

**SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**



**Protección Radiológica  
Equipos medidores de  
densidad y humedad en  
suelos**



# **Protección Radiológica en equipos medidores de densidad y humedad en suelos**

**Descripción de los equipos y fuentes**

**Principio de medida**

**Procedimientos de operación con los equipos.**

**Operación**

**Almacenamiento**

**Transporte**

**Mantenimiento**

**Estimación de riesgos**

**Procedimiento en caso de accidente**

**Actuaciones ante accidentes**

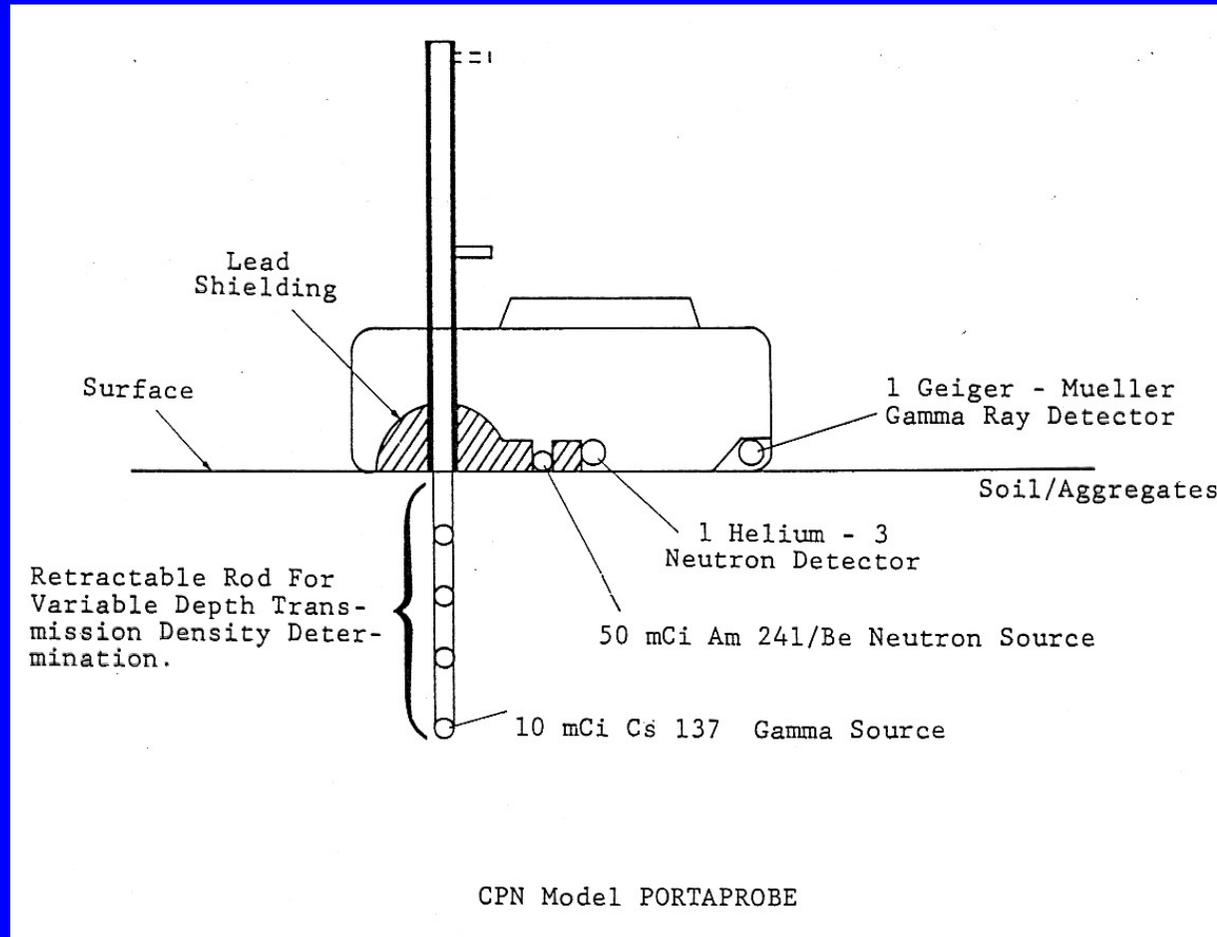
**Identificación de accidentes previsibles**

**Causas básicas de los accidentes / incidentes**

**Prevención de los accidentes / incidentes**

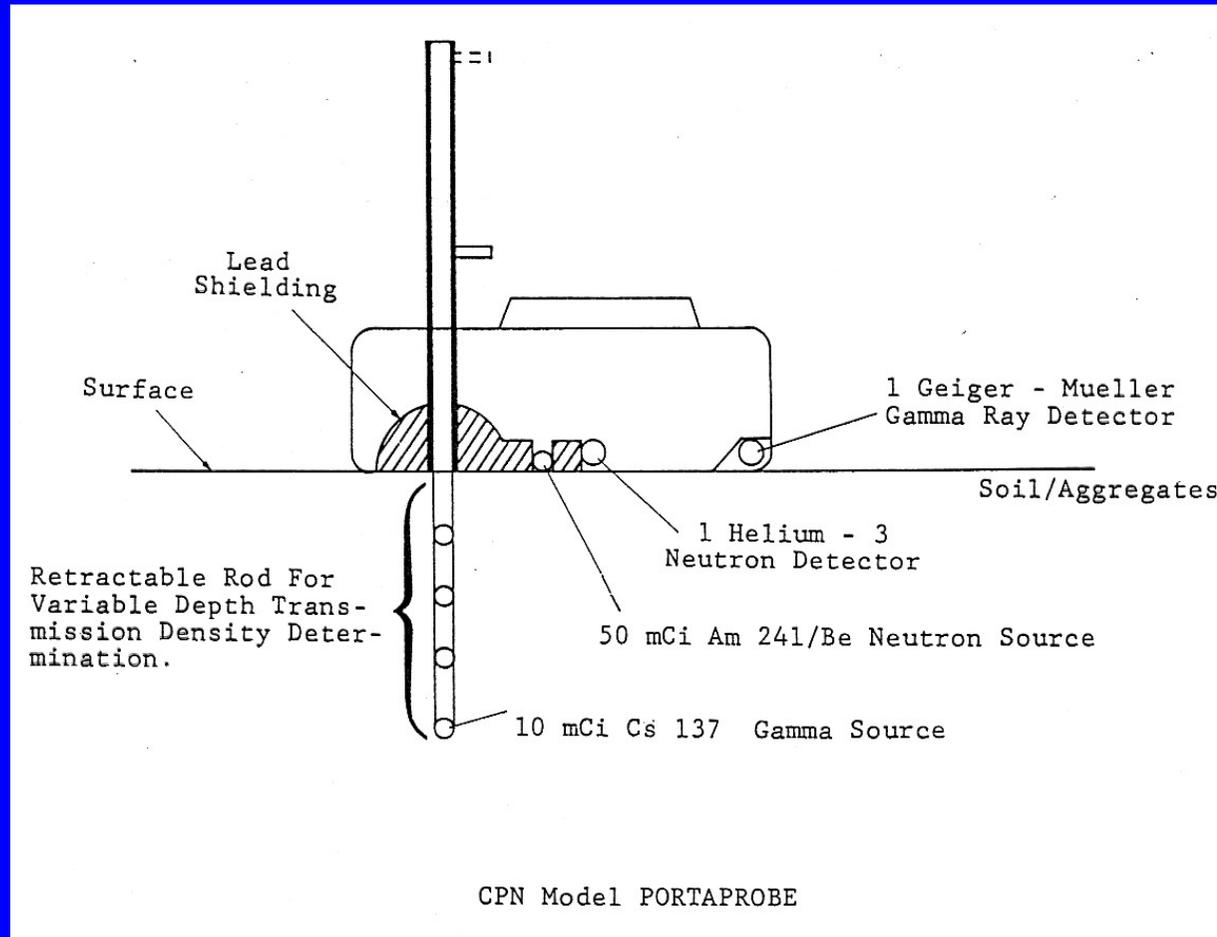
# Descripción de los equipos

Características de los radionucleidos y dispositivos generadores de radiación. Propiedades de las radiaciones que emiten.



# Descripción de los equipos

Características de los radionucleidos y dispositivos generadores de radiación. Propiedades de las radiaciones que emiten.



# Descripción de los equipos

## Humbolt



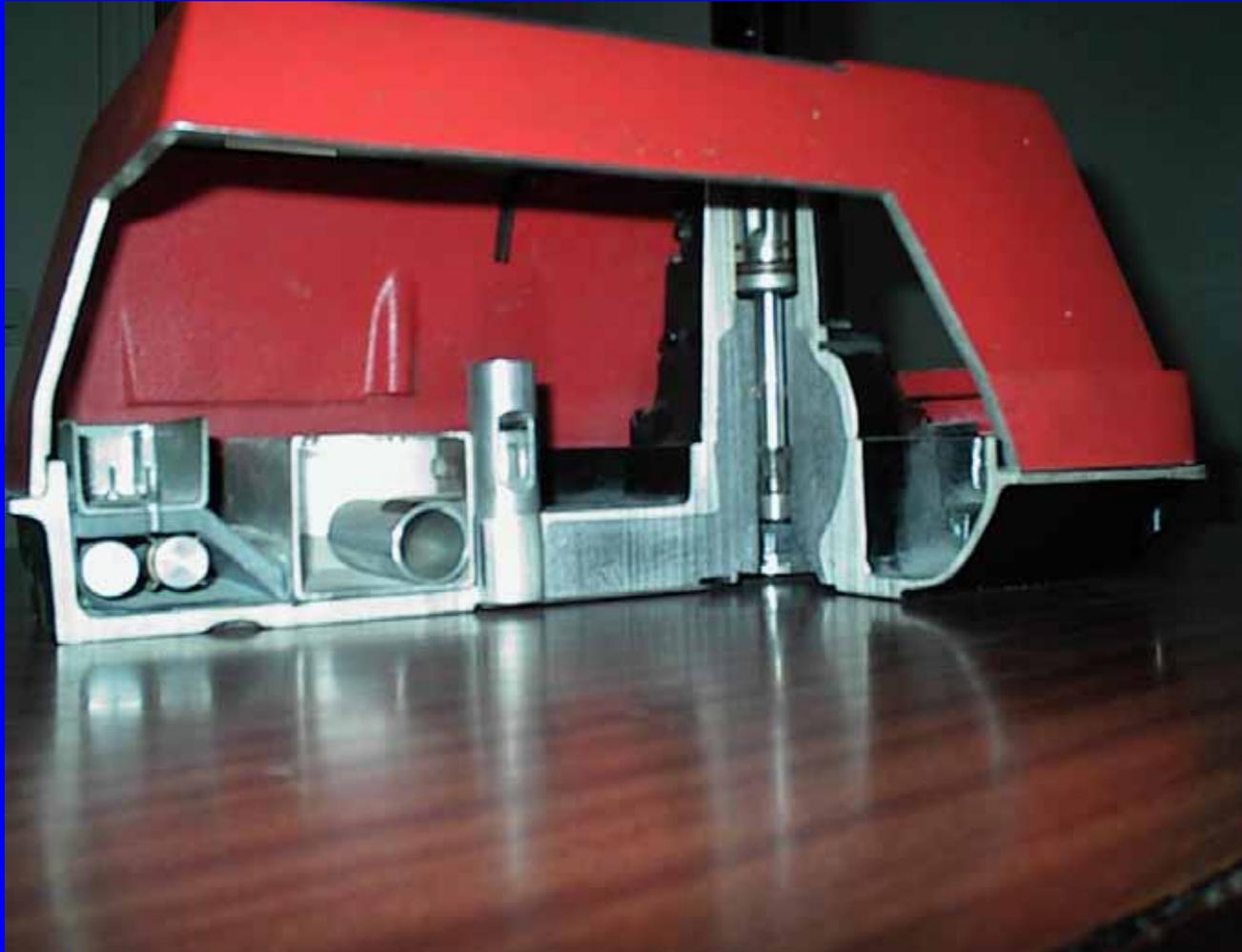
## CPN



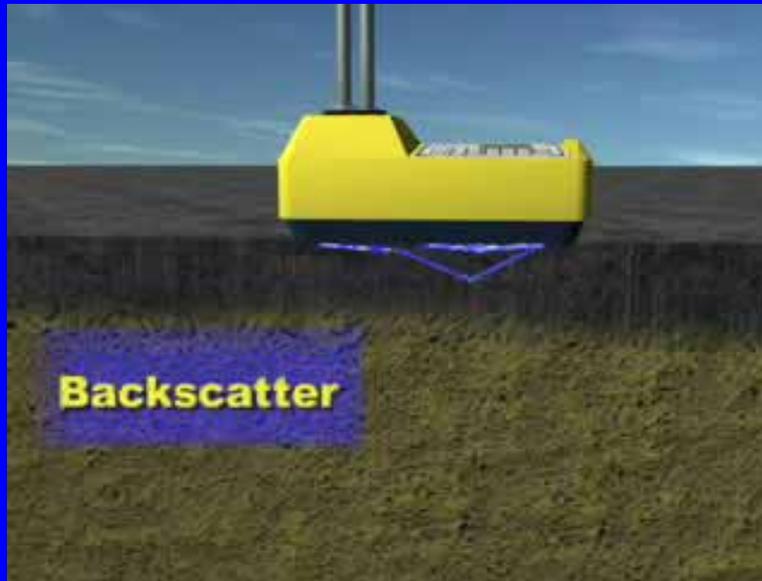
## Troxler



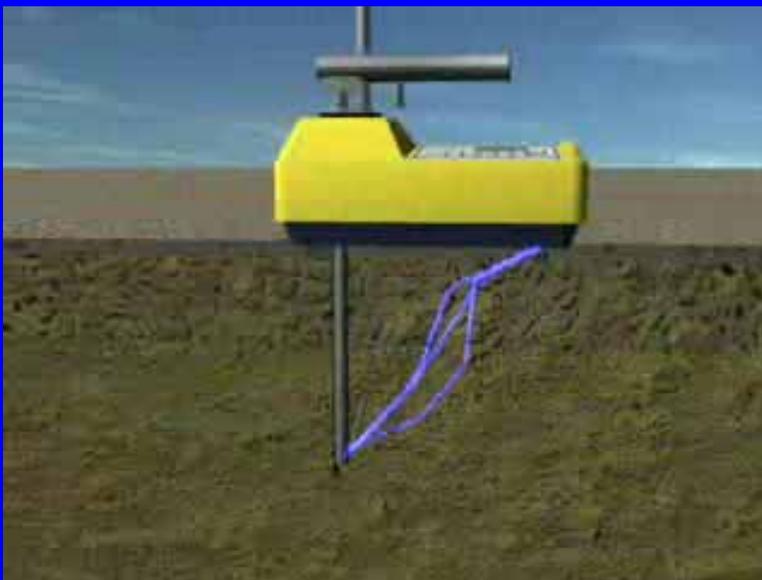
## Descripción de los equipos



## Descripción de los equipos – Métodos de trabajo



**Retrodispersión**



**Transmisión directa**

# Descripción de las fuentes

## EQUIPO CPN



**T = 30 Años**

## FUENTES

$^{137}_{55}\text{Cs} - 10 \text{ mCi}$

$^{241}_{95}\text{Am/Be} - 50 \text{ mCi}$

$^{137}_{55}\text{Cs} - 8 \text{ mCi}$

$^{241}_{95}\text{Am/Be} - 40 \text{ mCi}$

% decaimiento	Cs-137	Am-241
0,01	1,58 días	24 días
0,1	15,8 días	240 días
1	158 días	6,64 años
10	4,56 años	69,6 años

## EQUIPO TROXLER



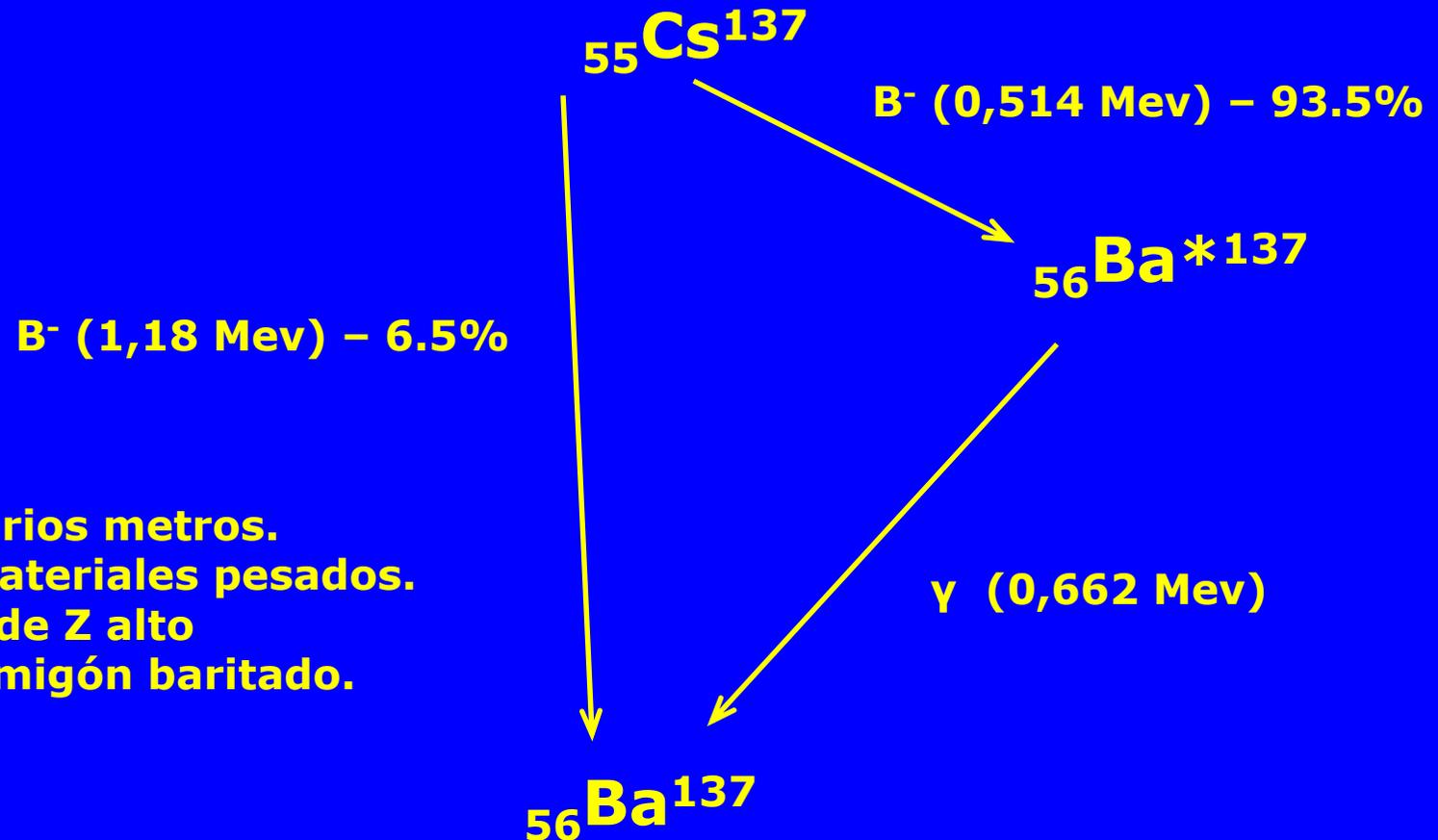
**T = 458 Años**

## Descripción de las fuentes

### Fuente de Cs-137. Serie. Energía y tipos de emisión

El Cs-137 es un emisor beta. T = 30 años

- Emite un 93.5% de beta de 0.514 Mev.
- Emite un 6.5% de beta de 1.18 Mev.



Alcance: varios metros.

Blindaje: Materiales pesados.

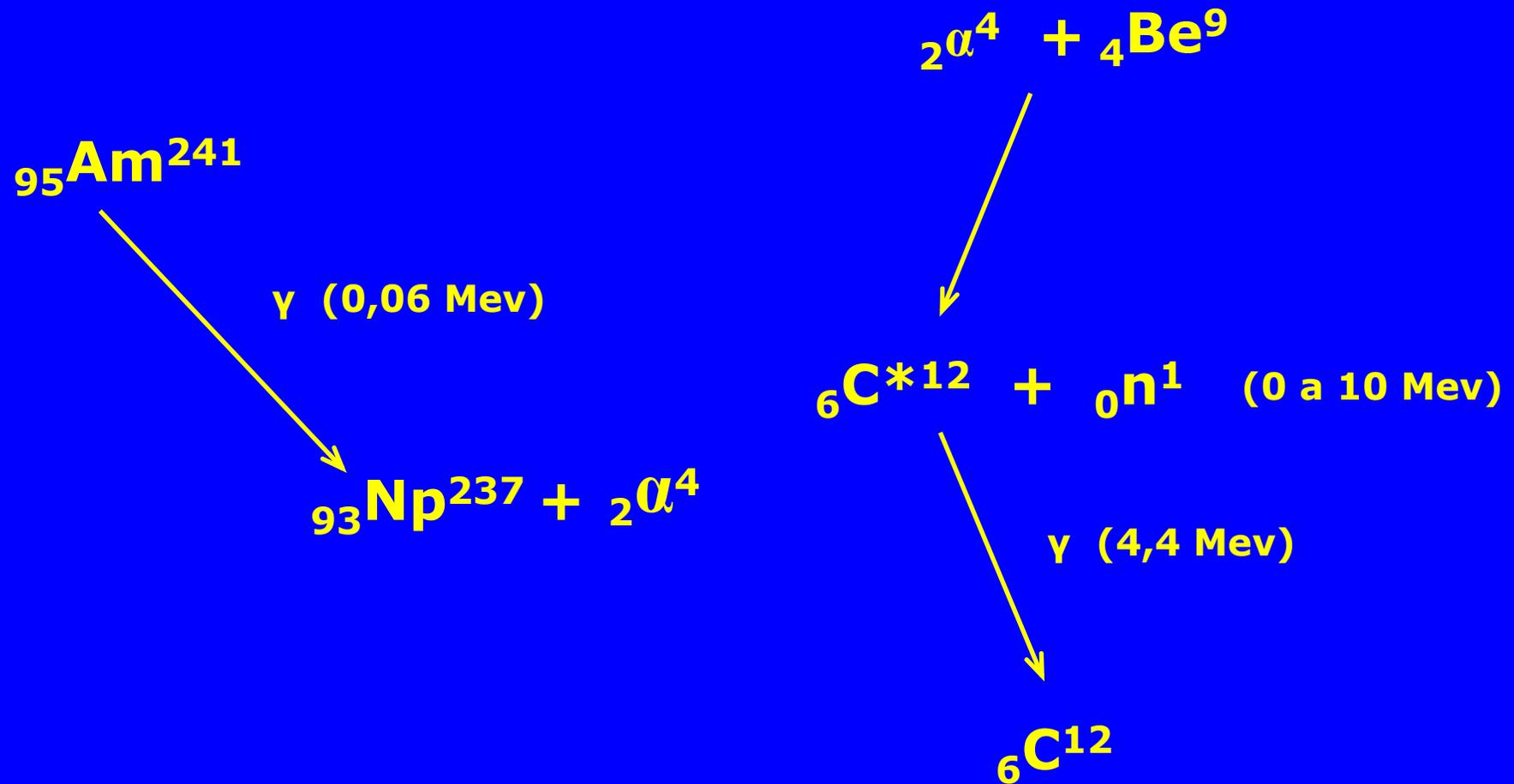
Materiales de Z alto

Plomo, hormigón baritado.

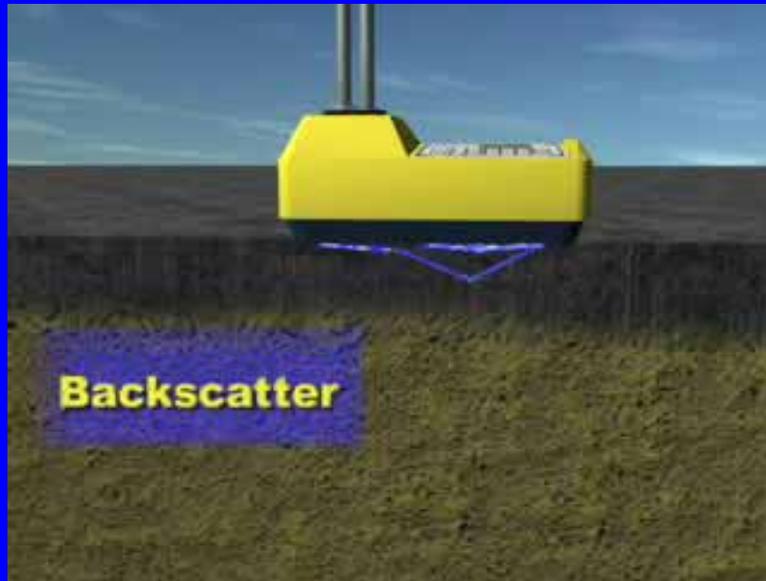
## Descripción de las fuentes

### Fuente de Am-241/Be. Serie. Energía y tipos de emisión

El Am-241 es un emisor de partículas alfa. T = 458 años



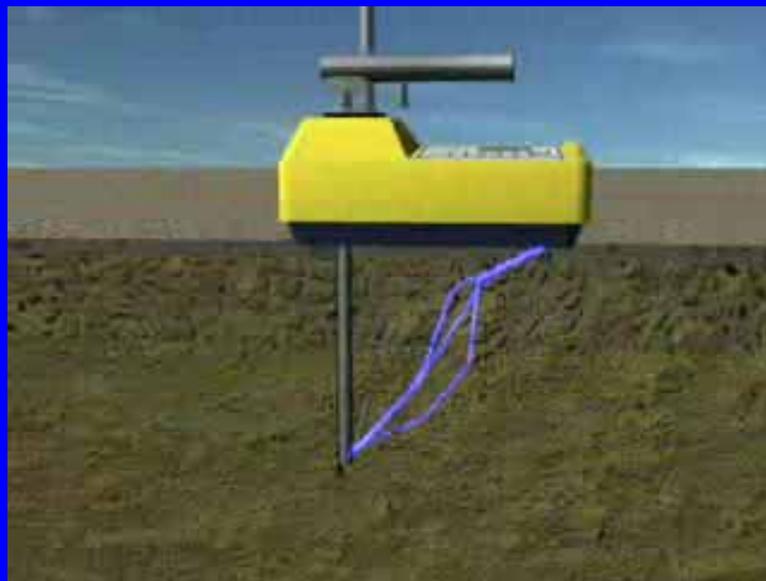
## Principio de medida



### Humedad

Mayor % humedad,  
mayor nº de neutrones termalizados

Menor % humedad,  
menor nº de neutrones termalizados



### Densidad

Mayor densidad,  
menor nº de fotones contados

Menor densidad,  
mayor nº de fotones contados

# PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN CON LOS EQUIPOS

Las operaciones previstas con los equipos radiactivos son las siguientes:

- a) Realización de ensayos (medidas de densidad / humedad).
- b) Mantenimiento periódico del equipo.
- c) Almacenamiento en la IRA.
- d) Transporte a y entre zonas de trabajo.



# PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN CON LOS EQUIPOS

## a) Operación.

### **PROCEDIMIENTO DE OPERACION EN UNA INSPECCION DE MEDIDA DE HUMEDAD Y DENSIDAD.**

1. -El operador debe informar al Jefe de Obra que va a comenzar la inspección con el equipo nuclear.
2. -Debe acotar la zona, balizarla y señalizarla de acuerdo con el anexo IV del Reglamento sobre Protección contra Radiaciones Ionizantes
- 3.- Debe vigilar los niveles de radiación.
- 4.- Los operadores deben ejercer un control constante sobre el equipo y observar el movimiento de vehículos.
- 5.- Los equipos radiactivos deberán permanecer dentro de su maleta de transporte, extrayéndose únicamente en el momento en que vayan a ser utilizados.



# PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN CON LOS EQUIPOS

## b) Mantenimiento.

Limpieza de equipo y maleta

Chequeo elementos mecánicos

Recarga de baterías

## c) Almacenamiento en la IRA.

- En la Instalación Radiactiva.

- En la propia obra, cuando el trabajo requiera la estancia del operador y equipo por un espacio de tiempo apreciable. En este caso se ha de comunicar, previamente al envío del equipo, al CSN. Dicho almacenamiento se realizará en un local que reúna los requisitos de seguridad y protección radiológica.

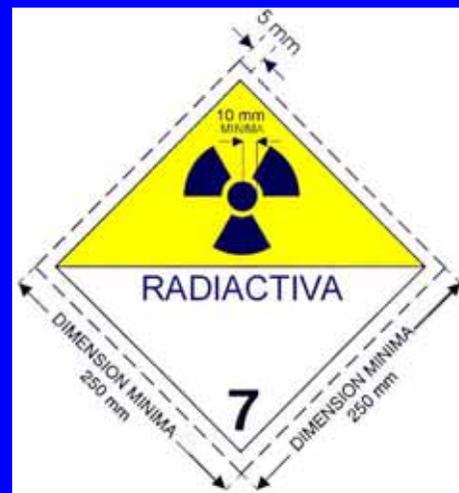
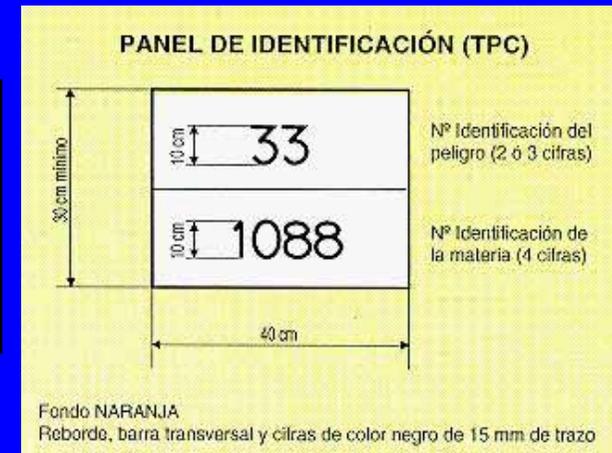
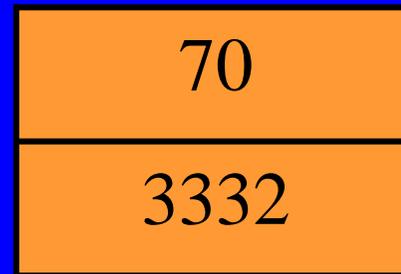
## d) Transporte a y entre zonas de trabajo conforme al ADR.

Vehículo autorizado

Señalización adecuada (Paneles y etiquetas) y documentación

# TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA

## ELEMENTOS



## **Estimación de riesgos**

### **a) Realización de ensayos (medidas de densidad / humedad).**

- Atropello y/o aplastamiento del equipo por un vehículo
- Pérdida de la fuente durante un ensayo

### **b) Mantenimiento.**

- No existen riesgos durante las operaciones rutinarias

### **c) Almacenamiento en la IRA.**

- Inmersión de los instrumentos por inundación
- Incendio en las dependencias de la instalación
- No existen riesgos en condiciones normales

### **d) Transporte a y entre zonas de trabajo.**

- Accidente del vehículo que lo transporta

## Estimación de riesgos

### a) Realización de ensayos (medidas de densidad / humedad).

- Atropello y/o aplastamiento del equipo por un vehículo
- Pérdida de la fuente durante un ensayo



## Estimación de riesgos

### a) Realización de ensayos (medidas de densidad / humedad).

- Atropello y/o aplastamiento del equipo por un vehículo



## Estimación de riesgos

### a) Realización de ensayos (medidas de densidad / humedad).

- Atropello y/o aplastamiento del equipo por un vehículo



## Estimación de riesgos

### a) Realización de ensayos (medidas de densidad / humedad).

- Atropello y/o aplastamiento del equipo por un vehículo



## Estimación de riesgos

### a) Realización de ensayos (medidas de densidad / humedad).

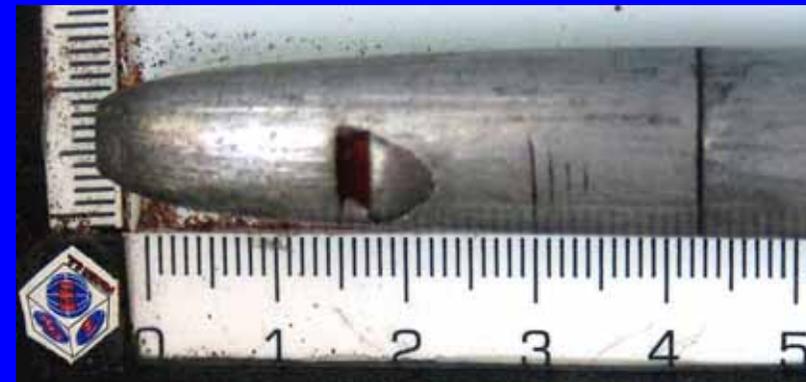
- Otros accidentes



## Estimación de riesgos

### a) Realización de ensayos (medidas de densidad / humedad).

- Pérdida de la fuente durante un ensayo



## **Procedimiento en caso de accidente**

- a) Avisar al vehículo que ha atropellado / arroyado el equipo.**
- b) Avisar al Jefe de obra**
- c) Control de tráfico rodado**
- d) Utilizar los teléfonos de emergencia.**
- e) Mejorar el acotamiento de la zona**
- f) Orientarse de forma adecuada con respecto a los restos del equipo.**
- g) Restringir el acceso a los restos del equipo**
- g) Aplicar el resto de actuaciones descritas en el plan de emergencia**

## Procedimiento en caso de accidente



**Distancia**



**Retirada completa de los restos del equipo**



**Hermeticidad**



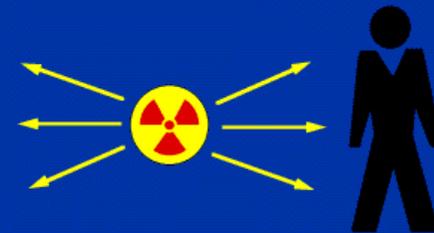
**Hermeticidad**

## ESTIMACION DE RIESGOS

Dado que estamos tratando con equipos que incorporan fuentes radiactivas encapsuladas, el *único riesgo existente es el de irradiación del personal.*

Tasa de dosis a 1 metro:  $3,1 \times 10^{-2} \text{mSv/hora}$   
para una Actividad 370 MBq (10 mCi)

### External Exposure



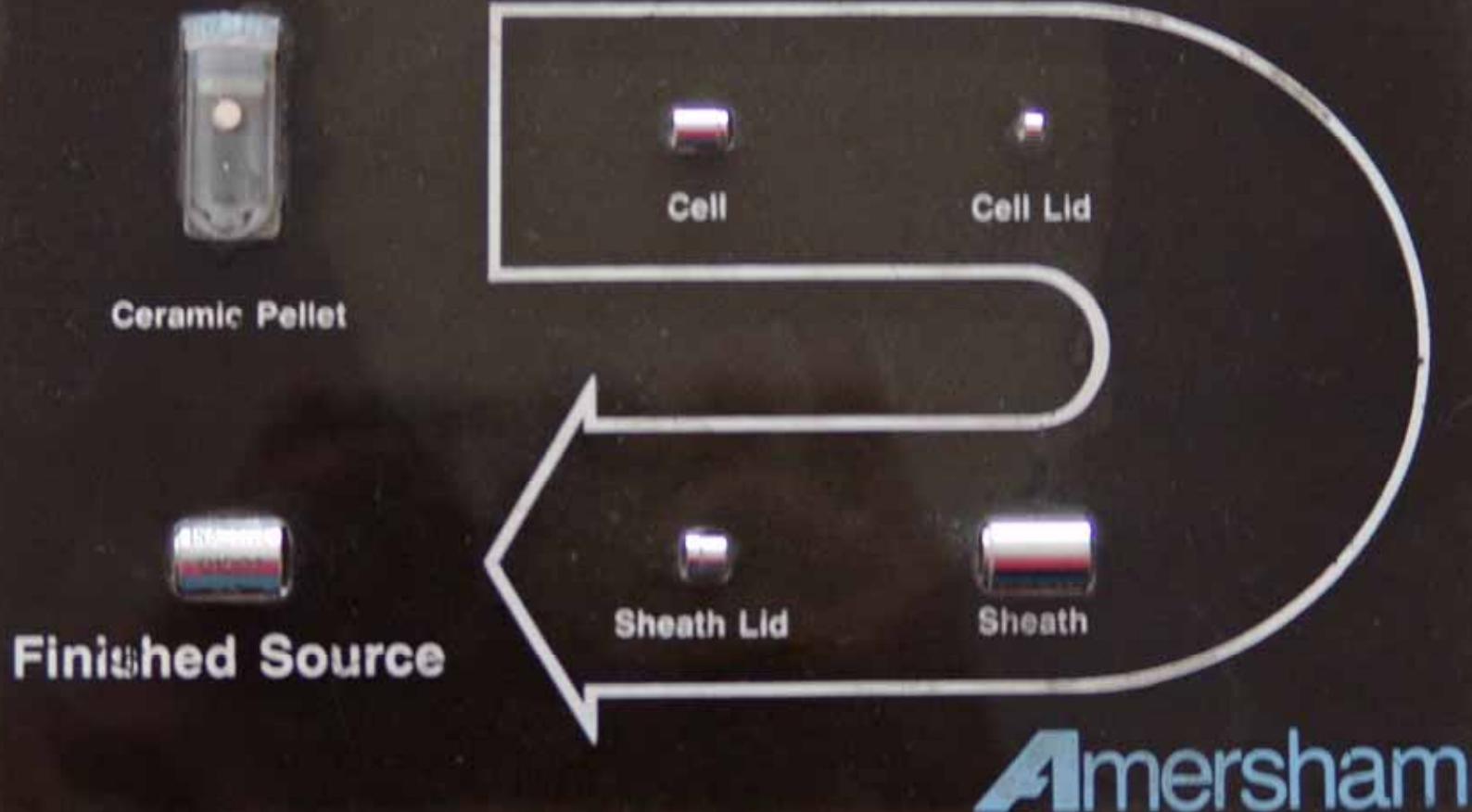
### Internal Exposure



# ESTIMACIÓN DE RIESGOS

## Detalle fuente encapsulada

### Double Encapsulation Source Assembly



## IDENTIFICACION DE ACCIDENTES PREVISIBLES.

- **Inmersión** de los instrumentos por inundación o caída en vías de agua.
- **Incendio** en las dependencias de la instalación o en el vehículo de transporte.
- **Impactos mecánicos** sobre los instrumentos durante las operaciones de medida, transporte o almacenamiento.
- **Manipulación indebida** por personal no autorizado.
- **Sustracción o extravío** de los equipos.
- Que el **vástago** del equipo quede **bloqueado o roto**, sin posibilidad de retornar al interior del equipo.



## Causas Básicas de los Accidentes/Incidentes

### PERSONAL PERTENECIENTE A LA IRA

- Errores humanos / descuidos
- Equipos operados por personal sin licencia.
- Los procedimientos de operación son inadecuados o desconocidos para los operadores
- Falta de actualización del entrenamiento / formación del personal de la IRA. FORMACIÓN CONTINUADA
- Exceso de confianza - relajación
- Entrenamiento inapropiado en la operación

### PERSONAL DE LA OBRA

- Los trabajadores relacionados no están informados de la presencia de material radiactivo

## Prevención de los Accidentes/Incidentes

### PERSONAL:

- Permitir la operación del equipo solo a personal con licencia.
- Comprobar que antes de iniciar los trabajos se dispone de todos los elementos de requeridos para la Operación
- Cumplir con la Reglamentación Vigente
- Realizar el mantenimiento periódico al equipo y accesorios
- Aplicar procedimientos de operación del equipo descritos en el Reglamento de funcionamiento de la IRA.
- El operador debe contar con su dosímetro personal y su monitor de radiación.

## Prevención de los Accidentes/Incidentes

### PERSONAL:

- El personal debe usar todos los equipamientos requeridos para el trabajo que se ejecuta, (casco, zapatos de seguridad, guantes, lentes y chaleco reflectante)
- Todo el personal relacionado directa o indirectamente debe estar instruido acerca de los trabajos que se van a realizar y de las medidas de prevención que deben adoptarse durante la operación y emergencias.

## Prevención de los Accidentes/Incidentes

### INSTALACIÓN RADIATIVA:

- El almacenamiento del equipo solo realizará en la IRA a la que pertenece.
- En el caso de equipos desplazados se debe comunicar previamente este al CSN.
- La instalación radiactiva debe estar debidamente señalizada y poseer cerradura con llave.
- El acceso a los equipos se debe restringir sólo a personal autorizado.
- La IRA será de uso exclusivo para el densímetro no deberá contener otros equipos, materiales o herramientas.

## Prevención de los Accidentes/Incidentes

### OPERACIÓN DENSÍMETRO EN OBRA:

- Debe acotar la zona, balizarla y señalizarla de acuerdo con el anexo IV del Reglamento sobre Protección contra Radiaciones Ionizantes
- Solo un operador con licencia operará el equipo, ejerciendo un control constante y restringiendo el acceso al personal ajeno a la operación.
- El equipo, cuando no se utilice, debe estar siempre dentro de su maleta con los sistemas de seguridad activados.
- Nunca debe bajarse el vástago sin que el equipo esté completamente apoyado en el suelo y ubicado en la perforación.

## Prevención de los Accidentes/Incidentes

### OPERACIÓN DENSÍMETRO EN OBRA:

- No trabajar, cuando sea posible, en zonas de vehículos o maquinarias en movimiento.
- Verificar que la señalización y acotamiento son adecuadas y fácilmente visibles.
- Una vez finalizada la tarea se procederá a guardar y mantener en su maleta de transporte, el equipo, retirar la señalización en el terreno.
- Contar con una copia del plan de emergencia.

## Prevención de los Accidentes/Incidentes

### TRANSPORTE DENSIMETRO NUCLEAR:

- Cumplir con lo dispuesto en el ADR.
- Al transportar el equipo radiactivo en vehículos, mantener la maleta de transporte del equipo fija y en la parte más alejada de la cabina.
- Comprobar con un monitor la tasa en la cabina.
- Dentro de la caja colocar una hoja con el procedimiento de emergencia en caso de robo o pérdida del equipo. (Nombre Empresa, Teléfonos de emergencia, dirección).