

# Índice de contenidos

Índice de símbolos	v
Índice de contenidos	vii
Índice de figuras	xi
Resumen	xv
Abstract	xvii
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.3. Bases teóricas de <i>breeding</i> con torio . . . . .	2
1.3.1. Características generales del Th-232 y el U-233. . . . .	2
1.3.2. Características generales del ThO <sub>2</sub> como material . . . . .	4
1.3.3. Desafíos que propone el uso de combustibles con torio . . . . .	5
<b>2. El reactor CAREM-25</b>	<b>7</b>
2.1. Elemento Combustible . . . . .	7
2.1.1. Descripción de geometrías y materiales . . . . .	7
2.1.2. Características Neutrónicas y Termohidráulicas . . . . .	8
2.2. Núcleo . . . . .	9
2.2.1. Generalidades del núcleo . . . . .	9
2.2.2. Criterios de diseño y márgenes de seguridad . . . . .	10
<b>3. Metodología y herramientas de cálculo utilizadas</b>	<b>11</b>
3.1. Conceptos de distribución de torio utilizados en el análisis de Celda . . . . .	11
3.1.1. Concepto Homogéneo . . . . .	11
3.1.2. Concepto Heterogéneo . . . . .	11
3.2. Código de cálculo neutrónico determinista en celda: CONDOR . . . . .	12
3.2.1. Descripción general de la herramienta . . . . .	12

3.2.2.	Modificaciones realizadas en el archivo input “.cdi” . . . . .	13
3.3.	Cálculo de núcleo . . . . .	15
3.3.1.	Generalidades . . . . .	15
3.3.2.	Descripción de la línea de cálculo . . . . .	16
3.3.3.	Criterios para definir configuraciones prometedoras . . . . .	16
3.3.4.	Datos de interés . . . . .	17
<b>4.</b>	<b>Análisis de celda en concepto homogéneo</b>	<b>19</b>
4.1.	Descripción general del estudio . . . . .	19
4.2.	Evolución del $k_{eff}$ , densidades numéricas y factor de pico . . . . .	19
4.2.1.	Factor de multiplicación $k_{eff}$ . . . . .	19
4.2.2.	Evolución del U-233 vs Pu-239 . . . . .	22
4.2.3.	Evolución del factor de pico . . . . .	24
4.3.	Quemado máximo de extracción . . . . .	26
4.4.	Producción de U-233 . . . . .	28
4.4.1.	Consumo del Th-232 y producción total de U-233 . . . . .	28
4.4.2.	Quemado del U-233 en el combustible . . . . .	30
4.4.3.	Masa de U-233 remanente en el combustible . . . . .	30
4.5.	Factores de pico máximos . . . . .	32
<b>5.</b>	<b>Análisis de celda en concepto heterogéneo</b>	<b>35</b>
5.1.	Descripción general del estudio . . . . .	35
5.2.	Evolución del $k_{eff}$ , densidades numéricas y factor de pico . . . . .	35
5.2.1.	$k_{eff}$ y su relación con la evolución del U-233 . . . . .	35
5.2.2.	Producción de U-233 en función del número de barras de torio . . . . .	39
5.3.	Efecto de la distribución de barras en la celda . . . . .	39
5.3.1.	Efecto de la distribución de barras en el factor de pico de celda . . . . .	40
5.3.2.	Variación del $k_{eff}$ y de la producción de U-233 con la configuración de barras . . . . .	44
5.3.3.	Suavización de curvas de reactividad para altos enriquecimientos y números de barras . . . . .	48
5.4.	Quemado de extracción como función del número de barras y el enriquecimiento . . . . .	49
5.5.	Producción de U-233 . . . . .	50
5.5.1.	Consumo del Th-232 y producción total de U-233 . . . . .	50
5.5.2.	Quemado del U-233 en el combustible . . . . .	51
5.5.3.	Masa de U-233 remanente en el combustible . . . . .	51
5.5.4.	Fracción respecto de físiles totales . . . . .	53
5.6.	Factor de pico . . . . .	53

---

<b>6. Análisis de núcleo en concepto homogéneo</b>	<b>55</b>
6.1. Combustibles simulados . . . . .	55
6.2. Márgenes de apagado . . . . .	56
6.3. Factores de pico . . . . .	57
6.4. DNBR . . . . .	58
6.5. Análisis económico - modelo homogéneo . . . . .	59
<b>7. Análisis de núcleo en concepto heterogéneo</b>	<b>63</b>
7.1. Celdas simuladas . . . . .	63
7.2. Margen de apagado . . . . .	65
7.3. Factor de pico total . . . . .	65
7.4. DNBR . . . . .	66
7.5. Análisis económico - modelo heterogéneo . . . . .	67
<b>8. Conclusiones</b>	<b>71</b>
<b>A. Cálculo de las densidades numéricas para el Óxido Mixto ThO<sub>2</sub>-UO<sub>2</sub></b>	<b>75</b>
<b>B. Núcleo con combustibles homogéneos - <math>k_{eff}</math></b>	<b>77</b>
<b>C. Núcleo con combustibles heterogéneos - <math>k_{eff}</math></b>	<b>81</b>
<b>D. Cálculo del buckling geométrico</b>	<b>83</b>
D.1. Obtención del Buckling geométrico y su relación con el Buckling material	83
<b>E. Modelo de Costos del Ciclo de Combustible</b>	<b>85</b>
<b>F. Sección eficaz de fisión: U-235, U-238 y Th-232.</b>	<b>87</b>
<b>G. Práctica profesional supervisada y actividades de proyecto y diseño</b>	<b>89</b>
G.1. Práctica profesional supervisada (PPS) . . . . .	89
G.2. Actividades de proyecto y diseño . . . . .	89
<b>Bibliografía</b>	<b>91</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>93</b>