

Costos constantes, corrientes,
tasas, actualizadores. Comparación
de proyectos o alternativas.
Costos Nivelados de la Energía
(LCOE).

Resumen

- Valores Corrientes y Constantes
- Valor Actual – Ejemplos de actualizadores
- Anualidad que se equipara a un Inversión
- Paramétrica con valores Corrientes y Constantes
- Modelado de Costos decrecientes de Tecnologías
- Costos Nivelados de la Energía (LCOE)

Valores Corrientes y Constantes

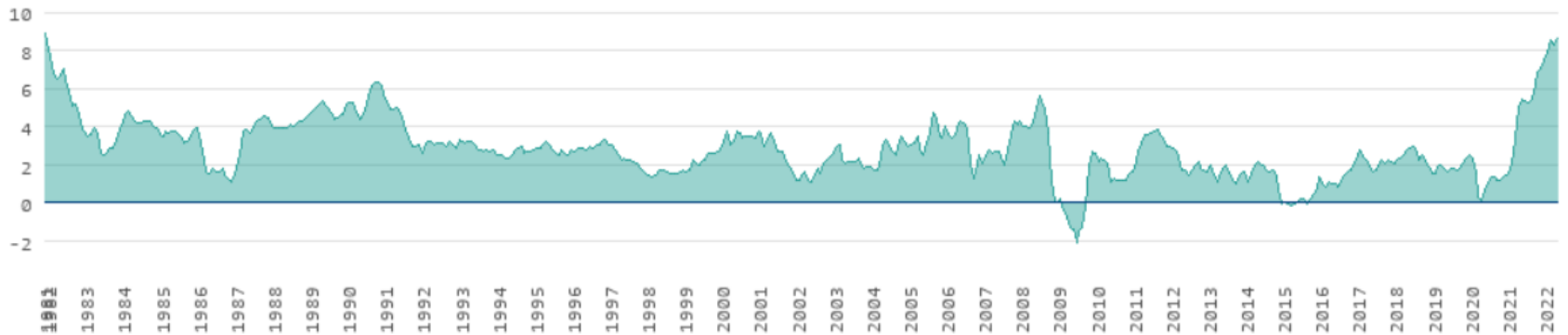
- **Valores corrientes:** valor nominal en el momento en que son considerados.
- **Valores Constantes:** valores que representan un valor que tiene igual poder adquisitivo en el tiempo.
 - sirven como referencia en un momento determinado para establecer una comparación con precios en otro momento.
 - **IMPORTA ESTABLECER LA FECHA DE REFERENCIA**
- Para pasar de uno a otro usualmente se usa la inflación, pero también se pueden utilizar actualizadores prefijados.

Financiamiento e Impuestos

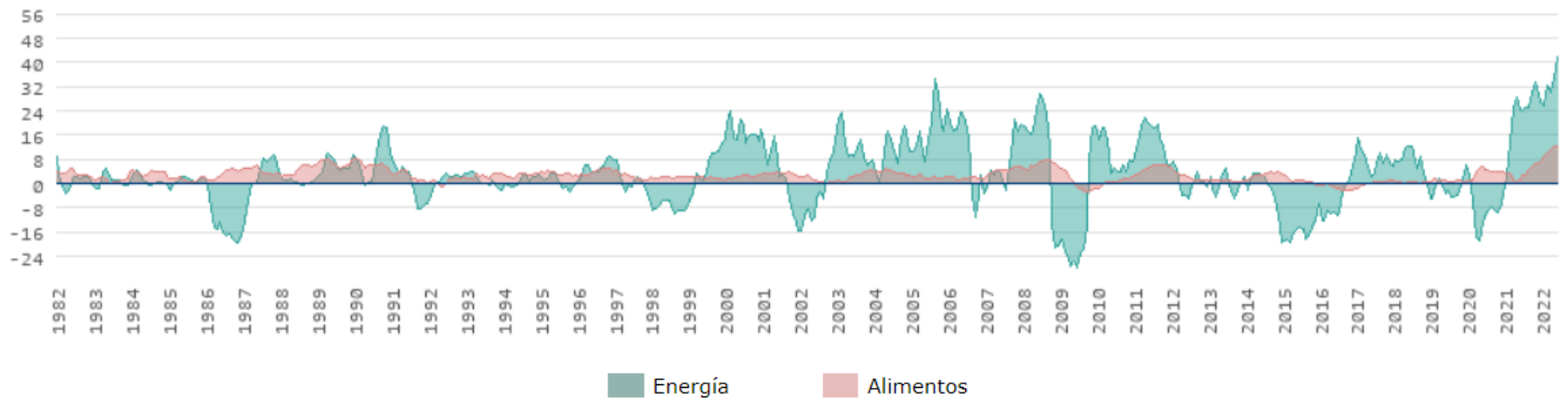
- Todas las cuentas en este curso son en **Dólares Constantes**, antes de Financiamiento e Impuestos.
- La tasa de descuento 10 % (por ej.) es solo a los efectos de tener una tasa de comparación de proyectos. **NO NECESARIAMENTE TIENE QUE VER** con una tasa de financiamiento ni con la inflación.
- La tasa es para comparar proyectos. Si bien 10 % podría parecer elevado, lo importante es que se utiliza la misma tasa para todos los proyectos. ¿Hago un ciclo combinado o construyo una nueva escuela?
- La tasa permite en forma indirecta incluir el RIESGO asociado a los proyectos cuyos ingresos se producen en el futuro lejano. **Un ingreso del futuro tiene mayor riesgo que uno presente, por lo que un proyecto con una determinada tasa lo penaliza.** También vale para los gastos...pero normalmente son Inversiones y son al inicio...

¿El dólar es una buena moneda para planificar?

Evolución de las tasas de inflación de los bienes de consumo en los Estados Unidos



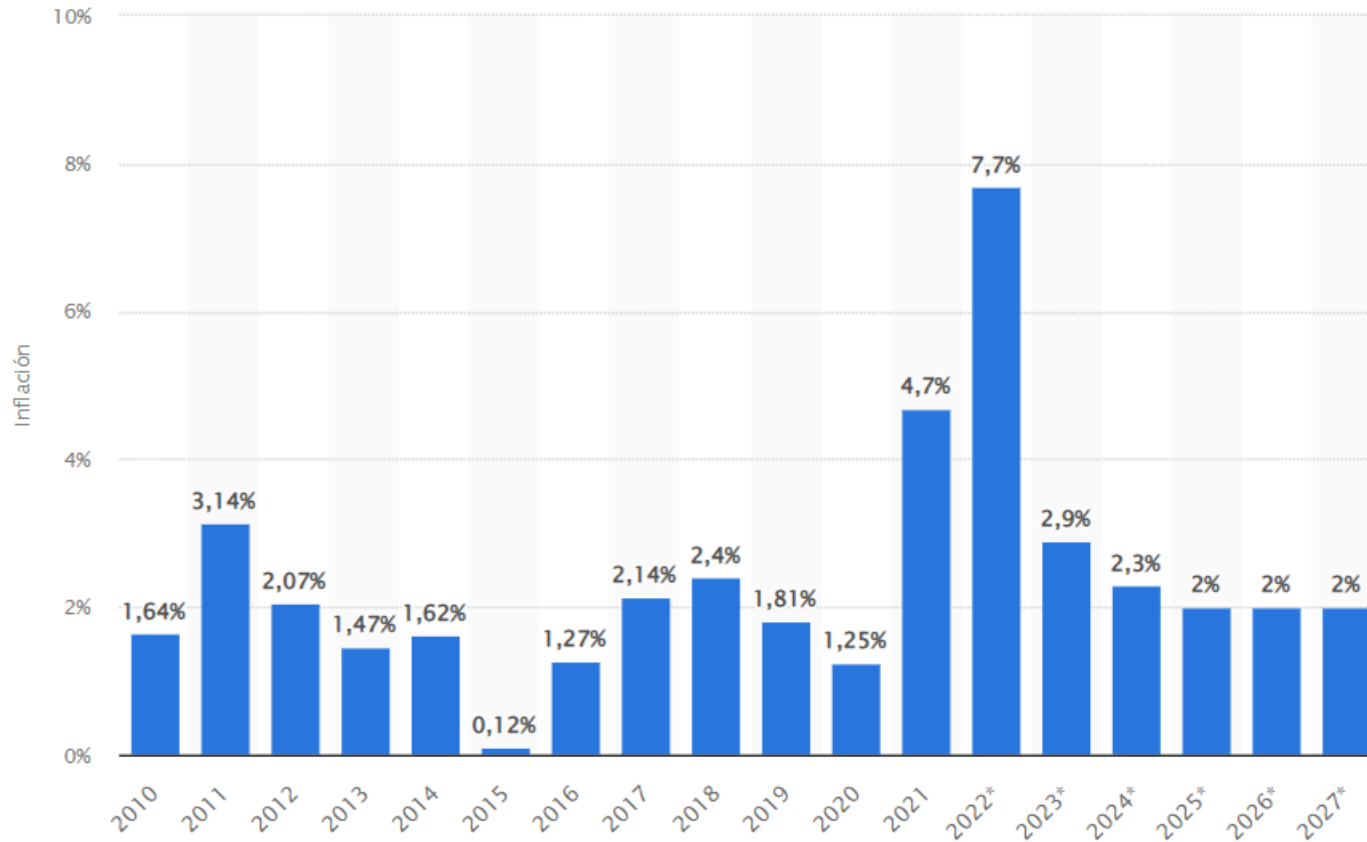
Energía y alimentación



<https://www.datosmundial.com/america/usa/inflacion.php>

Crear vs saber...

Tasa de inflación en Estados Unidos entre 2010 y 2027



<https://es.statista.com/estadisticas/598528/proyeccion-inflacion-en-ee-uu-2008-2020/>

Las tasas de interés en la evaluación financiera de proyectos

Carlos Arturo Gómez Restrepo

La utilización de una metodología adecuada, a partir del análisis de las variables macroeconómicas que incidirán en la formación de las tasas de interés en el mercado y teniendo en cuenta las condiciones financieras internas de la organización mediante el cálculo del costo del capital promedio ponderado y de indicadores de rentabilidad de la organización, nos permitirá establecer una tasa de descuento que refleje la realidad de las finanzas de la unidad económica en un contexto macroeconómico dado, asegurando que la metodología escogida para la evaluación financiera de un proyecto, garantice cálculos correctos, disminuyendo la incertidumbre asociada a la toma de decisiones financieras.

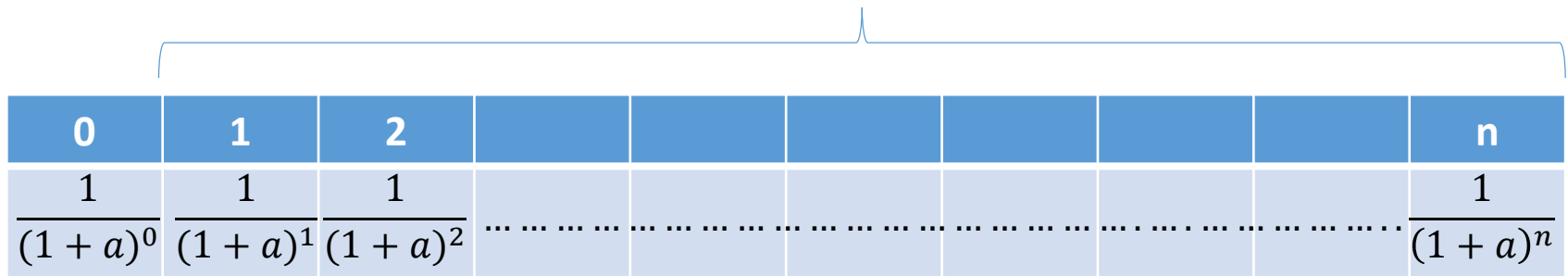


<https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/download/24161/24790/84587>

Valor Actual

- A los efectos de poder comparar proyectos con diferentes dinámicas de gastos o ingresos, se debe llevar cada uno de estos costos a un momento determinado. El Valor Actual se corresponde con llevar todos los costos a el momento actual, usualmente al inicio de un estudio o proyecto.
- Dado una tasa “a” asociada un período de tiempo, el valor actual de un pago/gasto P realizado “n” períodos más adelante será:

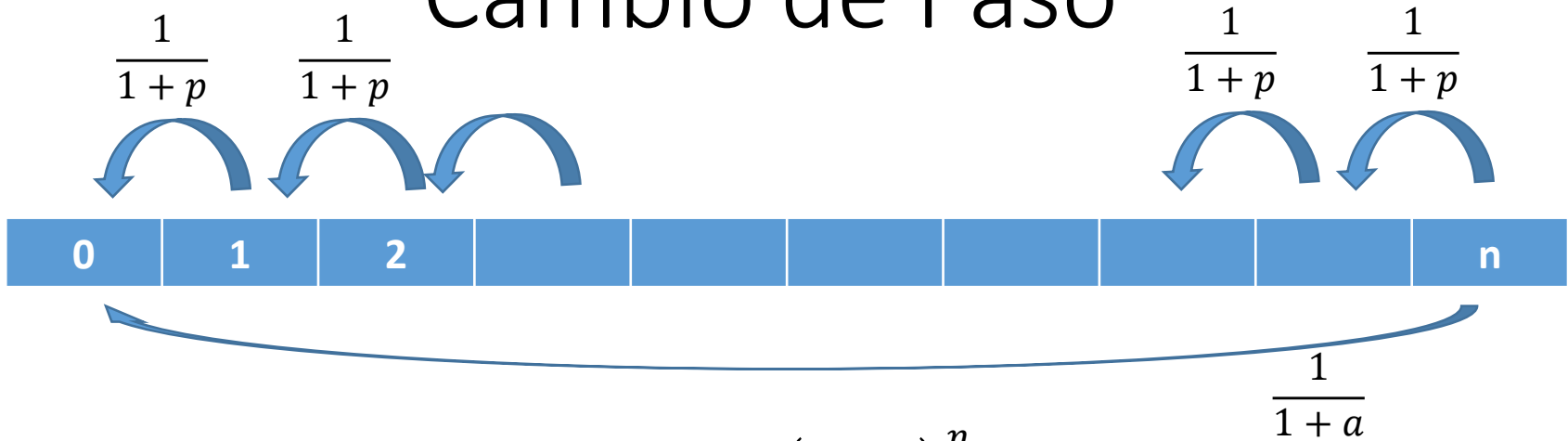
pago/gasto n períodos hacia adelante



0	1	2							n
1	1	1							1
$\frac{1}{(1+a)^0}$	$\frac{1}{(1+a)^1}$	$\frac{1}{(1+a)^2}$						$\frac{1}{(1+a)^n}$

$$VA(n) = \frac{P}{(1+a)^n}$$

Cambio de Paso



$$\frac{1}{1+a} = \left(\frac{1}{1+p} \right)^n$$

Defino
Actualizadores:

Del período

$$\frac{1}{1+a} = q_a$$

De paso

$$\frac{1}{1+p} = q_p$$



$$q_p = \left(\frac{1}{1+a} \right)^{1/n}$$

$$q_p = q_a^{1/n}$$

Lo usual en SimSEE

Ejemplo: Tasa anual $a = 10\%$

Paso	n	q
Año	1	0.909090
Mes	12	0,992088
Semana	52,1775	0,998175
Día	365,2425	0,999739
Hora	8765,82	0,999989

No hay como volver a tirar cuentas...

Actualizadores						
Tasa anual (a)	10%					
	Fórmula Tasa	Tasa	Fór. Act.	Actualizador		Verif
Mensual	$(1+a)^{(1/12)}-1$	0.797%	$1/(1+Tm)$	0.992089		1.1
Semanal	$(1+a)^{(1/(365/7))}-1$	0.183%	$1/(1+Ts)$	0.998174		1.1
Diaria	$(1+a)^{(1/365)}-1$	0.026%	$1/(1+Td)$	0.999739		1.1



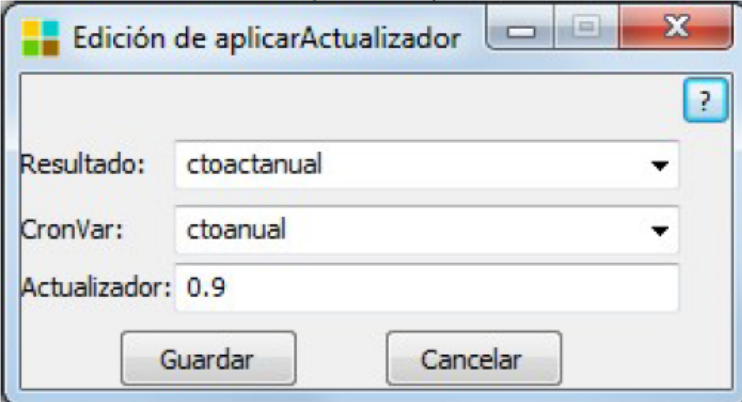
RECURSO

[Tabla de cálculo de Actualizadores, Pagos, Paramétricas y Depreciaciones](#)

32.1.a) aplicarActualizador

El Resultado de la post operación *aplicarActualizador* es el valor actualizado de la variable CronVar aplicando la tasa de actualización ingresada por el usuario en la casilla Actualizador.

En la figura que se muestra a continuación se presenta el formulario de edición de esta post operación con un ejemplo.



Edición de aplicarActualizador

Resultado: ctoact anual

CronVar: cto anual

Actualizador: 0.9

Guardar Cancelar

La variable crónica ctoanual representa el costo anual de una serie de variables aleatorias que ha sido previamente calculada, el Resultado de la variable crónica ctoact anual en el período desde el 1 de Enero de 2016 al 31 de Diciembre de 2019 de la simulación se calcula de la siguiente forma:

Año 2016: $ctoact\ anual[2016] = cto\ anual[2016]$.

Año 2017: $ctoact\ anual[2017] = 0.9 \times cto\ anual[2017]$

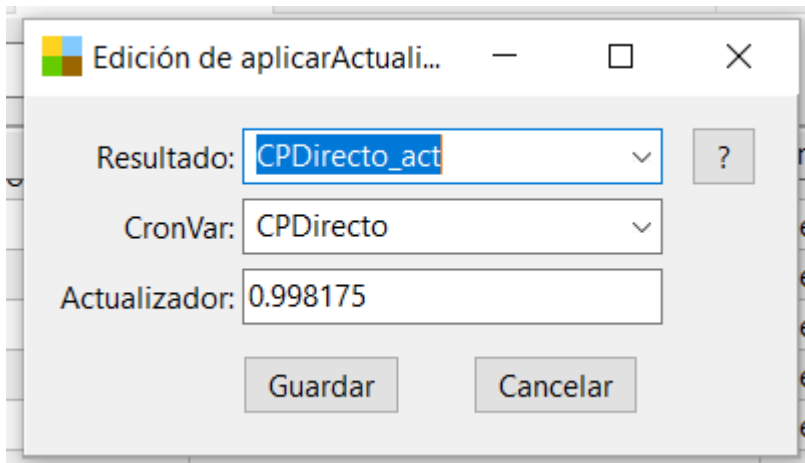
Año 2018: $ctoact\ anual[2018] = 0.9^2 \times cto\ anual[2018]$

Año 2019: $ctoact\ anual[2019] = 0.9^3 \times cto\ anual[2019]$

No importa el valor exacto...sí importa saber su fundamento...

Actualizadores					
Tasa anual (a)	10%				
	Fórmula Tasa	Tasa	Fór. Act.	Actualizador	Verif
Mensual	$(1+a)^{(1/12)}-1$	0.797%	$1/(1+Tm)$	0.9920889	1.1
Semanal	$(1+a)^{(1/(365/7))}-1$	0.183%	$1/(1+Ts)$	0.9981738	1.1
Diaria	$(1+a)^{(1/365)}-1$	0.026%	$1/(1+Td)$	0.9997389	1.1

Valor en la Sala del curso...



Lo usual en SimSEE

Ejemplo: Tasa anual a = 10 %

Paso	n	q
Año	1	0.909090
Mes	12	0,992088
Semana	52,1775	0,998175
Día	365,2425	0,999739
Hora	8765,82	0,999989

Anualidad que se equipara a un Inversión

n anualidades A a partir del año 1*

Año j	0	1	2		n
Inversión	Co				
Anualidad		A	A		A
Actualizador(j)		$1/(1+a)$	$1/(1+a)^2$		$1/(1+a)^n$

$$Co = \sum_1^n \frac{A}{(1+a)^j} \quad \Rightarrow \quad A = \frac{Co}{\sum_1^n \frac{1}{(1+a)^j}} = \frac{Co}{q_{a,n}^1}$$

$$q_{a,n}^1 = \sum_1^n \frac{1}{(1+a)^j} = \frac{1}{(1+a)^1} + \dots + \frac{1}{(1+a)^n} = \frac{(1+a)^n - 1}{a * (1+a)^n}$$

Anualidad que se equipara a un Inversión

n anualidades A a partir del año 0*

Año j	0	1	2		n-1
Inversión	Co				
Anualidad	A	A	A		A
Actualizador(j)	1	1/(1+a)	1/(1+a) ²		1/(1+a) ⁿ⁻¹

$$Co = \sum_0^{n-1} \frac{A}{(1+a)^j} \quad \Rightarrow \quad A = \frac{Co}{\sum_0^{n-1} \frac{1}{(1+a)^j}} = \frac{Co}{q_{a,n}^0}$$

$$q_{a,n}^0 = \sum_0^{n-1} \frac{1}{(1+a)^j} = \frac{1}{(1+a)^0} + \dots + \frac{1}{(1+a)^{n-1}} = \frac{(1+a)^n - 1}{a * (1+a)^{n-1}}$$

$$q_{a,n}^0 = q_{a,n}^1 \times (1+a)$$

No hay como volver a tirar cuentas...

Pagos											
Préstamo (C)	100										
Número de Pagos (np)	10										
Período (n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actualizador $1/(1+a)^n$		0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209	0.5645	0.5132	0.4665	0.4241	0.3855
Pago anual (planilla cálculo)	PAGO(a,np,C)	-16.3	-16.3	-16.3	-16.3	-16.3	-16.3	-16.3	-16.3	-16.3	-16.3
VA(n)		-14.8	-13.5	-12.2	-11.1	-10.1	-9.2	-8.4	-7.6	-6.9	-6.3
Suma VA	-100										

La función “pago” de las tablas de cálculo modelan lo que podría ser un prestamos a devolver en n años subsiguientes...



RECURSO

Tabla de cálculo de Actualizadores, Pagos, Paramétricas y Depreciaciones

Factor Global de Actualización*

$$q_{a,n} = \sum_1^n \frac{1}{(1+a)^n} = \frac{1}{(1+a)^1} + \dots + \frac{1}{(1+a)^n} = \frac{(1+a)^n - 1}{a * (1+a)^n}$$

Ejemplo tasa de descuento 10%

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actualizador $1/(1+a)^n$		0.909	0.826	0.751	0.683	0.621	0.564	0.513	0.467	0.424	0.386
Suma de los Actualizadores	6.1446										
Fórmula	6.1446										

$$Co = \sum_1^n \frac{A}{(1+a)^n} \implies A = \frac{Co}{\sum_1^n \frac{1}{(1+a)^n}} = \frac{Co}{q_{a,n}}$$

Fórmula de las tablas de cálculo

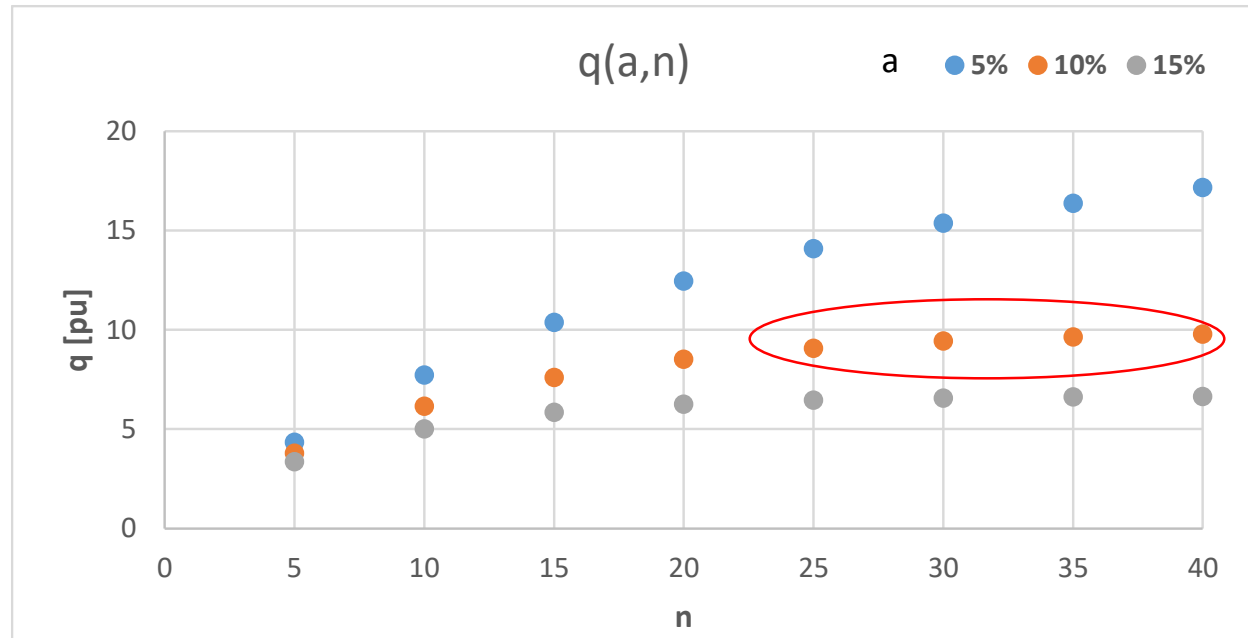
Anualidad (planilla cálculo) (A)	A=PAGO(a,np,Co)	-0.163
Número de Pagos (np)		10
Co		1
Factor Global (qan)	qan = Co/A	-6.1446

* Se muestra el caso particular de asumir que Co es en el año cero y que luego hay n anualidades A en los años subsiguientes...

Axioma no escrito del equipo docente de PEGSE:

“Una forma rápida de saber el valor que tiene el asumir una anualidad es multiplicarla por 9 o 10...”

		Tasa (a)		
		5%	10%	15%
años (n)	5	4.3	3.8	3.4
	10	7.7	6.1	5.0
	15	10.4	7.6	5.8
	20	12.5	8.5	6.3
	25	14.1	9.1	6.5
	30	15.4	9.4	6.6
	35	16.4	9.6	6.6
	40	17.2	9.8	6.6



Paramétrica con valores Corrientes y Constantes

$$P(n) = P_o[(1 - k)(1 + a)^n + k]$$

Ejemplo

Factor de precios corrientes	k	0,4
Actualización anual	a	2,30%
Precio (Pago/Ingreso) inicial anual	Po	100

El 40 % del costo no se actualiza!!!

Paramétrica con valores Corrientes y Constantes

$$P(n) = P_o[(1 - k)(1 + a)^n + k]$$

Ejemplo

Factor de precios corrientes	k	0,4
Actualización anual	a	2,30%
Precio (Pago/Ingreso) inicial anual	P _o	100

Año	n	2012	2013	...	2021	...	2030	2031
Paramétrica	$h(n)=k+(1-k)(1+a)^n$	1,00	1,01	• • •	1,14	• • •	1,30	1,32
Precio Corriente	$PC(n)=P_o*h(n)$	100,0	101,4	• • •	113,6	• • •	130,3	132,4
Actualizador	$j(n)=1/(1+a)^n$	1	0,98	• • •	0,81	• • •	0,66	0,65
VA(2012)	$VA(n)=PC(n)*j(n)$	100,0	99,1	• • •	92,6	• • •	86,6	86,0
Precio Cte Equiv	$P_{Ce}=\text{prom}[VA(n)]$	92,5						

$$P_{Ce}(n) = \frac{P_o}{n} \sum_0^{n-1} \left[\frac{k}{(1+a)^n} + 1 - k \right]$$



RECURSO

Tabla de cálculo de Actualizadores, Pagos, Paramétricas y Depreciaciones

Paramétrica con valores Corrientes y Constantes

$$P(n) = P_o[(1 - k)(1 + a)^n + k]$$

$$P(n) = P_o[(1 - k)(1 + a)^n + k]$$

$$PCe(n) = \frac{P_o}{n} \sum_0^{n-1} \left[\frac{k}{(1 + a)^n} + 1 - k \right]$$

k	PCe
0	100,0
0,2	96,3
0,4	92,5
0,6	88,8
0,8	85,0
1	81,3

Para el ejemplo:

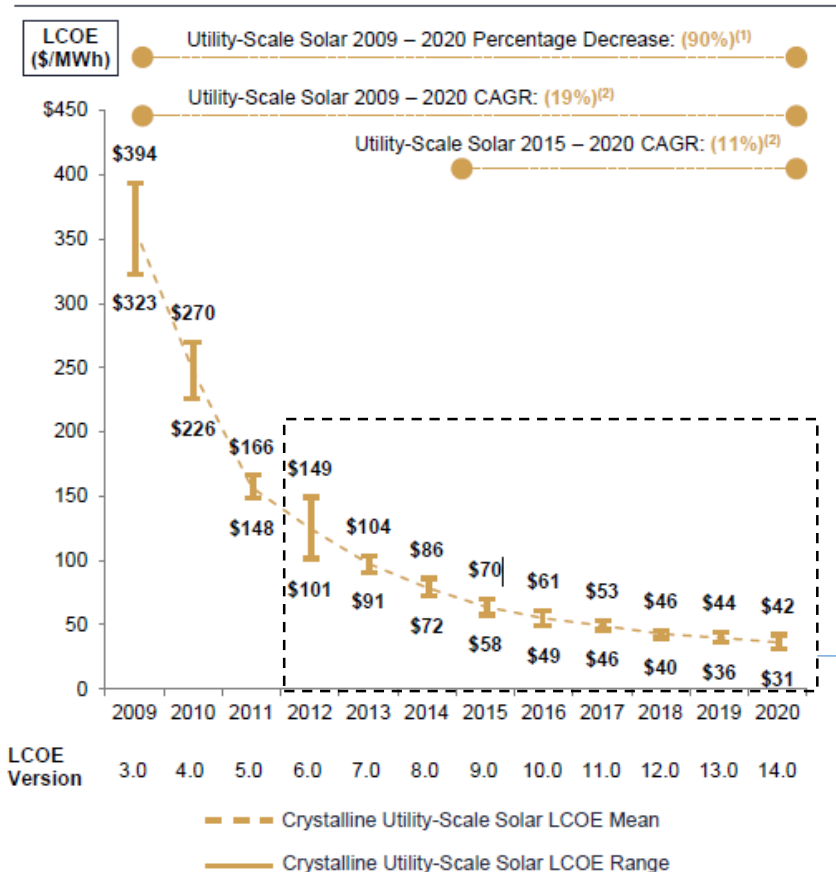
Por efecto de la paramétrica, un costo en 2012 de 100 \$, se transforma en 20 años en 132,4 \$, por lo que, en términos constantes, es un 86 % de los 100 \$ iniciales.

Finalmente, el costo constante equivalente es de 92,5 \$

Modelado de un Costos a la baja

$$P(n) = P_0 \left[\frac{k}{(1+a)^n} + 1 - k \right]$$

Unsubsidized Solar PV LCOE



AÑO	Max	Min	Prom	Prom/Po
2012	149	101	125	100%
2013	104	91	97,5	78%
2014	86	72	79	63%
2015	70	58	64	51%
2016	61	49	55	44%
2017	53	46	49,5	40%
2018	46	40	43	34%
2019	44	36	40	32%
2020	42	31	36,5	29%

Asíntota...

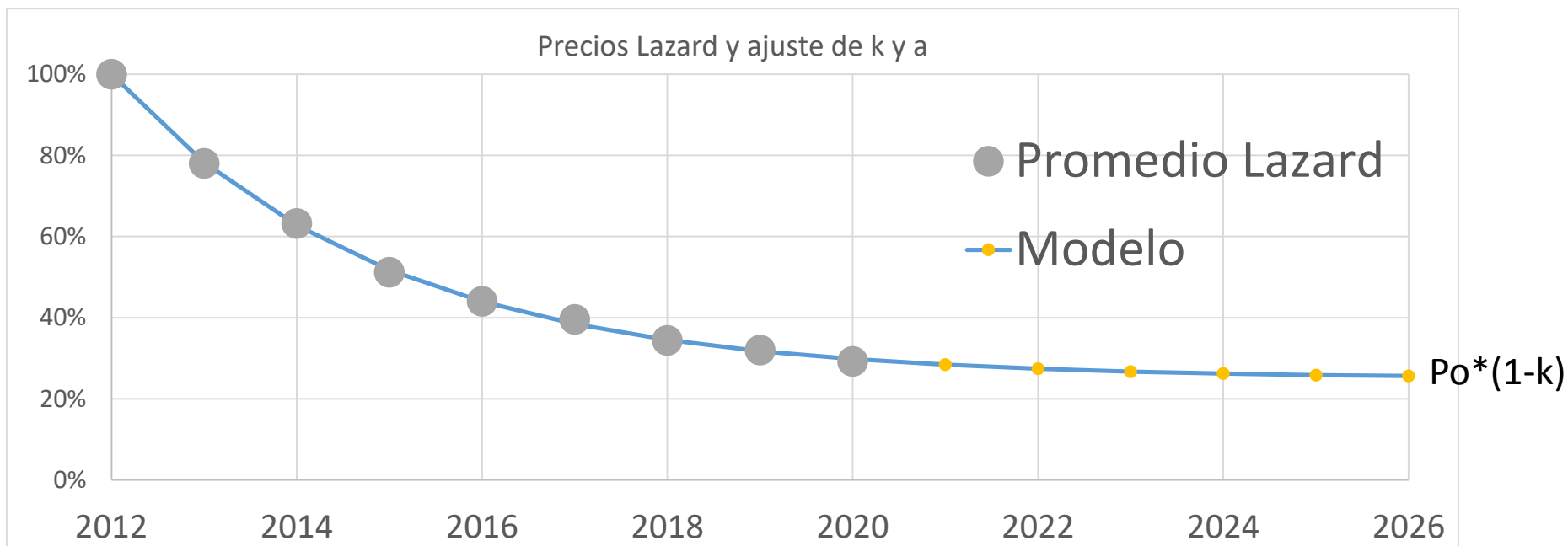
Po (1-k)

Costos a la baja de una tecnología

$$P(n) = P_0 \left[\frac{k}{(1+a)^n} + 1 - k \right]$$

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Año	n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Modelo	$P(n)=P_0*[1-k+k/(1+a)^n]$	100%	78%	63%	52%	44%	38%	35%	32%	30%	28%	27%	27%	26%	26%	26%
Promedio Lazard		100%	78%	63%	51%	44%	40%	34%	32%	29%						
Error cuadrático	2,3	0,00	0,04	0,23	0,31	0,00	1,31	0,02	0,05	0,36						

Proporción de precios indexado [pu]	k	75%
Actualización anual	a	41%



Costos Nivelados de la Energía (LCOE)

LCOE: Levelized Cost of Energy

- El LCOE es el costo (siempre hablando en términos constantes) al cual se debe valorizar la energía para equiparar los ingresos con los costos de la inversión y de la operación y mantenimiento.
- En su formulación más sencilla con:
 - C_0 = costo de Inversión inicial (ese año se construye),
 - $COM(n)$ = costo de O&M anual de cada año siguiente,
 - $E(n)$ = energía entregada cada año luego de construido,
 - y a = actualizador anual,
 - es

$$LCOE = \frac{C_0 + \sum_1^n \frac{COM(n)}{(1+a)^n}}{\sum_1^n \frac{E(n)}{(1+a)^n}}$$

Valor Actual de Gastos

¿Valor Actual de la Energía?

Demostración (1)

- Gastos

Año	0	1	2	---	n
Gasto(n)	Co	COM(1)	COM(2)	---	COM(n)
Actualizador(n)	1	1/(1+a)	1/(1+a) ²		1/(1+a) ⁿ

$$GASTO = Co + \sum_{1}^{n} \frac{COM(n)}{(1+a)^n}$$

Demostración (2)

- Ingresos

Año	0	1	2	---	n
Energía (n)	0	E(1)	E(2)	---	E(n)
Valorización de la E		LCOE	LCOE		LCOE
Actualizador(n)	1	1/(1+a)	1/(1+a) ²		1/(1+a) ⁿ

$$INGRESO = \sum_1^n \frac{LCOE \times E(n)}{(1+a)^n}$$

Demostración (3)

$$GASTO = C_o + \sum_1^n \frac{COM(n)}{(1+a)^n} \quad INGRESO = \sum_1^n \frac{LCOE \times E(n)}{(1+a)^n}$$

- Gastos = Ingresos =>

$$LCOE = \frac{C_o + \sum_1^n \frac{COM(n)}{(1+a)^n}}{\sum_1^n \frac{E(n)}{(1+a)^n}}$$

Caso Simplificado de LCOE

- Si llevamos a VA el costo de O&M y lo asimilamos a la Inversión inicial para luego calcular la anualidad, al sustituir dicha anualidad por su expresión y asumir que la cantidad de energía anual es **constante** e igual a **E**, resulta en que el **LCOE** es simplemente la anualidad dividido la energía anual.

$$LCOE = \frac{C_o + \sum_1^n \frac{COM(n)}{(1+a)^n}}{\sum_1^n \frac{E(n)}{(1+a)^n}} = \frac{C_o^*}{\sum_1^n \frac{E(n)}{(1+a)^n}} = \frac{A \times q_{a,n}}{\sum_1^n \frac{E(n)}{(1+a)^n}} = \frac{A \times \sum_1^n \frac{1}{(1+a)^n}}{\sum_1^n \frac{E(n)}{(1+a)^n}}$$

$$LCOE = \frac{A}{E}$$