

Análisis y Ajuste de Valores de Coeficiente Global de Transferencia de Calor (K) de la NOM-020-ENER-2011

17 Marzo 2015

I. Antecedentes

Derivado de los resultados obtenidos del estudio “Análisis de costo beneficio en diferentes estados, por la aplicación de aislamiento térmico en viviendas de interés social, para cumplir con lo establecido en la NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios para uso habitacional”, en los cuales se evidencian los costos por las mejoras a la envolvente térmica que se tienen que realizar a los proyectos constructivos actuales de las diferentes desarrolladoras; observando que en algunas ciudades con climas cálidos y extremos se obtuvieron costos onerosos, para lograr el cumplimiento con la norma; es necesario realizar ahora una segunda fase del estudio , en la que se determine un punto de equilibrio entre las medidas necesarias para el cumplimiento de la norma tomando en cuenta que en algunos casos es necesario replantear un adecuado diseño arquitectónico antes que medidas individuales a la envolvente, así como las especificaciones de coeficiente global de transferencia de calor (k) de la NOM-020-ENER-2011 y los diferentes programas e iniciativas de construcción de vivienda sustentable, siempre tomando en cuenta las restricciones de capacidad de compra de cada trabajador en el caso de financiamiento

Con la información que se obtuvo de dicho estudio, en el que se analizaron 43 ciudades, de las cuales 23 están ubicadas en las tarifas eléctricas del sector doméstico: 1C, 1D, 1E y 1F; mismas, en las que se encontraron las ciudades que requieren mayores montos de inversión en la solución de la envolvente de la vivienda, para lograr el cumplimiento con la NOM-020-ENER-2011, debido a que, es necesario diseñar desde el inicio, un prototipo de vivienda que por sí mismo, disminuya el uso de aislamiento térmico y otras medidas sobre la envolvente, así como incluir también los criterios contemplados en los programas de vivienda sustentable de INFONAVIT, FOVISSSTE y CONAVI.

En este contexto, el nuevo estudio propuesto determinará una línea base del Coeficiente Global de Transferencia de Calor (K) a partir de los sistemas constructivos convencionales en muros y techos, utilizados en los casos de referencia del primer estudio, para así identificar y determinar las medidas necesarias para alcanzar el valor K establecido en la NOM-020-ENER- 2011, y a su vez la inversión adicional que se pueda cubrir bajo los montos y criterios de aplicación para el financiamiento de “Aislante Térmico” en las instituciones y organismos de vivienda.

II. Objetivos

Evaluar mediante análisis regresivos y de interpolación los valores de los coeficientes globales de transferencia de calor, considerando un análisis de impacto térmico, a partir de una evaluación de cada uno de los sistemas constructivos. Para elaborar un análisis y ajuste de valores de coeficiente global de transferencia de calor (k) de la NOM-020-ENER-2011, eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios para uso habitacional en ciudades con climas cálidos y

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

extremosos.

Conocer los sistemas constructivos que cuentan con mejores propiedades térmicas a partir de los casos de estudio previo, para determinar el punto de equilibrio entre estos y los valores de (k) de la NOM-020-ENER-2011, de las tarifas 1C, 1D, 1E y 1F.

III. Cronograma de Actividades

Para cumplir en tiempo y forma con las actividades señaladas en el contrato se propone como plan de trabajo el siguiente cronograma de actividades:

N°	ACTIVIDADES	SEMANAS				
		1	2	3	4	5
1	Realizar el programa de trabajo	x				
2	Realizar matriz de las tarifas a analizar 1C, 1 D, 1E y 1F, dividido por tipología de vivienda, estrategias para cumplimiento de la NOM020 actual, zonas bioclimáticas, y el sistema constructivo actual de la vivienda.	X				
3	Reunión con Conavi para revisar los dos puntos anteriores.	X				
4	Reunión para presentación de avances		X			
5	Metodología de ajuste de K, e identificación de contribución marginal por disminución de ganancia de calor por la implementación de aislante térmico, en techo y muro por orientación		X			
6	Entrega de la primera parte del estudio.			X		
7	Desarrollar emulador con escenarios destacando sistema constructivo, tarifas y consumo energético traducido a veces salarios mínimos, emisiones de CO2 evitados por el cumplimiento de la NOM020 ajustada.			X		
8	Segunda reunión de avances				X	
9	Revisión de otros países y su historia de los valores de “K”				X	
10	Entrega de informe final					X

IV. Relación Factor de conductividad K y Tarifas CFE

Parte importante del primer estudio fue tomar en cuenta las tarifas de CFE, ya que el costo beneficio se evalúa de acuerdo al tiempo en que se amortiza la inversión de las adecuaciones para cumplir la NOM020, por concepto de ahorro de energía eléctrica al evitar o disminuir el uso de aire acondicionado.

El factor de conductividad (K) determina la exigencia de la Norma y depende de la zona bioclimática. Conforme más se acerque “K” a 1, significa que es menos exigente, por lo tanto en los climas cálidos este factor se aleja en su mayoría de 1.

Dado lo anterior se realizó un filtrado de factores “K” que corresponden a las viviendas aisladas y adosadas, donde se muestra la coincidencia de las ciudades que comparten la misma exigencia, y la tarifa de CFE que le corresponde a cada una.

En la ilustración 1, observamos las ciudades que comparten el valor de K, más estricto 0.476, donde Hermosillo y Mexicali coinciden en la tarifa 1F (tarifa de climas muy cálidos que rebasan 33 grados centígrados como temperatura media mínima en verano), sin embargo se observa que Guaymas es una tarifa menor.

No.	Tarifa	Ciudad	Estado	K de referencia (w/m2k)
				Muro y Techo
1	1F	Hermosillo	Sonora	0.476
2	1F	Mexicali	Baja California	0.476
3	1E	Guaymas	Sonora	0.476

Ilustración 1 Filtrado de K=0.476

En la ilustración 2, de igual manera se observa diferencias en las tarifas que van desde la 1A, hasta la tarifa 1F.

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

No.	Tarifa	Ciudad	Estado	K de referencia (w/m2k)
				Muro y Techo
1	1F	Cd. Obregon	Sonora	0.526
2	1F	Culiacan	Sinaloa	0.526
3	1F	Los Mochis	Sinaloa	0.526
4	1F	Mazatlan	Sinaloa	0.526
5	1E	La Paz	Baja California Sur	0.526
6	1E	Navojoa	Sonora	0.526
7	1E	Nuevo Laredo	Tamaulipas	0.526
8	1E	Piedras Negras	Coahuila	0.526
9	1D	Cd. Valles	San Luis Potosi	0.526
10	1D	Guasave	Sinaloa	0.526
11	1D	Monclova	Coahuila	0.526
12	1D	Villahermosa	Tabasco	0.526
13	1C	Arriaga	Chiapas	0.526
14	1C	Cabo San Lucas	Baja California Sur	0.526
15	1C	Campeche	Campeche	0.526
16	1C	Cancun	Quintana Roo	0.526
17	1C	Cd. Del Carmen	Campeche	0.526
18	1C	Cd. Victoria	Tamaulipas	0.526
20	1C	Comalcalco	Tabasco	0.526
21	1C	Salina Cruz	Oaxaca	0.526
22	1C	Tampico	Tamaulipas	0.526
23	1C	Torreon	Coahuila	0.526
24	1C	Veracruz	Veracruz	0.526
25	1B	Chetumal	Quintana Roo	0.526
26	1B	Cozumel	Quintana Roo	0.526
27	1B	Merida	Yucatan	0.526
28	1B	Playa del Carmen	Quintana Roo	0.526
29	1B	Poza Rica	Veracruz	0.526
30	1B	Progreso	Yucatan	0.526
31	1B	Puerto Vallarta	Jalisco	0.526
32	1B	Tuxpan	Veracruz	0.526
33	1B	Valladolid	Yucatan	0.526
34	1B	Acapulco	Guerrero	0.526
35	1B	Lazaro Cardenas	Michoacan	0.526
36	1B	Manzanillo	Colima	0.526
37	1A	Tapachula	Chiapas	0.526

Ilustración 2 Filtrado de K=0.526

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

Compartiendo el valor de K 0.556 se encuentran ciudades de tarifa 1ª hasta tarifa 1E.

No.	Tarifa	Ciudad	Estado	K de referencia (w/m2k)
				Muro y Techo
1	1E	Reynosa	Tamaulipas	0.556
2	1D	Matamoros	Tamaulipas	0.556
3	1C	Lerdo	Durango	0.556
4	1C	Monterrey	Nuevo Leon	0.556
5	1B	Colima	Colima	0.556
6	1A	Cuatla	Morelos	0.556
7	1A	Rio Verde	San Luis Potosi	0.556
8	1B	Tuxtla Gutierrez	Chiapas	0.556
9	1B	Zihuatanejo	Guerrero	0.556

Ilustración 3 Filtrado de K=0.556

En la ilustración 4, son dos ciudades del Estado de chihuahua sin embargo su tarifa CFE es diferente.

No.	Tarifa	Ciudad	Estado	K de referencia (w/m2k)
				Muro y Techo
1	1C	Cd. Juarez	Chihuahua	0.625
2	1B	Chihuahua	Chihuahua	0.625

Ilustración 4 Filtrado de K=0.625

En la ilustración 5 y 6 la mayoría de las ciudades que comparte la K son tarifa 1, sin embargo también se encuentran de 1A.

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

No.	Tarifa	Ciudad	Estado	K de referencia (w/m2k)
				Muro y Techo
1	1A	Casas Grandes	Chihuahua	0.714
2	1A	Nogales	Sonora	0.714
3	1	Guadalajara	Jalisco	0.714
4	1	Guanajuato	Guanajuato	0.714
5	1	Leon	Guanajuato	0.714
6	1	Tijuana	Baja California	0.714
7	1	Atlixco	Puebla	0.714
8	1	Chilpancingo	Guerrero	0.714
9	1	Cordoba	Veracruz	0.714
10	1	Cuernavaca	Morelos	0.714
11	1	Huejucar	Jalisco	0.714
12	1	Jalapa	Veracruz	0.714
13	1	Oaxaca	Oaxaca	0.714
14	1	Ocotlan	Jalisco	0.714
15	1	Orizaba	Veracruz	0.714
16	1	Tehuacan	Puebla	0.714
17	1A	Tepic	Nayarit	0.714

Ilustración 5 Filtrado de K=0.714

No.	Tarifa	Ciudad	Estado	K de referencia (w/m2k)
				Muro y Techo
1	1A	H. del Parral	Chihuahua	0.833
2	1	Texcoco	Edo. De Mexico	0.833
3	1	Aguascalientes	Aguascalientes	0.833
4	1	Comatlan	Chiapas	0.833
5	1	Durango	Durango	0.833
6	1	Fresnillo	Zacatecas	0.833
7	1	Lagos de Moreno	Jalisco	0.833
8	1A	Matehuala	San Luis Potosi	0.833
9	1	Morelia	Michoacan	0.833
10	1	Puebla	Puebla	0.833
11	1	Queretaro	Queretaro	0.833
12	1	Saltillo	Coahuila	0.833
13	1	San Juan del Rio	Queretaro	0.833
14	1	San Luis Potosi	San Luis Potosi	0.833
15	1	Uruapan	Michoacan	0.833

Ilustración 6 Filtrado de K=0.833

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

En la ilustración 7 se observa que todas las ciudades con K de 0.909 son de tarifa CFE 1.

No.	Tarifa	Ciudad	Estado	K de referencia (w/m ² k)
				Muro y Techo
1	1	Cd. de Mexico	D.F.	0.909
2	1	Ensenada	Baja California	0.909
3	1	Toluca	Edo. De Mexico	0.909
4	1	Pachuca	Hidalgo	0.909
5	1	San Cristobal	Chiapas	0.909
6	1	Tlaxcala	Tlaxcala	0.909
7	1	Tulancingo	Hidalgo	0.909
8	1	Zacatecas	Zacatecas	0.909

Ilustración 7 Filtrado de K=0.909

En relación a las tablas anteriormente expuestas, se puede concluir que si bien es sabido que tanto las tarifas y los factores de conductividad se establecen en base a las temperaturas de las ciudades, se observan en varios casos algunas desviaciones al respecto. Por lo cual en esta segunda fase de estudio se alinearán las tarifas de CFE, compartiendo el factor de K ajustado.

V. Matriz de tipologías de vivienda y ciudades de la NOM-020 (Archivo adjunto en electrónico y Anexo 1 impreso)

En el archivo electrónico llamado “Matriz, tipología de vivienda, ciudades, aislamiento”, se muestra la radiografía actual de la vivienda ofertada nacionalmente. La matriz está compuesta por varios valores que a continuación se describen, es la misma composición para las 3 pestañas diferentes; asilada, adosada y vertical:

En la primer columna se muestran los 14 Estados de la República que participaron en la primer fase del estudio, de los cuales se analizaron las tres tipologías de vivienda (aislada, adosada y vertical), posteriormente se muestra las ciudades evaluadas de estas entidades, y en colores se distinguen que ciudades comparten misma tarifa de CFE, la cual se muestra en la siguiente columna.

Se muestra el sistema constructivo utilizado para ese prototipo evaluado en cada una de las Entidades tanto para muros y cubierta, así como los acabados con los que cuentan. Posterior a ello se muestran los valores y cálculos de la NOM020 actual, primero los valores de “K” de referencia tanto para muros y techo, los cuales hay que alcanzar con el cumplimiento de la Norma. Seguido de esto, se observan los cálculos con los valores actuales de loa Norma, dividido por conducción y radiación según cada orientación, tanto para el caso base, y el eficiente. Esto permite revisar según cada orientación que estrategias pueden representar mayor impacto si en conducción o en radiación. En las últimas columnas se muestra para cada orientación las adecuaciones necesarias para cumplir la norma, el costo de inversión de las mismas, y el área en metros cuadrados de cada área.

VI. Evaluación Ventanas Entintadas

Es bien sabido que la NOM020 no limita los materiales para disminuir la ganancia de calor y llegar a su cumplimiento, por lo tanto una de las opciones para ello, son las ventanas que ofrecen un coeficiente de sombreado superior a las que se utilizan tradicionalmente en viviendas de interés social (vidrio sencillo 3mm).

A continuación se muestra la evaluación de los tres prototipos de vivienda de la ciudad de Mexicali por ser la una de las ciudades que representan mayor reto para combatir la radiación, con un análisis técnico-económico de utilizar vidrios entintados para el cumplimiento de la NOM020, comparando la disminución de ganancia de calor que aporta al cálculo en comparación al aislante térmico.

Se evaluaron dos diferentes tipos de vidrio de la empresa Vitro, en tres diferentes escenarios para cada prototipo:

1. colocar el vidrio entintado en la ventana de mayor área sin importar su orientación,
2. colocar en las ventanas de la fachada de mayor asoleamiento y
3. la colocación en todas las ventanas de la vivienda.

Con lo cual se puede observar la contribución de cada supuesto y tomar la mejor decisión según costo beneficio.

Dentro de los escenarios, se tomó en cuenta lo que se mencionó ya, que el desarrollador por lo general coloca vidrio sencillo de 3mm, el cual tiene un coeficiente de sombreado ineficiente en comparación de los entintados. Se evaluó como sobrecosto llamándole diferencia de inversión, al diferencial entre el vidrio sencillo que se encuentra en los costos del desarrollador y los entintados. De lo anterior se analiza también el aislamiento térmico evitado por la colocación de este tipo de vidrios, y la inversión que se puede ahorrar.

En la *tabla 1* se muestran los cálculos de los diferentes escenarios del prototipo aislada. Y en la *tabla 2* el análisis costo-beneficio, donde se observa que hay un ahorro por vivienda de al menos \$1,200.00 si se colocan un vidrio entintado simple en todas las ventanas.

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

Prototipo Aislada - Fachada Principal al Oeste (Mexicali, B.C)										
Escenario	Propiedades térmicas de las ventanas			Presupuesto Energético			Reducción del presupuesto energético		Área de vidrio por escenario (m ²)	Área de 2" de poliestireno por reducción de presupuesto energético (m ²)
	Tipo de Vidrio	Coefficiente de Sombreado	Valor U (watts/m ² K)	Conducción (Watts)	Radiación (Watts)	Total (Watts)	Watts	%		
Base	Vidrio Sencillo	1	5.319	2,884.5100	614.1500	3,498.6600	0.0000	0.00%	4.13	0.0000
Ventana de mayor área	Filtrosol Grey	0.83	5.34	2,884.7300	571.9700	3,456.7000	41.9600	1.20%	1.5129	1.9824
Fachada de mayor asoleamiento				2,884.9000	539.2700	3,424.1700	74.4900	2.13%	2.6855	3.5192
Todas las ventanas				2,885.1100	509.7400	3,394.8500	103.8100	2.97%	4.13	4.9044
Ventana de mayor área	Base (Tintex Green)	0.69	5.25	2,883.7800	537.2300	3,421.0100	77.6500	2.22%	1.5129	3.6685
Fachada de mayor asoleamiento				2,883.2100	477.6200	3,360.8300	137.8300	3.94%	2.6855	6.5117
Todas las ventanas				2,882.5100	423.7600	3,306.2700	192.3900	5.50%	4.13	9.0894
Referencia	Referencia	1	5.319	1,079.7700	880.8200	1,960.5900	No Aplica	No Aplica	No aplica	No Aplica

Tabla 1 CALCULO VENTANAS ENTINTADAS Prototipo-Base AISLADA (Mexicali) Block Común/Vigueta y Bovedilla

Área de vidrio entintado m ²	Escenario	Tipo de Vidrio	Costo de Vidrio sencillo	Costo Vidrio Entintado	Reducción del presupuesto energético Watts	Diferencia de inversión por colocar vidrios entintados	Costo por watt evitado	Área de 2" de poliestireno por reducción de presupuesto energético (m ²)	Costo Área de 2" poliestireno por reducción de presupuesto energético (m ²)	Ahorro de colocar vidrio entintado Vs. Aislamiento térmico
1.5129	Ventana de mayor área	Filtrosol Grey	\$ 105.30	\$ 149.73	41.96	\$ 44.43	\$ 1.06	1.9824	\$ 551.11	\$ 506.67
2.6855	Fachada de mayor asoleamiento		\$ 186.91	\$ 265.78	74.49	\$ 78.87	\$ 1.06	3.5192	\$ 978.34	\$ 899.46
4.13	Todas las ventanas		\$ 287.45	\$ 408.75	103.81	\$ 121.30	\$ 1.17	4.9044	\$ 1,363.42	\$ 1,242.13
1.5129	Ventana de mayor área	Tintex Green	\$ 105.30	\$ 366.76	77.65	\$ 261.46	\$ 3.37	3.6685	\$ 1,019.84	\$ 758.38
2.6855	Fachada de mayor asoleamiento		\$ 186.91	\$ 651.02	137.83	\$ 464.11	\$ 3.37	6.5117	\$ 1,810.25	\$ 1,346.14
4.13	Todas las ventanas		\$ 287.45	\$ 1,001.19	192.39	\$ 713.75	\$ 3.71	9.0894	\$ 2,526.85	\$ 1,813.11

Tabla 2 COSTO-BENEFICIO VENTANAS ENTINTADAS VS AISLAMIENTO Prototipo-Base AISLADA (Mexicali) Block Común/Vigueta y Bovedilla

En la *tabla 3* se muestran los cálculos de los diferentes escenarios del prototipo adosada. Y en la *tabla 4* el análisis costo-beneficio, donde se observa que hay un ahorro para dos viviendas de \$3,281.00 si se colocan un vidrio entintado simple en todas las ventanas, por evitar la colocación del aislamiento térmico.

Prototipo Adosada (Dúplex) - Fachada Principal al Oeste (Mexicali, B.C)										
Escenario	Propiedades térmicas de las ventanas			Presupuesto Energético			Reducción del presupuesto energético		Área de vidrio por escenario (m ²)	Área de 2" de poliestireno por reducción de presupuesto energético (m ²)
	Tipo de Vidrio	Coefficiente de Sombreado	Valor U (watts/m ² K)	Conducción (Watts)	Radiación (Watts)	Total (Watts)	Watts	%		
Base	Vidrio Sencillo	1	5.319	6,889.6000	1,854.2400	8,743.8400	0.0000	0.00%	10.88	0.0000
Ventana de mayor área	Filtrosol Grey	0.83	5.34	6,889.8000	1,817.4800	8,707.2800	36.5600	0.42%	1.36	1.7273
Fachada de mayor asoleamiento				6,890.4000	1,725.4800	8,615.8800	127.9600	1.46%	5.44	6.0454
Todas las ventanas				6,891.2000	1,578.4400	8,469.6400	274.2000	3.14%	10.88	12.9544
Ventana de mayor área	Base (Tintex Green)	0.69	5.25	6,888.9400	1,787.2100	8,676.1500	67.6900	0.77%	1.36	3.198
Fachada de mayor asoleamiento				6,886.9700	1,619.4400	8,506.4100	237.4300	2.72%	5.44	11.2173
Todas las ventanas				6,884.3500	1,351.3000	8,235.6500	508.1900	5.81%	10.88	24.0092
Referencia	Referencia	1	5.319	2,356.7000	2,239.0900	4,595.7900	No Aplica	No Aplica	No aplica	No Aplica

Tabla 3 CALCULO VENTANAS ENTINTADAS Prototipo-Base ADOSADA Duplex (Mexicali) Block Común/Vigueta y Bovedilla

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

Area de vidrio entintado m2	Escenario	Tipo de Vidrio	Costo de Vidrio sencillo	Costo Vidrio Entintado	Reducción del presupuesto energético Watts	Diferencia de inversión por colocar vidrios entintados	Costo por watt evitado	Área de 2" de poliestireno por reducción de presupuesto energético (m ²)	Costo Área de 2" poliestireno por reducción de presupuesto energético (m2)	Ahorro de colocar vidrio entintado Vs. Aislamiento térmico
1.36	Ventana de mayor área	Filtrazol Grey	\$ 94.66	\$ 134.60	36.56	\$ 39.94	\$ 1.09	1.7273	\$ 480.19	\$ 440.25
5.44	Fachada de mayor asoleamiento		\$ 378.62	\$ 538.40	127.96	\$ 159.77	\$ 1.25	6.0454	\$ 1,680.62	\$ 1,520.85
10.88	Todas las ventanas		\$ 757.25	\$ 1,076.79	274.2	\$ 319.55	\$ 1.17	12.9544	\$ 3,601.32	\$ 3,281.78
1.36	Ventana de mayor área	Tintex Green	\$ 94.66	\$ 329.69	67.69	\$ 235.04	\$ 3.47	3.198	\$ 889.04	\$ 654.01
5.44	Fachada de mayor asoleamiento		\$ 378.62	\$ 1,318.76	237.43	\$ 940.14	\$ 3.96	11.2173	\$ 3,118.41	\$ 2,178.27
10.88	Todas las ventanas		\$ 757.25	\$ 2,637.53	508.19	\$ 1,880.28	\$ 3.70	24.0092	\$ 6,674.56	\$ 4,794.28

Tabla 4 COSTO-BENEFICIO VENTANAS ENTINTADAS VS AISLAMIENTO Prototipo-Base ADOSADA DUPLEX (Mexicali) Block Común/Vigueta y Bovedilla

En la *tabla 5* se muestran los cálculos de los diferentes escenarios del prototipo vertical. Y en la *tabla 6* el análisis costo-beneficio, donde se observa que hay un ahorro por vivienda de al menos \$1,000.00 si se colocan un vidrio entintado simple en todas las ventanas.

Prototipo Vertical (12 unidades) - Fachada Principal al Oeste (Mexicali, B.C)										
Escenario	Propiedades térmicas de las ventanas			Presupuesto Energético			Reducción del presupuesto energético		Área de vidrio por escenario (m ²)	Área de 2" de poliestireno por reducción de presupuesto energético (m ²)
	Tipo de Vidrio	Coefficiente de Sombreado	Valor U (watts/m ² K)	Conducción (Watts)	Radiación (Watts)	Total (Watts)	Watts	%		
Base	Vidrio Sencillo	1	5.319	20,003.10	11,108.18	31,111.28	0	0.00%	74.62	0
Ventana de mayor área	Filtrazol Grey	0.83	5.34	20,009.90	10,802.31	30,812.21	299.0725	0.96%	46.2336	14.1295
Fachada de mayor asoleamiento				20,009.30	10,023.43	30,032.73	1,078.55	3.47%	42.1792	50.9556
Todas las ventanas				20,014.07	9,219.79	29,233.86	1,877.42	6.03%	74.62	88.6978
Ventana de mayor área	Base (Tintex Green)	0.69	5.25	19,980.78	9,754.65	29,735.43	1,375.85	4.42%	46.2336	65.0014
Fachada de mayor asoleamiento				19,982.73	9,130.11	29,112.84	1,998.44	6.42%	42.1792	94.4153
Todas las ventanas				19,967.06	7,664.65	27,631.71	3,479.57	11.18%	74.62	164.3905
Referencia	Referencia	1	5.319	7,056.86	7,278.69	14,335.55	No Aplica	No Aplica	No aplica	No Aplica

Tabla 5 CALCULO VENTANAS ENTINTADAS Prototipo-Base VERTICAL Duplex (Mexicali) Block Común/Vigueta y Bovedilla

Area de vidrio entintado m2	Tipo de Vidrio	Tipo de Vidrio	Costo de Vidrio sencillo	Costo Vidrio Entintado	Reducción del presupuesto energético Watts	Diferencia de inversión por colocar vidrios entintados	Costo por watt evitado	Área de 2" de poliestireno por reducción de presupuesto energético (m ²)	Costo Área de 2" poliestireno por reducción de presupuesto energético (m2)	Ahorro de colocar vidrio entintado Vs. Aislamiento térmico
46.2336	Ventana de mayor área	Filtrazol Grey	\$ 3,217.86	\$ 4,575.74	299.0725	\$ 1,357.88	\$ 4.54	14.1295	\$ 3,928.00	\$ 2,570.12
42.1792	Fachada de mayor asoleamiento		\$ 2,935.67	\$ 4,174.48	1,078.55	\$ 1,238.80	\$ 1.15	50.9556	\$ 14,165.66	\$12,926.85
74.62	Todas las ventanas		\$ 5,193.55	\$ 7,385.14	1,877.42	\$ 2,191.59	\$ 1.17	88.6978	\$ 24,657.99	\$22,466.40
46.2336	Ventana de mayor área	Tintex Green	\$ 3,217.86	\$ 11,207.95	1,375.85	\$ 7,990.09	\$ 5.81	65.0014	\$ 18,070.39	\$10,080.30
42.1792	Fachada de mayor asoleamiento		\$ 2,935.67	\$ 10,225.08	1,998.44	\$ 7,289.41	\$ 3.65	94.4153	\$ 26,247.45	\$18,958.04
74.62	Todas las ventanas		\$ 5,193.55	\$ 18,089.38	3,479.57	\$ 12,895.83	\$ 3.71	164.3905	\$ 45,700.56	\$32,804.73

Tabla 6 COSTO-BENEFICIO VENTANAS ENTINTADAS VS AISLAMIENTO Prototipo-Base VERTICAL DUPLEX (Mexicali) Block Común/Vigueta y Bovedilla

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

En general se observa que la colocación de esta tecnología aporta de manera significativa a disminuir la ganancia de calor, con un sobrecosto menor que el aislante térmico, lo cual ayuda a reducir el monto para pagar las diferentes estrategias para el cumplimiento de la NOM020.

Sin embargo se debe trabajar arduamente con la industria de los vidrios, para que sea una tecnología disponible en toda la república mexicana al alcance de los desarrolladores, ya que en la actualidad no se cuenta con la proveeduría suficiente para atender al posible mercado potencial de viviendas a ofertar.

VIII. Ajustes de valores K

A partir de un estudio realizado sobre presupuestos energéticos para la vivienda de interés social en 52 ciudades de México, consideradas en diferentes bioclimas con prototipos obtenidos de las delegaciones de la CANADEVI en el país, se determinaron los presupuestos energéticos de tres diferentes tipologías de vivienda (aislada, adosada y vertical) todos ellos evaluados con el fin de encontrar el valor de cumplimiento de la NOM-020-ENER-2011.

Este estudio realizado durante el 2014, sirvió para determinar que los valores que se han designado para el valor del coeficiente global de transferencia de calor (K) de la NOM-020 con el fin de alcanzar un cumplimiento de normatividad en eficiencia energética debería de relacionarse con los sistemas constructivos actuales de la construcción en México, en el estudio preliminar se observó que dichos valores propuestos con la NOM-020-ENER-2011, resultaron ser demasiado exigentes en términos de costo de la implementación de la ecotecnología, en ese sentido, fue necesario hacer un reajuste de los valores de K, correlacionando los montos financieros y los topes salariales que se tiene actualmente para la vivienda en México, de dicha manera, se obtuvieron valores de K ajustados siguiendo una metodología de cálculo térmico en la cual se retomó el estudio preliminar para tener valores de K ajustado lo más cercano a la realidad económica y el presupuesto energético resultado de la evaluación de cada tipología.

El proceso que se siguió para la obtención de los valores de K fue el siguiente:

- a) Se tomaron los presupuestos energéticos obtenidos de las ciudades evaluadas en las tarifas eléctricas que tiene subsidio por CFE, 1F a la 1C, este criterio se tomó dado que son las ciudades en las que por las condiciones climáticas se obtienen los presupuestos energéticos de la vivienda con mayores consumos.
- b) Se utilizaron los presupuestos energéticos de los casos eficientes del estudio de CONUEE 2014, de donde se obtiene los valores de K de toda la envolvente con el fin de conocer el valor de K que fue determinado según el sistema constructivo, así como los valores de carga térmica arrojados por cada prototipo evaluado por tarifa y región bioclimática, de aquí se toman únicamente los valores de carga térmica por conducción del sistema.
- c) Una vez obtenidas las ganancias de calor por conducción del edificio de referencia se separó cubierta y muros con el sentido de poder obtener un valor de K ponderado.
- d) Se calculan los porcentajes de ganancia de calor que pasa por conducción a través de los muros y cubiertas, con ello fue posible afectar los elementos con el porcentaje correspondiente.
- e) Se calcularon los valores de K ponderados con las ganancias de calor por conducción del edificio de referencia y los valores K del prototipo eficiente del estudio de CONUEE 2014.
- f) Se replicó el proceso para las diferentes tarifas encontrándose los valores de K ponderados según el proceso anterior.
- g) Una vez obtenidos los valores de K ponderado se ajustaron los valores de K, a los valores que se tenían antes en la NOM-020-ENER-2011, con el sentido de que no se modificarán

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

o se tuvieran valores K nuevos o que no estuvieran en la tabla 1 del estudio preliminar de NOM-020-ENER-2011, sino retomar aquellos que la norma ya había propuesto de tal manera que este estudio sirviera como el ajuste a los valores de K , ya establecidos.

- h) Para el caso de los valores de K en la vivienda vertical se tomaron los valores ajustados de la vivienda aislada. La Norma establece que el valor de K de los muros de vivienda horizontal es igual a los valores de K de la cubierta para viviendas de más de tres niveles, por lo cual para este estudio se ajustó de la misma manera.
- i) Se relacionaron dichos valores de K y se pudieron tener presupuestos energéticos con los nuevos valores ajustados para las diferentes tarifas con subsidios eléctricos.

IX. Emulador digital

El emulador es una herramienta que de forma automatizada con la información cargada de las simulaciones realizadas para las ciudades con la tarifa de la 1C, 1D, 1E y 1F, permite conocer según la tipología de la vivienda, indicadores energéticos y ambientales así como de montos financieros, entre ellos: la carga térmica de las diferentes ciudades ubicadas en la trifas eléctricas antes descritas, los sistemas de aislantes requeridos, el impacto de carga térmica por orientación, las soluciones propuestas así como el costo de las mismas que está por debajo de los \$15 mil pesos (aplica para viviendas de tamaño de interés social, ya que hay viviendas de hasta 90m² evaluadas, y el sobre costo aumenta) disponibles de hipoteca verde y traducido a veces salario mínimo. De igual forma se muestra los kilogramos equivalentes de CO₂ evitados por la implementación de la norma anualmente, por el ahorro de aire acondicionado que se evita al disminuir la cantidad de watts a retirar de la vivienda.

Una vez que se realizó el cálculo, ajustando el valor de “K” de la NOM020 a través de una regresión tomando en cuenta el financiamiento disponible de hipoteca verde para la implementación de la norma, dependiendo de los rangos salariales. Se determinó también el punto óptimo donde el monto disponible pudiera cubrir las diferentes estrategias y acciones para disminuir la ganancia de calor tanto por conducción como por radiación.

Las soluciones propuestas para cumplir los nuevos valores de “K” para fines prácticos de este estudio se resumen en aislante térmico (poliestireno de densidad media), por ser un material genérico que se encuentra en el mercado en prácticamente todas las regiones del país. Es importante destacar que dichas propuestas no representan la única opción de cumplimiento, ya que existe en el mercado muchas tecnologías y mejoras en materiales que habrá que buscar la equivalencia de ellos con respecto a lo aquí propuesto.

El emulador permitió tener de una forma muy precisa y concentra las simulaciones realizadas para el estudio de CONUEE, los nuevos valores de presupuestos energéticos con los valores de K ajustados, esta herramienta de evaluación se desarrolló por medio de una hoja de cálculo con una aquí se obtuvieron es el resumen de cada evolución y prototipo.

En todos los casos se resolvió primero aspectos de sombreado, orientación, etc. los cuales no representan una gran inversión, y después de ello se sumó el aislante térmico y opción alterna la evaluación de vidrios entintados que se explicó previamente en este estudio.

Los datos aquí obtenidos se pueden llevar a indicadores de capital social, ambiental y económico que atenderá las bases y líneas de la vivienda sustentable en México.

Dicho emulador se presenta en formato electrónico por ser una herramienta digital interactiva que presenta los resultados de las ciudades analizadas de la NOM020 para los tres prototipos de vivienda, con los valores de “K” ajustados, permite revisar las cuatro orientaciones.

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

Esta herramienta será muy útil para que Conavi y otras instituciones con programas de financiamiento, a partir de la interacción de variables, (descritas en el punto anterior) posibilite la generación de los montos operacionales y de subsidio mediante la interacción de: los sistemas constructivos, los valores K ajustados, el impacto en el salario del usuario, el monto de subsidio CONAVI.

X. Experiencia otros países

X.1 Desarrollo del factor k para proyectos de edificación en Europa.

Debido a que Europa enfrenta grandes desafíos para reducir la curva de crecimiento de la emisión de gases de efecto invernadero de una forma efectiva en costo-beneficio se han llevado diferentes evaluaciones y análisis para determinar los niveles de adecuación a las construcciones, especialmente en la vivienda, para reducir el consumo de energía en el proceso de enfriamiento y calefacción de la vivienda.

De acuerdo a estudios llevados a cabo por Ecofys para Eurima (European Insulation Manufacturers Association) han demostrado que el 40% de las emisiones de dióxido de carbono en la comunidad europea están asociadas a la edificación. Se estima que medidas relacionadas con el aislamiento de muros y techos tienen el potencial de ;

- Reducir emisiones de 460 millones de toneladas por año (más que el total de compromiso de Europa en el protocolo de Kioto).
- Reducir el uso de energía equivalente a 3,3 millones de barriles por día.
- Generar ahorros en Europa por 270 billones de euros en costos de energía por año.

Aunque los beneficios potenciales son enormes en el uso de energía y costos de operación que no ha sido fácil establecer los requerimientos de aislamiento por región de acuerdo a la publicación "*U values for better energy performance of buildings*¹" elaborada por Ecofys. Este estudio se basó en dos conceptos,

- 1- Analizar los impactos en la reducción de demanda de energía al reducir los requerimientos de enfriamiento y calefacción con estrategias de aislamiento térmico (recordemos que el objetivo de la Norma 020 es reducir el consumo de energía del uso de aire acondicionado, a través de la reducción de ganancia de calor del edificio en cuestión)
- 2- Evaluación a través de la mejor relación costo-beneficio y considerando la perspectiva del cambio climático, para determinar los requerimientos de aislamiento térmico en las 100 ciudades más importantes de la comunidad europea.

Algunos de los puntos concluyentes del estudio realizado son;

- a. Los requerimientos por nación para nueva construcciones no llegan a un nivel óptimo en la reducción de emisiones, por la relación costo-beneficio y no es suficiente para que Europa

¹ <http://www.eurima.org/reports/u-values-for-better-energy-performance-of-buildings/>

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

- cumpla con los compromisos de reducción a largo plazo, comprometidos a nivel internacional.
- b. Los factores de conducción recomendados son idénticos para construcciones nuevas y existentes.
 - c. En el sureste de Europa un buen nivel de aislamiento térmico reduce dramáticamente la necesidad de enfriamiento, más que en cualquier otra región.
 - d. Estos requerimientos requieren de un marco legal que promuevan nuevas políticas públicas.
 - e. Es importante asegurar que la adecuación del financiamiento para estas acciones se cumplan , y que el desarrollo de nuevas habilidades, tecnologías y materiales incidan en la cadena de construcción de nuevos edificios.

De acuerdo a un estudio de McKensey(2007) (referenciado en: “*U values for better energy performance of buildings*”) podemos observar en la *ilustración 8* los costos de abatimiento por tonelada de co2 de diversas eco tecnologías o estrategias aplicables , en la parte izquierda se indica que las mejoras de aislamiento son de las más rentables en relación costo-beneficio.

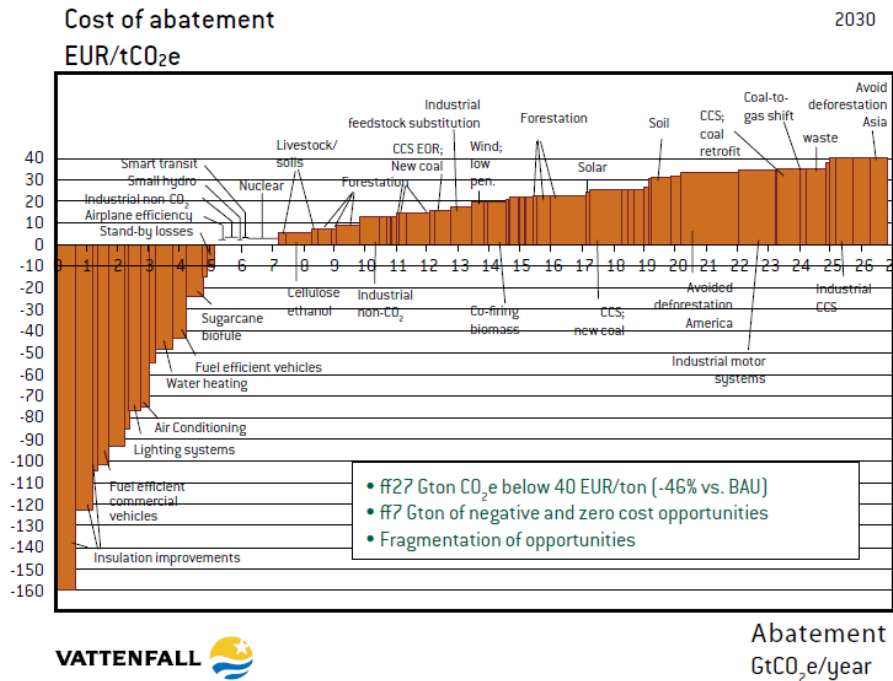


Ilustración 8 Costo de abatimiento por aplicación de ecotecnologías en Europa

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

Aunque es sabido que en la mayoría de los países de Europa el mayor consumo de energía es durante las épocas de invierno y en las regiones frías por el consumo de energía para la calefacción de las viviendas, en los años recientes ha habido un dramático crecimiento del uso de aire acondicionado como consecuencia del incremento de temperaturas en Europa.

El factor de conducción “K” es utilizado para describir el monto de ganancia de calor que ocurre a través de un elemento de construcción, sea un muro, cubierta, ventana o puerta, tomando en cuenta que entre más bajo sea el valor de “K” menos calor es transmitido y mejor es la característica de aislamiento del material, por ejemplo un valor de una material $.3 \text{ w/m}^2.k$ es mejor dos veces, ventana o puerta.

Entre más bajo sea el valor de “K” menos calor es transmitido y mejor es la característica de aislamiento del material, por ejemplo un valor de una material $.3 \text{ w/m}^2.k$ es mejor dos veces que un material con un factor de $.6 \text{ w/m}^2.k$

La determinación de un factor “K” no se refiere a un material o sistema específico sino que puede cumplirse a través de varias combinaciones. (Esquema similar a la Nom-020)

En el caso de Europa es claro que la determinación de los valores “K” no es aún el nivel óptimo, ya que se ha determinado como se ha comentado en un equilibrio de costo beneficio, en el costo del petróleo como principal insumo para la oferta de energía eléctrica (70 dls por barril) buscando por otro lado una meta ambiciosa de cubrir el 85% de la meta de reducción del sector construcción para el año 2050.

Para tener una idea de los costos óptimos en niveles de aislamiento es importante entender el impacto del mismo, algunas consideraciones demuestran lo siguiente:

- 1.- Un paquete de aislamiento adecuado puede reducir la demanda de enfriamiento hasta un 75% esto debido a los niveles de temperatura en la mayor parte de Europa
- 2.- La estrategia de aislamiento de la cubierta es importante debido a la gran cantidad de ganancia de calor a través de este elemento (hasta el 60%)

Esto es explicable en las siguientes gráficas, en primer lugar en la *ilustración 9* se observan los niveles de aislamiento requeridos en cubiertas para el escenario más exigente de su regulación, en la medida que el nivel es más azul sólido el nivel de aislamiento es más demandante (un valor k menor).

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

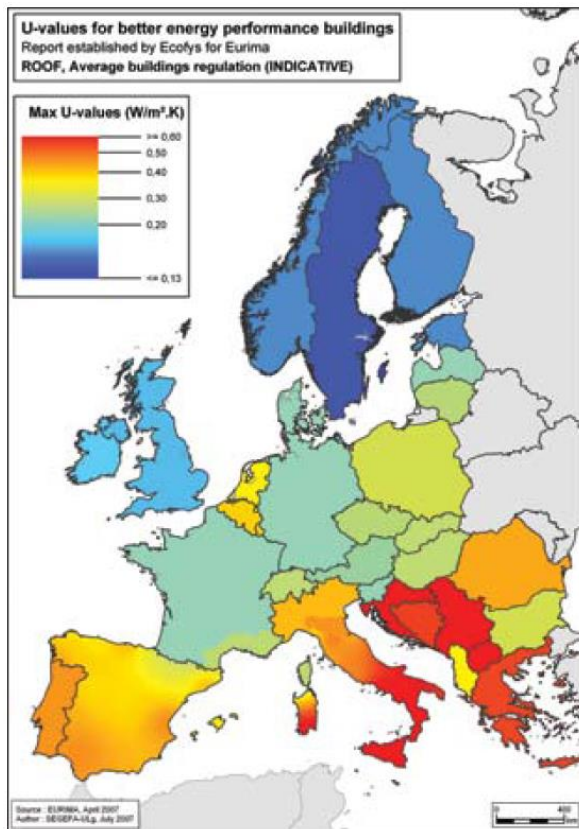


Ilustración 9 Escenario óptimo en eficiencia energética en Europa.

<http://www.eurima.org/reports/u-values-for-better-energy-performance-of-buildings/>

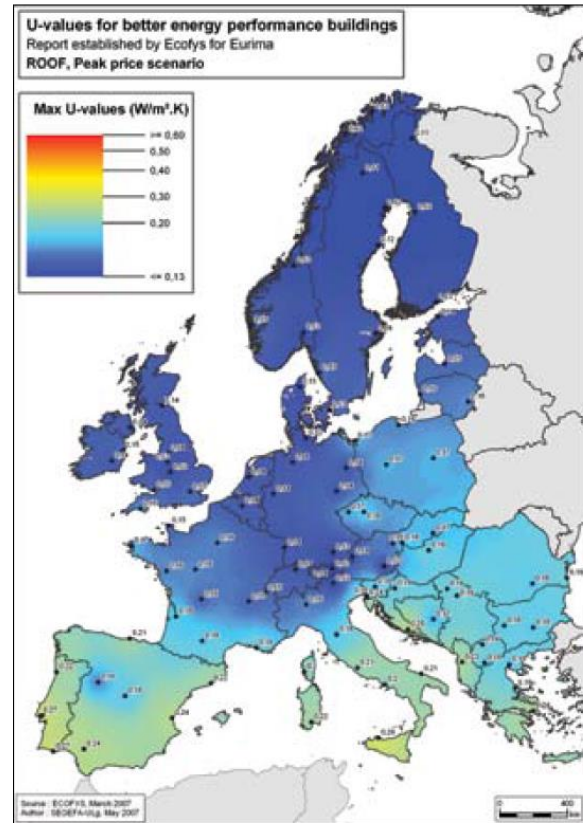


Ilustración 10 Escenario de regulación de aislamiento en Europa

<http://www.eurima.org/reports/u-values-for-better-energy-performance-of-buildings/>

En la *ilustración 10* podemos observar los niveles de aislamiento requerido según la empresa consultora Ecofys, lo cual afirma que dadas las condiciones de Europa en el tiempo se ha movido a buscar el equilibrio entre los niveles óptimos de aislamiento para cumplir con altos estándares y la relación costo-beneficio que como se menciona depende de factores, como el costo de energía, costo de implementación de estrategias de aislamiento, niveles socio económicos del usuario de la construcción, etc.

Algunas de las conclusiones más importantes de este estudio en Europa son:

- Desde el punto de vista de cambio climático los estándares aplicados actualmente para nuevas construcciones están por debajo de lo requerido en las 100 principales ciudades de Europa.

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

- En la medida que Europa se comprometa a la reducción de emisiones del 20% hacia el año 2020, es necesario incrementar dramáticamente los requerimientos mínimos de aislamiento.

En la *ilustración 11* podemos observar un comparativo de los niveles de aislamiento en muros en diferentes escenarios según los días-grado-calefacción, esto de acuerdo a la base mencionada de un costo de 70 dólares por barril, y los niveles requeridos para llegar al nivel más eficiente desde el punto de vista eficiencia energética, (puntos azules) y por otra lado los niveles de aislamiento requeridos por la regulación actual (puntos rojos son los niveles altos y los naranja los niveles bajos) y se pone en claro el nivel de mejora de desempeño que hay que transitar.

Entre mayor sea el número de HDD (días –grado-calefacción) es clima mayormente templado.

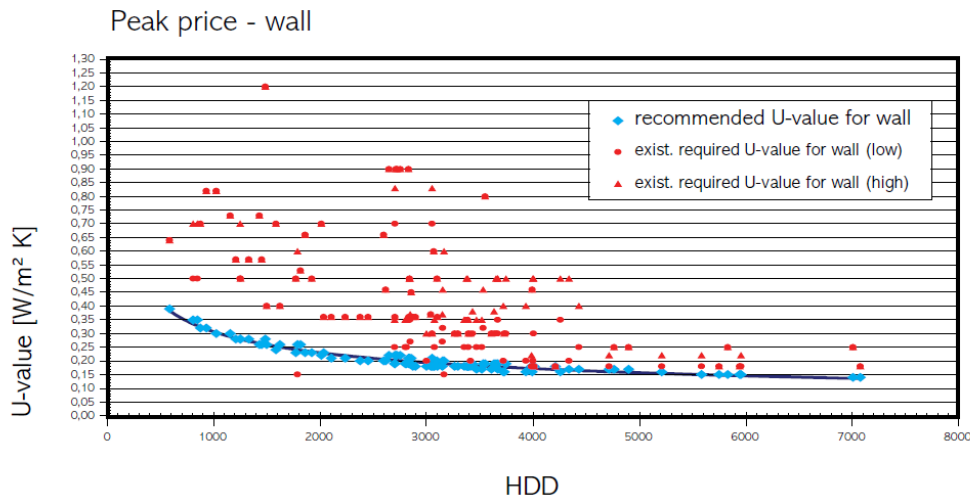


Ilustración 11 Comparativo de niveles de aislamiento para muros según días grado calefacción. <http://www.eurima.org/reports/u-values-for-better-energy-performance-of-buildings/>

Para efecto de edificaciones existentes es claro que de acuerdo a estimaciones de países europeos una remodelación mayor se lleva a cabo cada 30 años estos son los momentos adecuados para la aplicación de una regulación que permita que los estándares de aislamiento de edificios existentes se homologuen con los niveles de desempeño de las construcciones nuevas bajo el concepto de igualar los niveles de exigencia.

En la *ilustración 12*, se puede observar el proceso de aplicación de políticas de este tipo por principio hay un inventario existente de construcciones que requieren mejoras, así como un volumen creciente de viviendas por construir, en este caso la línea naranja significa los costos de energía, los cuales hacen sensible la determinación del nivel de aislamiento ya que con la combinación de los costos de mejora que son crecientes a través del tiempo representada por la

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

línea verde, a mayor exigencia de aislamiento el espesor del material utilizado se incrementa, Se encuentran tres áreas por analizar;

1. A la izquierda que se refiere a requerimientos mínimos a fin de mejorar marginalmente los niveles de aislamientos de edificaciones existentes,
2. El área de mejores prácticas es donde la relación costo-beneficio encuentra su punto de equilibrio, y
3. El nivel denominado estado del arte, donde se tienen los niveles más exigentes con el fin de cumplir que esta estrategia sea el camino para aportar a los compromisos internacionales de reducción de emisiones y obviamente a manera que los niveles de exigencia en el factor de conducción “K” aumentan (disminuyen sus valores) la construcción es más confortable y más sustentable.

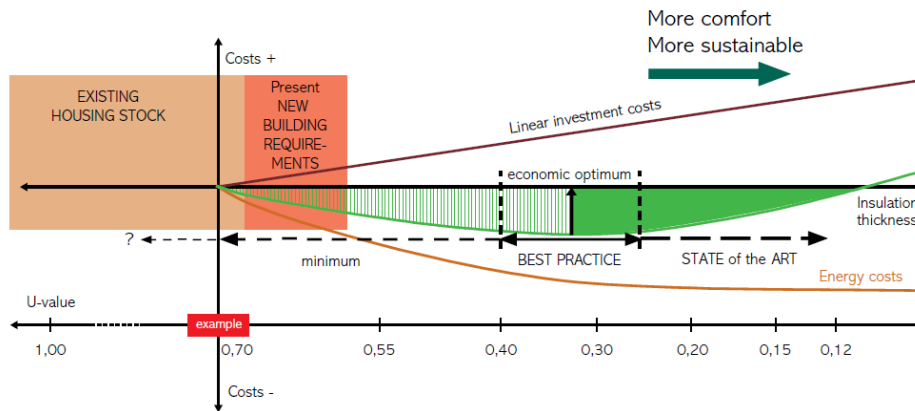


Ilustración 12 Aplicación de política para construcciones existentes

Adicionalmente a este análisis en el documento Zero Carbon Compendium publicado por NHBC Foundation llevó a cabo una revisión a nivel mundial de las iniciativas en vivienda con referencia a los niveles de exigencia de los estándares de eficiencia energética así como sus impactos en la generación y emisión de gases efecto invernadero.

Por principio de cuenta uno de los principales factores es determinar el nivel de generación de emisiones por kWh de energía utilizado en vivienda, obviamente este factor depende básicamente del origen de los combustibles utilizados para la generación de energía, la tecnología utilizada y otros factores, en la *ilustración 13* podemos observar como existen grandes diferencias de países como Australia que van desde .25 a 1.1 respectivamente (kgCo2/kwh)

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

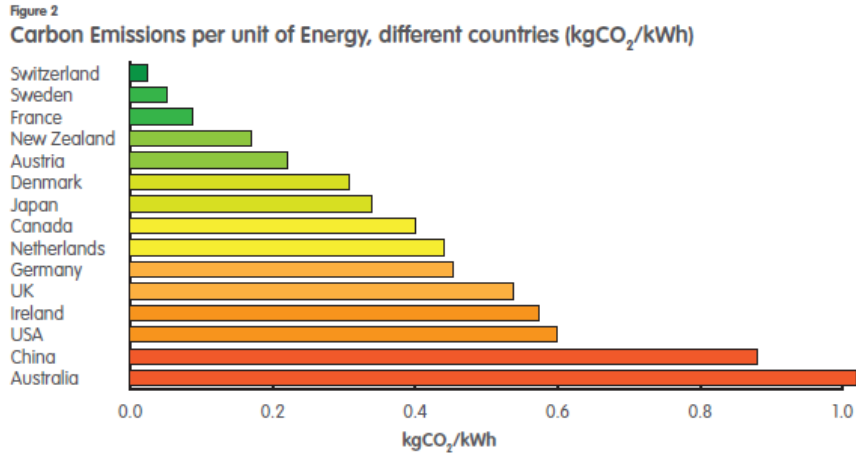


Ilustración 13 Emisiones de CO2 por vivienda en diferentes países

<http://www.zerocarbonhub.org/resources/reports/zero-carbon-compendium-whos-doing-what-housing-worldwide>

Otro factor de importancia como ya se mencionó es el nivel de exigencia de la normatividad vigente, a manera de comprobación se obtuvo un comparativo de varios países donde se muestra el tipo de reglamento, código o instrumento que es quien regula los requisitos para cumplir con los diseños para el tema de eficiencia energética.

La *ilustración 14* se obtuvo presentando un promedio de los valores de conducción térmica o valores “K” para los tres elementos básicos que componen la estructura de la vivienda y por otro lado delimitan la envolvente, que son muros, cubierta y piso

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

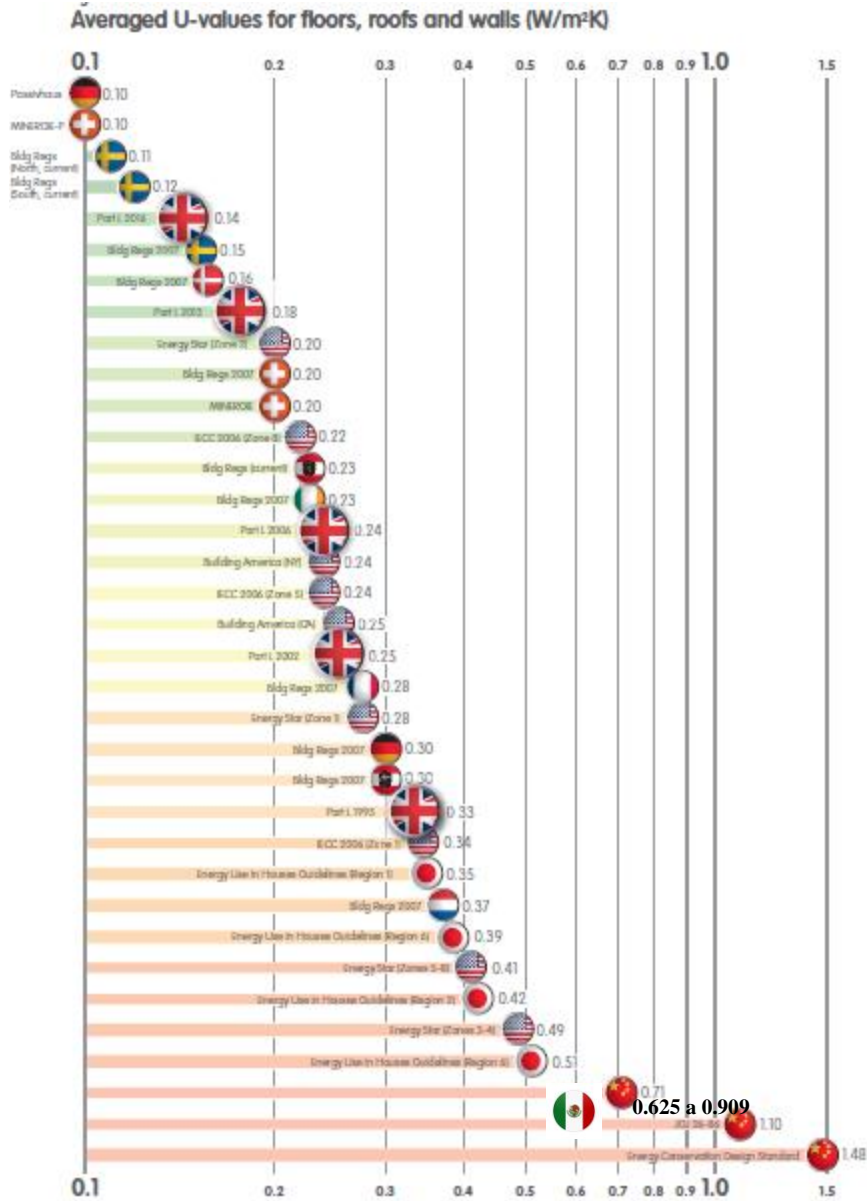










Ilustración 14 Comparativa de valores K para diferentes países
<http://www.zerocarbonhub.org/resources/reports/zero-carbon-compedium-whos-doing-what-housing-worldwide>

En la anterior ilustración podemos observar como países como Alemania a través de programas como Passivhaus el promedio de los factores “K” de conducción son de .1 mientras que el código de China “Energy Conservation Design Estándar” tiene valores de 1.48 lo cual genera una gran brecha entre niveles de exigencia. Añadiendo México a esta comparativa con los valores de K ajustados se observa que solo se encuentra por arriba de la exigencia actual de China con un rango de 0.625 a 0.909 según la región bioclimática.

ANÁLISIS y AJUSTE DE VALORES DE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (k) DE LA NOM-020-ENER-2011

Con estos elementos y tomando en cuenta que las dos principales variables como son niveles de generación de emisiones por país y los niveles de exigencia en sus estándares y/o normas se logró generar una comparación entre diversos países con datos como el número de habitantes por vivienda, emisiones en ton de CO2 por vivienda, consumo de energía por vivienda y consumo de energía de iluminación y electrodomésticos lo que nos permite estimar aproximadamente el consumo de energía para generar un confort adecuado en la vivienda sea por calefacción o por acondicionamiento del aire o incluso en algunas zonas por la combinación de ambos.

DATOS POR VIVIENDA	AUSTRALIA	AUSTRIA	CANADA	CHINA	DINAMARCA	FRANCIA	ALEMANIA	IRLANDA
								
HABITANTES	2.5	2.4	2.6	3.36	2.2	2.3	2.9	2.9
EMISIONES Tco2/viv	5.44	5.06	7.24	3.8	5.65	3.25	5.71	6.98
CONSUMO ENERGIA KW/h	7,419	4,395	10,334	478	4,231	5,359	3,423	5,205
CONSUMO ENERGIA ILUMINACION Y ELECTRODOMESTICOS	4,401	1,961	4,664	Sin dato	3,130	2,319	2,080	2,458








DATOS POR VIVIENDA	JAPON	HOLANDA	JEVA ZELANI	SUECIA	SUIZA	INGLATERRA	USA
							
HABITANTES	2.8	2.3	2.56	2	2.3	2.4	2.6
EMISIONES Tco2/viv	4.24	3.36	2.22	2.42	3	5.99	8.38
CONSUMO ENERGIA KW/h	5,512	3,190	8,647	9,631	4,904	4,588	11,336
CONSUMO ENERGIA ILUMINACION Y ELECTRODOMESTICOS	4,689	2,280	3,055	3,331	Sin dato	2,815	7,272

Tabla 7 Comparativo entre países consumo energía por vivienda Fernando Mayagoitia

El análisis de estas experiencias nos permiten entender que el proceso de calibración de la Nom020 es un ejercicio oportuno, para que su aplicación no genere sobrecostos en la construcción de vivienda nueva, que como consecuencia tenga un desperfilamiento de los derecho-habientes, por tener que cubrir un costo adicional a sus montos de crédito .

Al igual que estas experiencia de países europeos nos permiten visualizar que la aplicación de una disposición de esta índole requiere un tiempo de maduración que permita que la industria de tecnologías y materiales se adapte a la exigencias y por otro lado se genere masa crítica que permita economías de escala, procesos de capacitación y generación de nuevas habilidades.

XI Conclusiones

Es de vital importancia tener claro un diagnóstico actual del sector vivienda en México, y de ahí desprender estrategias de acción en pro de la eficiencia energética.

La primera fase del estudio muestra las mejores prácticas y las áreas de oportunidad en cuestión de diseño y sistemas constructivos que coadyuven a reducir la ganancia de calor al interior de la vivienda. Por ejemplo el porcentaje de área vidriada no debería sobrepasar el 10% que sugiera la norma, de igual modo la relación de frente y fondo debe procurarse 1 a 1, ya que si el fondo es mayor al frente significa mayor área de muros y cubierta exponiéndose a recibir mayor conducción.

Los sistemas constructivos mayormente utilizados en la industria de la vivienda se observa que es block, concreto, y vigueta y bovedilla. Los resultados arrojan que es deseable partir de una línea base de muros de block y vigueta y bovedilla para los techos, de este modo se parte de una base con aporte a la reducción de ganancia de calor, en comparativa a una vivienda de muros y techo de concreto.

Una vez contando con estos datos, se puede enfocar las acciones según la zona bioclimática en las consideraciones que impacten a favor para conducción y/o radiación, y en base al monto de hipoteca verde disponible para el cumplimiento de la Norma buscar diferentes soluciones que se adapten a cada región del país.

Con el emulador aquí desarrollado se pueden evaluar diferentes escenarios para revisar el impacto de estrategias en las zonas bioclimáticas, buscando tener tabuladores del subsidio basado en el análisis termo económico y evaluar la implementación de nuevas políticas públicas en materia de vivienda sustentable.

Es importante destacar que el ajuste de los valores de K , permitirán a la industria de la vivienda cumplir con dicha regulación sin que se vea afectado por una parte el desarrollador ya que la premisa en todo momento fue que las adecuaciones fueran cubiertas con el monto de hipoteca verde, sin embargo es importante que las empresas evolucionen desde el momento del diseño de la vivienda, para que desde entonces se tomen en cuenta elementos que favorezcan el cumplimiento. De igual modo el impacto para el usuario no será aumentar el precio de la vivienda ya que en vivienda de interés social éste se encuentra topado, sin embargo el valor de su vivienda si será superior en temas de confort, ya que la norma promueve un confort sobre todo para climas cálidos.

Por ello aun que la nom-020 es un estándar aplicado a los factores analizados de relación costo-beneficio por factores socio-económicos propios de nuestro país no podríamos compararnos con ningún otro país, sin embargo sirve como punto de referencia en nuestra meta de largo plazo en la mitigación de emisiones producto de los niveles de aislamiento en la vivienda en México

Anexo 1 Análisis y Ajuste de Valores de Coeficiente