANTA

Lugar de muestreo ;
.
.

1. Medición indirecta Muestra N°.
Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio.
Concentración en superficie $\mu\text{g}/\text{cm}^2 =$ $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$
Porcentaje del límite de concentración permitido %
2. Medición directa
Lectura del instrumento
Concentración en superficie $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$
Porcentaje del límite de concentración permitido %

B. SECTOR DE MOLIENDA, SECADO Y ENVASADO

Lugar de muestreo
.
.

1. Medición indirecta Muestra N°.
Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio.
Concentración en superficie $\mu\text{g}/\text{cm}^2 =$ $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$
Porcentaje del límite de concentración permitido %
2. Medición directa
Lectura del instrumento
Concentración en superficie $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$
Porcentaje del límite de concentración permitido %

C. LABORATORIO ANALITICO

Lugar de muestreo:
.
.

1. Medición indirecta Muestra N°.

Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio.

Concentración en superficie $\mu\text{g}/\text{cm}^2 =$ $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$

Porcentaje del límite de concentración permitido %

2. Medición directa

Lectura del instrumento

Concentración en superficie $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$

Porcentaje del límite de concentración permitido %

D. VESTUARIOS

Lugar de muestreo:
.
.

1. Medición indirecta Muestra N°.

Resultado del análisis en laboratorio μg de uranio.

Concentración en superficie $\mu\text{g}/\text{cm}^2 =$ $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$

Porcentaje del límite de concentración permitido %

2. Medición directa

Lectura del instrumento

Concentración en superficie $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$

Porcentaje del límite de concentración permitido %

MUESTREO DE AGUAS

A. AFLUENTES DE PLANTA (SUMIDEROS)

Lugar de muestreo:
.
.
Muestra N°: Volumen muestreado ml
Caudal estimado de la descarga l/min.
Caudal estimado del cuerpo de agua receptor m³/min.
Factor de dilución estimado hasta el lugar de consumo
Resultado del análisis µg/ml
Concentración estimada en el lugar de consumo µg/l
Porcentaje del límite operativo derivado %

B. AFLORAMIENTOS DE DIQUE DE ESTERILES

Lugar de muestreo:
.
.
Muestra N°: Volumen muestreado ml
Caudal estimado de la descarga l/min.
Caudal estimado del cuerpo de agua receptor m³/min.
Factor de dilución estimado hasta el lugar de consumo
Resultado del análisis µg/ml
Concentración estimada en el lugar de consumo µg/l
Porcentaje del límite operativo derivado %

C. AFLORAMIENTOS DE PILAS Y DIQUE PULMON

Lugar de muestreo:
.
.
.
Muestra N°: Volumen muestreado ml
Caudal estimado de la descarga l/min.
Caudal estimado del cuerpo de agua receptor m³/min.
Factor de dilución estimado hasta el lugar de consumo
Resultado del análisis µg/ml
Concentración estimada en el lugar de consumo µg/l
Porcentaje del límite operativo derivado %

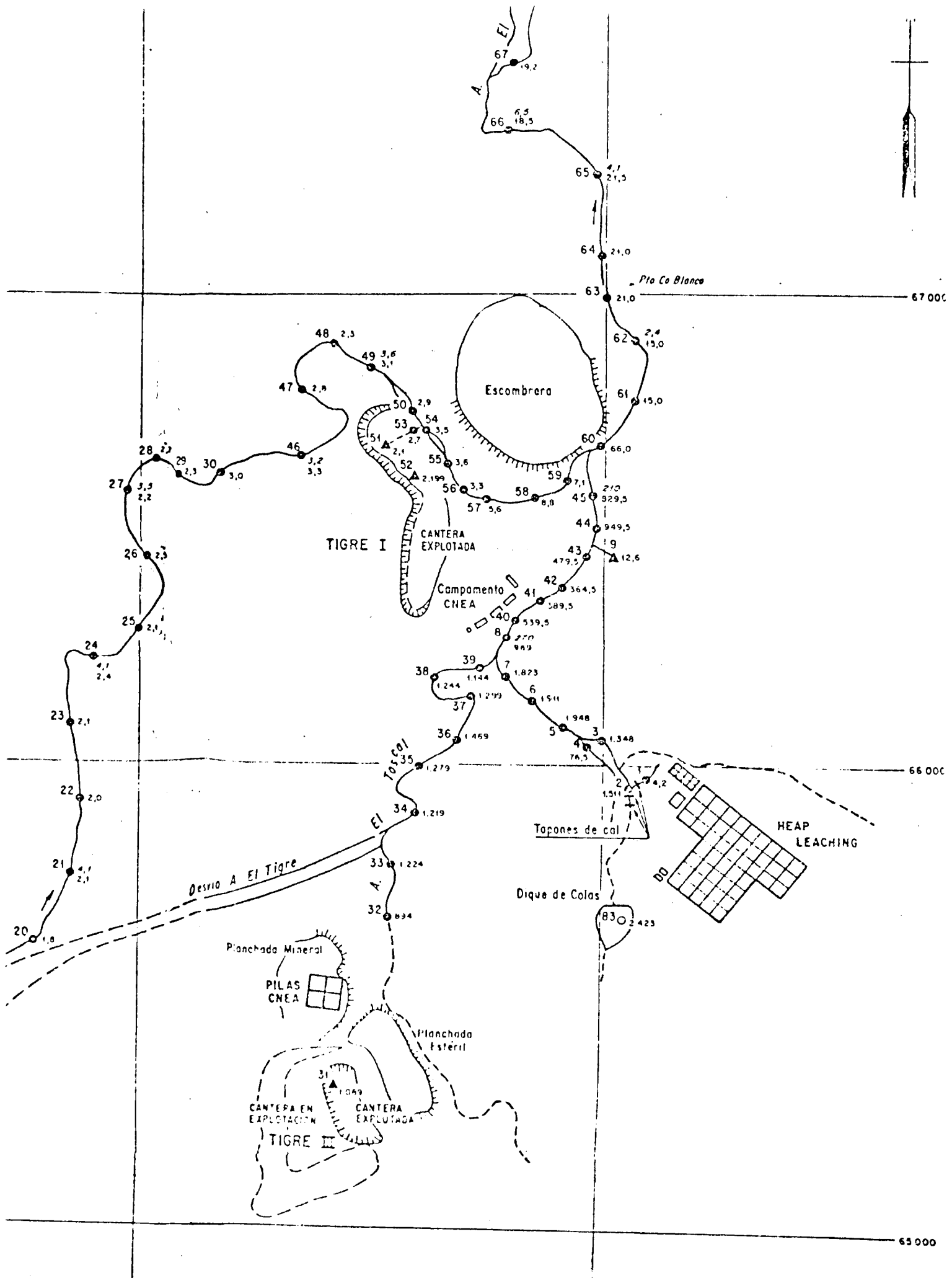
D. ARROYO FIGRE

Lugar de muestreo:
.
.
.
Muestra N°: Volumen muestreado ml
Caudal estimado de la descarga l/min.
Caudal estimado del cuerpo de agua receptor m³/min
Factor de dilución estimado hasta el lugar de consumo
Resultado del análisis µg/ml
Concentración estimada en el lugar de consumo µg/l
Porcentaje del límite operativo derivado %

MEDICION DE EXPOSICION

A. ZONA CANTERA			B. ZONA PILES DE LIXIVIACION		
Nº	Lugar	µR/h	Nº	Lugar	µR/h
1			1	.....	.....
2			2	.....	.....
3			3	.....	.....
4			4	.....	.....
5			5	.....	.....
6			6	.....	.....
7			7	.....	.....
8			8	.....	.....
9			9	.....	.....
10			10	.....	.....

C. ZONA PLANTA			D. ZONA PUBLICA		
Nº	Lugar	µR/h		Lugar	µR/h
1			1	.....	.....
2			2	.....	.....
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					



VISITA AL COMPLEJO FABRIL CORDOBA

Plan de Acción;

El personal de la Planta Córdoba proporcionará las explicaciones necesarias y se destacarán los aspectos referidos a la protección radiológica.

Las instalaciones a recorrer son las siguientes:

- 1.- Planta de Muestreo
- 2.- Laboratorio Químico
- 3.- Laboratorio de análisis físicos
- 4.- Planta de UO_2
- 5.- Línea de TBP y la AUC de la Planta de UO_2
- 6.- Sala de hornos

1.- Planta de Muestreo

El principal riesgo es el de contaminación interna por inhalación de aerosoles de uranio.

El monitoreaje de áreas comprende mediciones de uranio en aire y medición de uranio en superficies, en tanto que el personal se controla mediante análisis de uranio en orina.

En lo referente a protección personal, se proveen elementos de protección (máscaras, guantes, etc.) para evitar la contaminación.

Los niveles de exposición habituales en el depósito de concentrado, oscilan entre 0,7 mR/h y 5 mR/h y las concentraciones de uranio en aire de la cabina de muestreo, son del orden de 100 ug/m^3 .

2.- Laboratorio químico

Actualmente, por no ser necesario, no se controla rutinariamente al personal ni se monitorea el área.

3.- Laboratorio de análisis físicos.

Se analizan diversas clases de polvo de concentrados de uranio y de UO_2 y tales análisis formarán parte de la rutina de la planta de UO_2 a través del muestreo de polvos de diferentes etapas de proceso. Tal como en la Planta de Muestreo, se realiza monitoraje de área; respecto del monitoraje individual, se controla al personal mediante análisis de uranio en orina. La posibilidad de superación de límites de dosis es muy baja pues la Instalación posee los sistemas tecnológicos adecuados para la extracción de polvos y confinamiento de operaciones en cámaras estancas con alarmas de depresión. Los niveles de exposición y las concentraciones de uranio en aire medidas, se encuentran siempre por debajo de los valores fijados por norma.

4.- Planta de UO_2

Concluída la construcción de esta Planta, se implementará el correspondiente plan de monitoraje, dado que en la etapa actual solamente se conocen los respectivos requerimientos.

5.- Líneas de TBP y de AUC de la Planta de UO_2

En la línea de TBP se trabaja con concentrados en solución para obtener tributilfosfato. Está instalada en el mismo recinto en el que se encuentra la línea de AUC para obtención de UO_2 que se encuentra ya en funcionamiento y posee sistemas individuales de extracción de aerosoles y vapores.

Los niveles de exposición y las concentraciones de uranio en aire medidas se encuentran por debajo de los va-

lores fijados por norma. Se realizan monitorajes de área (mediciones de uranio en aire y de uranio en superficies) y monitoraje personal (análisis de uranio en orina). Se provee además al personal de elementos de protección, tales como máscaras, guantes, etc. según los requerimientos del caso.

6.- Sala de hornos

Está dividido en dos sectores; en uno se trabaja a escala laboratorio y en el otro a escala industrial. El recinto posee sistemas individuales de extracción de aerosoles y se realiza monitoraje de área (mediciones de uranio en aire y de uranio en superficies); mediante análisis de uranio en orina, se controla al personal. Además se le provee de elementos de protección personal (máscaras, guantes, etc).