



SimSEE

Implementación del problema de despacho
con la recursión de Bellman



- *Dynamic Programming* 1957

Bellman recursion

$$CF(X, k) = \left\langle \min_{u_k} \left\{ ce(X, u_k, r_k, k) + q CF(X_{k+1}, k+1) \right\} \right\rangle_{\{r_k, r_{k+1}, \dots\}}$$



Richard Ernest Bellman (1920–1984)

Bellman's Curse of Dimensionality



Linealización del Problema

$$CF(x, k) = \left\langle \min_{u_k} \left(CE(x, u_k, r_k, k) + q \cdot CF(x', k+1) \right) \right\rangle_{r_k}$$

$$x' = f(x, u_k, r_k) = x + \delta x$$

$$CF(x', k+1) = CF(x, k+1) + \frac{\partial}{\partial x} CF(x, k+1)^T \cdot \delta x + o^2$$

Resolución de un paso

$$\underset{x}{\text{máx}} \left(- \sum_{j=1}^{j=nv} c_j \cdot u_j \right)$$

sujeto a:

$$RD_i): \sum_{j=1}^{j=nv} a_{ij} \cdot u_j + b_i \geq 0 ; i=1..NRD$$

$$RI_l): \sum_{j=1}^{j=nv} a_{lj} \cdot u_j + b_l = 0 ; l=1..NRI$$

Tabla del problema.

		Variables de control					
		u1	u2	...	Unv	1	
Restricciones	R1	a11	a12	...	a1nv	b1	≥ 0
	R2	a21	a22	...	a2nv	b2	$= 0$

	RM	am1	am2	...	amnv	bm	≥ 0
	-fc	-c1	-c2	...	-cnv		

$$m = \text{NRD} + \text{NRI}$$

Tipo de restricción (Desigualdad o Igualdad).
Restricciones de caja.

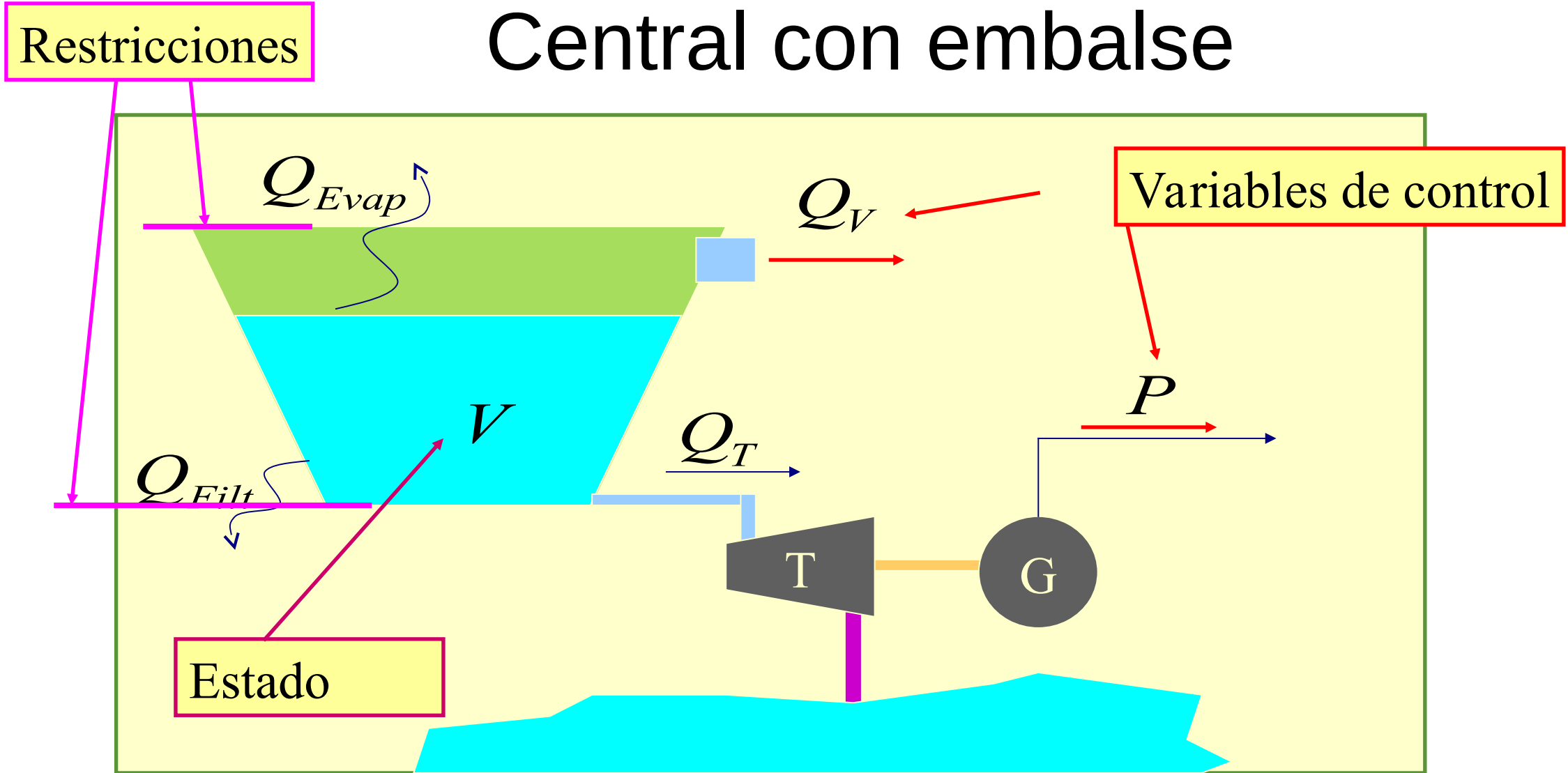
Recorrida de carga del MIP Simplex



		Variables de control					
		u1	u2	...	u _{nv}	1	
Restricciones	R1	▶ a11	▶ a12	...	▶ a1 _{nv}	▶ b1	≥ 0
	R2	a21	▶ a22	...	▶ a2 _{nv}	▶ b2	= 0

	RM	am1	am2	...	am _{nv}	bm	≥ 0
	-fc	▶ -c1	▶ -c2	...	▶ -c _{nv}		

Central con embalse



Central con embalse

$$V_{k+1} = V_k + (Q_A - Q_T - Q_V - Q_{Evap} - Q_{Filt}) \Delta T$$

$$0 \leq V_{k+1} \leq V_{m\acute{a}x}$$

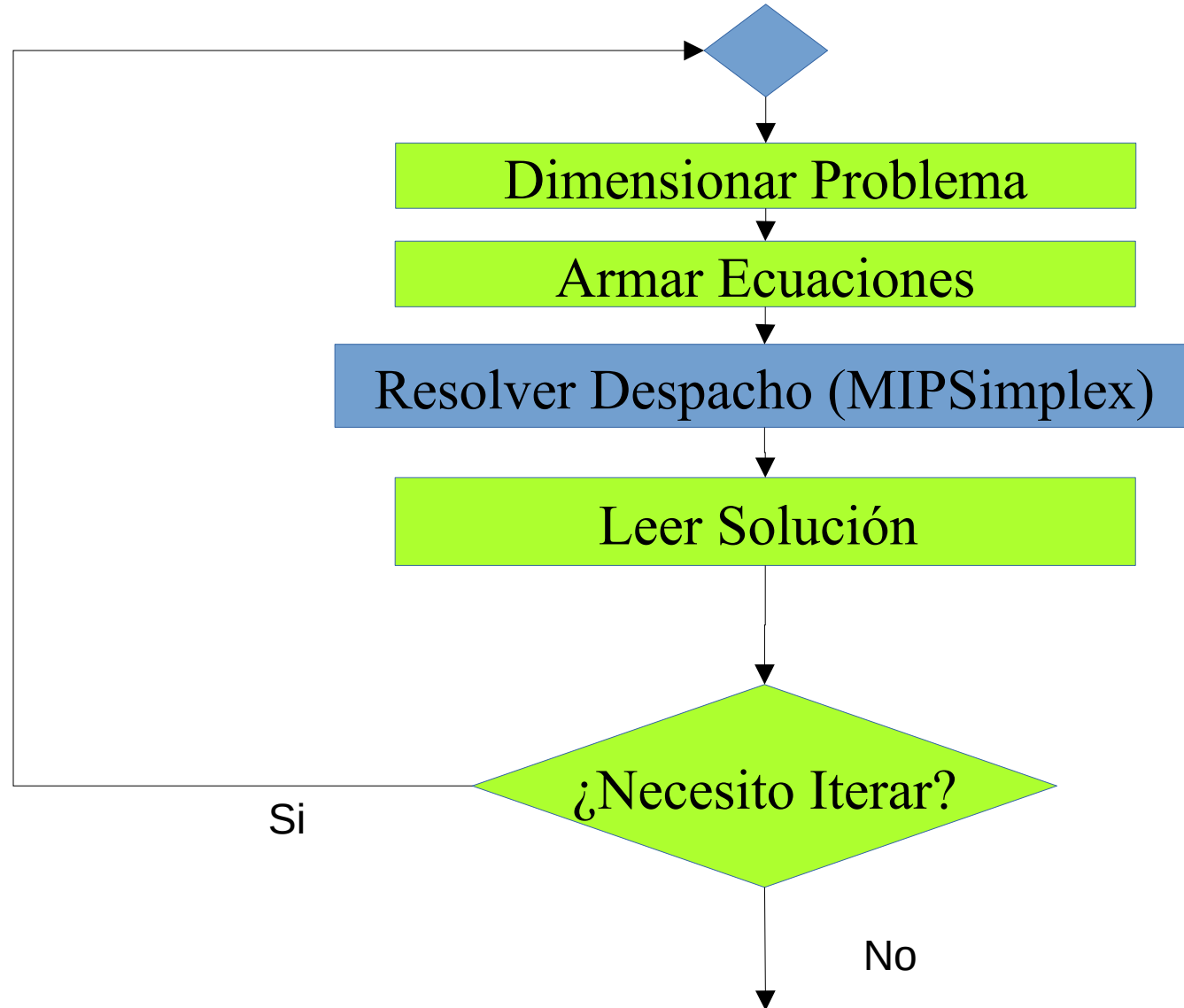
$$Q_T = \frac{P}{ce(h)}$$

$$Costo = \dots + cva \cdot (Q_A - Q_T - Q_V - Q_{Evap} - Q_{Filt}) \Delta T + \dots$$

$$cva = -q \cdot \frac{\partial CF(x_k, k+1)}{\partial V}$$

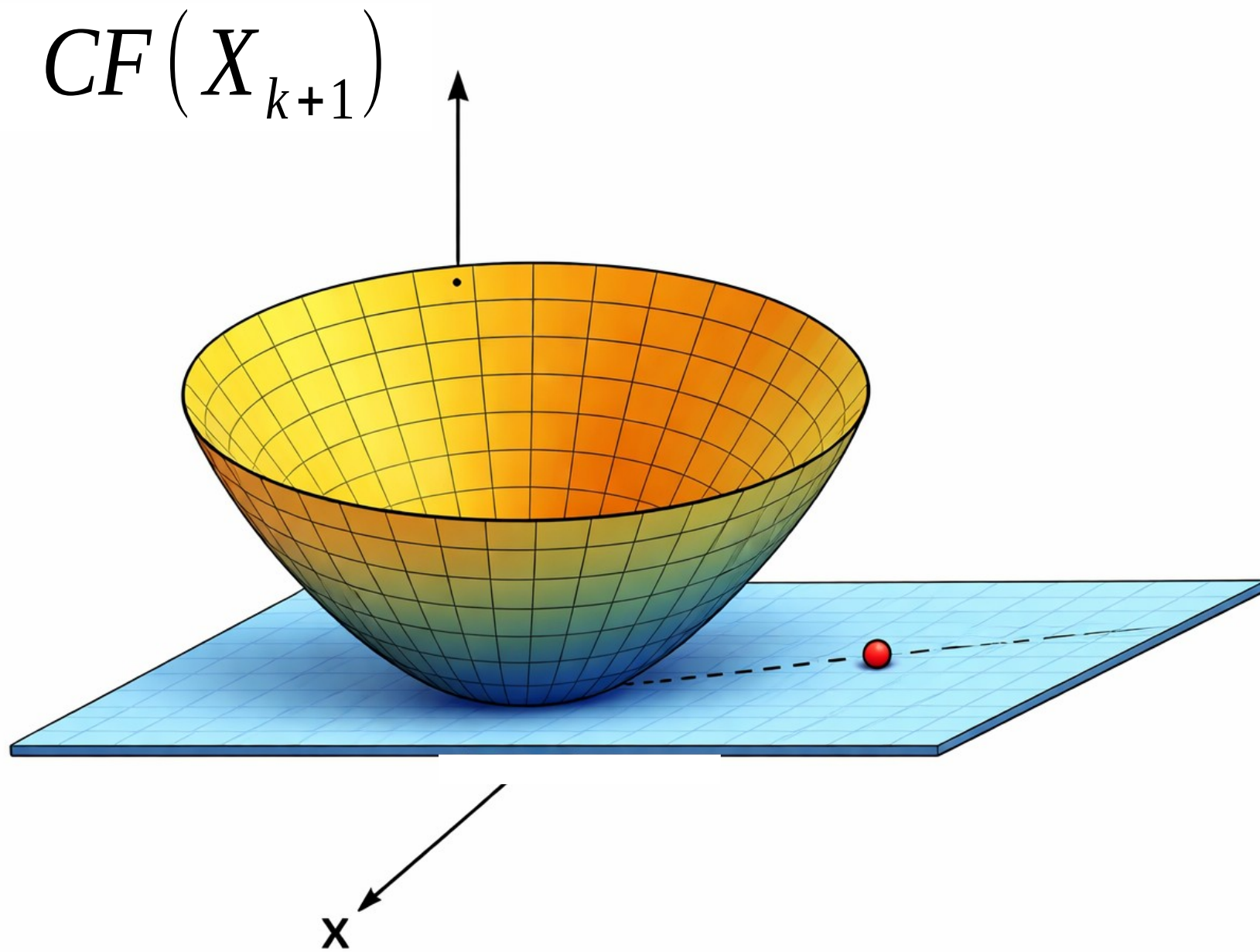
$$x_k^T = [x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, V_k, \dots]$$

Resolución de un paso de tiempo



Implementación Clásica

Actor		Hidro1	Hidro1	todos	
u		P	Vert.	Término independiente	
Cota Inf.		0	0			1	
Cota Sup.		PMax	Vert_Max			1	
....	-...	
RN		1	0				=0
$V_{\{k+1\}} > 0$		$-1/ce(h) * dt$	-1			$V_k + VAporte_k$	$>= 0$
$V_{\{k+1\}} < VMax$		$-1/ce(h) * dt$	-1			$(V_k + VAporte_k) - VMax$	$<= 0$
....							
....							
-Costo		$-1/ce(h) * cva * dt$	-cva				objetivo



Implementación ICF

		X_{k+1}						
Actor		Hidro1	Hidro1	Hidro1	ICF	...	todos	
u		P	Vert.	V_{k+1}	CF'	...	Término independiente	
Cota Inf.		0	0	0	-Inf.		1	
Cota Sup.		PMax	Vert_Max	V_Max	+Inf.		1	
....	~...		
RN		1	0					=0
V_{k+1} = V_k - Turb. -Vert. + Aporte		-1/ce(h) *dt	-1	-1			V_k + VAporte_k	0
CF > h0 + sum (c_j x_j)				-c_j	1		-h0	>=0
....								
....								
-Costo					-1			objetivo

Hiperplanos CF

Cajas

=0
0
>=0

Restricciones

objetivo

$$X_{k+1} = f(X_k, u_k, r_k, k) \approx f_0 + \sum a_{kj} u_{kj}$$

$$CF(X_{k+1}) \geq c_{0i} + \sum_j c_{ji} u_j; i=1, 2, \dots, N_{Iters}$$