



JORNADAS DE DESARROLLO E INNOVACION

OCTUBRE 2000

Seguridad

Publicación autorizada por el Cliente

Desarrollo Tecnológico

Hormigones de alta prestación y su utilización como barreras ingenieriles en el aislamiento de residuos radiactivos

Autores: Ing. L. Checmarew - Inga. A. Benítez - Ing. A. Storani - Ing. E. Chiora - Unidad de Actividad de Gestión de Residuos Radiactivos de la Comisión Nacional de Energía Atómica

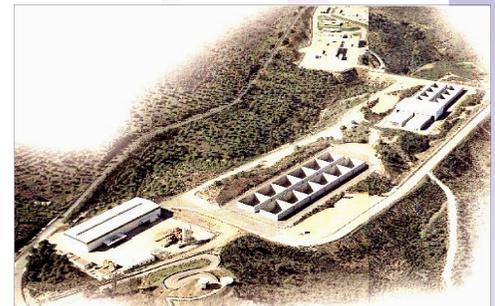
OBJETIVOS

- Demostrar que el Hormigón es un material apto como barrera de seguridad para anular o reducir la disipación de la radiactividad
- Diseñar contenedores de Hormigón de alta prestación para albergar residuos radiactivos de media y baja actividad
- Dosificar y caracterizar hormigones reproducibles
- Construir prototipos en escala 1:1 para su evaluación in situ
- Obtener la tecnología necesaria para la construcción en serie de los contenedores

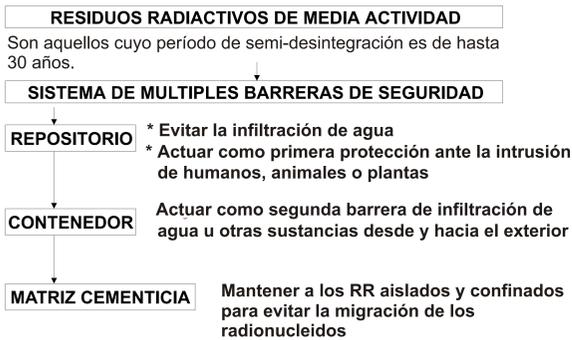
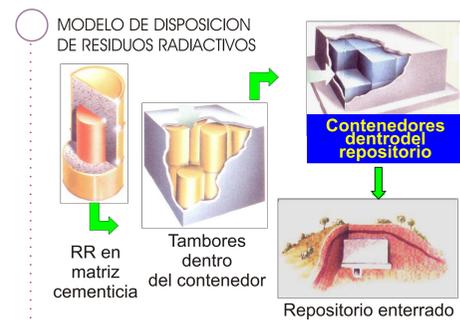
IMPORTANCIA DE LA DISPOSICION DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

El uso creciente de la energía nuclear en:

- Electricidad**
 - genera gran cantidad de residuos de baja o media actividad
 - impone la necesidad de su disposición
- Medicina**
- Mecánica**

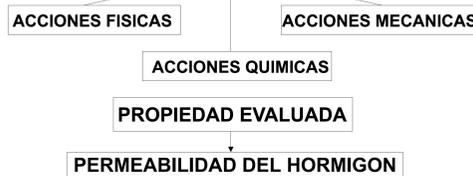


Modelo de Repositorio



DURABILIDAD DEL CONTENEDOR

DURABILIDAD DEL HORMIGON



MOLDEO DEL CONTENEDOR



Molde. Paredes externas y armadura

Materiales estudiados

- cemento CP 40**
 - CPN
 - ARS
 - EAH
- aditivos**
 - incorporador de aire
 - superfluidificante
- agregado grueso** → piedra partida granítica
- agregado fino** → silíceo
- agua** → de red



Detalle del llenado de las paredes



Avance del hormigón en el fondo

ESTUDIOS DE LABORATORIO

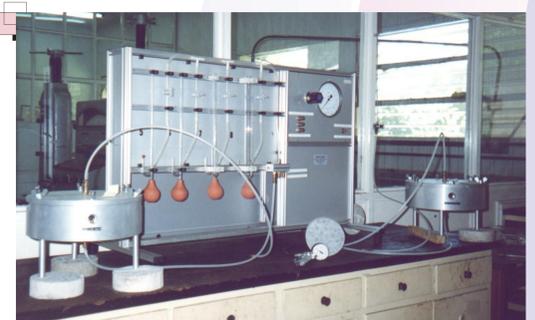
- Caracterización de materiales
- Dosificación de las mezclas
- Evaluación de los hormigones
- Selección de la mezcla a utilizar

PRINCIPALES ENSAYOS REALIZADOS

- Propiedades mecánicas: compresión, tracción, flexión. Contracción por secado
- Variación dimensional lineal en función de la temperatura. Elevación adiabática de temperatura
- Ultrasonido.
- Resistencia frente a ciclos térmicos (5 °C, -20 °C, 5 °C, 40 °C) evaluando a 0, 5 y 10 ciclos:
 - * módulo de rotura a flexión
 - * tracción indirecta
 - * ultrasonido
 - * observación visual del deterioro
- Penetración de agua a presión
- Permeabilidad al oxígeno por el Método Cembureau
- Permeabilidad al aire por el Método Torrent
- Succión capilar (Método modificado según norma suiza)

PARÁMETROS GENERALES DE LAS MEZCLAS

- CUC = 410 kg/m³
- Relación a/c = 0.30 a 0.34
- Asentamiento = 13 a 16 cm
- Aire incorporado = 6 ± 1 %
- Resistencia potencial a la compresión = 50 MPa a 28 días (curado normal)



Equipo de determinación de la permeabilidad al oxígeno por el Método Cembureau

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

LABORATORIO

- Resistencia a la compresión a 28 días = 53 MPa a 180 días = 57 MPa
- Elevación adiabática de temperatura ΔT = 40 °C (7 días)
- Penetración de agua a presión promedio = 15 mm
- Permeabilidad al oxígeno kO 28 días = 0.30x10⁻¹⁶ m² kO 180 días = 0.04x10⁻¹⁶ m²
- Permeabilidad al aire kT 28 días = 0.13x10⁻¹⁶ m² kT 180 días = 0.02x10⁻¹⁶ m²
- Velocidad del pulso ultrasónico promedio = 4800 m/s
- Pérdida de resistencia frente a ciclos térmicos = 14 %

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

IN SITU

- Primer prototipo
 - Resistencia a la compresión a 28 días = 45 MPa a 180 días = 49 MPa
 - Permeabilidad al aire kT 56 días = 0.40x10⁻¹⁶ m²
 - Velocidad del pulso ultrasónico promedio = 4000 m/s
- Segundo prototipo
 - Resistencia a la compresión a 28 días = 57 MPa
- OBSERVACIONES RELEVANTES**
De acuerdo con la bibliografía consultada vinculada con la permeabilidad a los gases y a la velocidad del pulso ultrasónico los valores obtenidos califican al hormigón de Muy Bueno a Excelente. (Ref. [2] [3] [4] [16])



Tapa del contenedor

CONCLUSIONES

- Todas las mezclas estudiadas resultaron fluidas, cohesivas, trabajables y con excelente terminación
- Los estudios físicos, mecánicos y de durabilidad realizados permiten concluir que los hormigones en estudio se corresponden con un material de alta calidad, reproducible y que satisface los requisitos planteados
- Los valores tanto de compresión como de permeabilidad al aire y ultrasonido medidos sobre el primer prototipo fueron satisfactorios
- Durante el segundo moldeo se mejoró notoriamente las tareas de llenado, compactación y terminación por lo que las nuevas determinaciones superan las expectativas
- Los resultados obtenidos en laboratorio e in situ vinculados con la permeabilidad, comportamiento mecánico, ausencia de fisuras y compacidad avalan el pronóstico de una prolongada vida útil.



Contenedor Terminado