

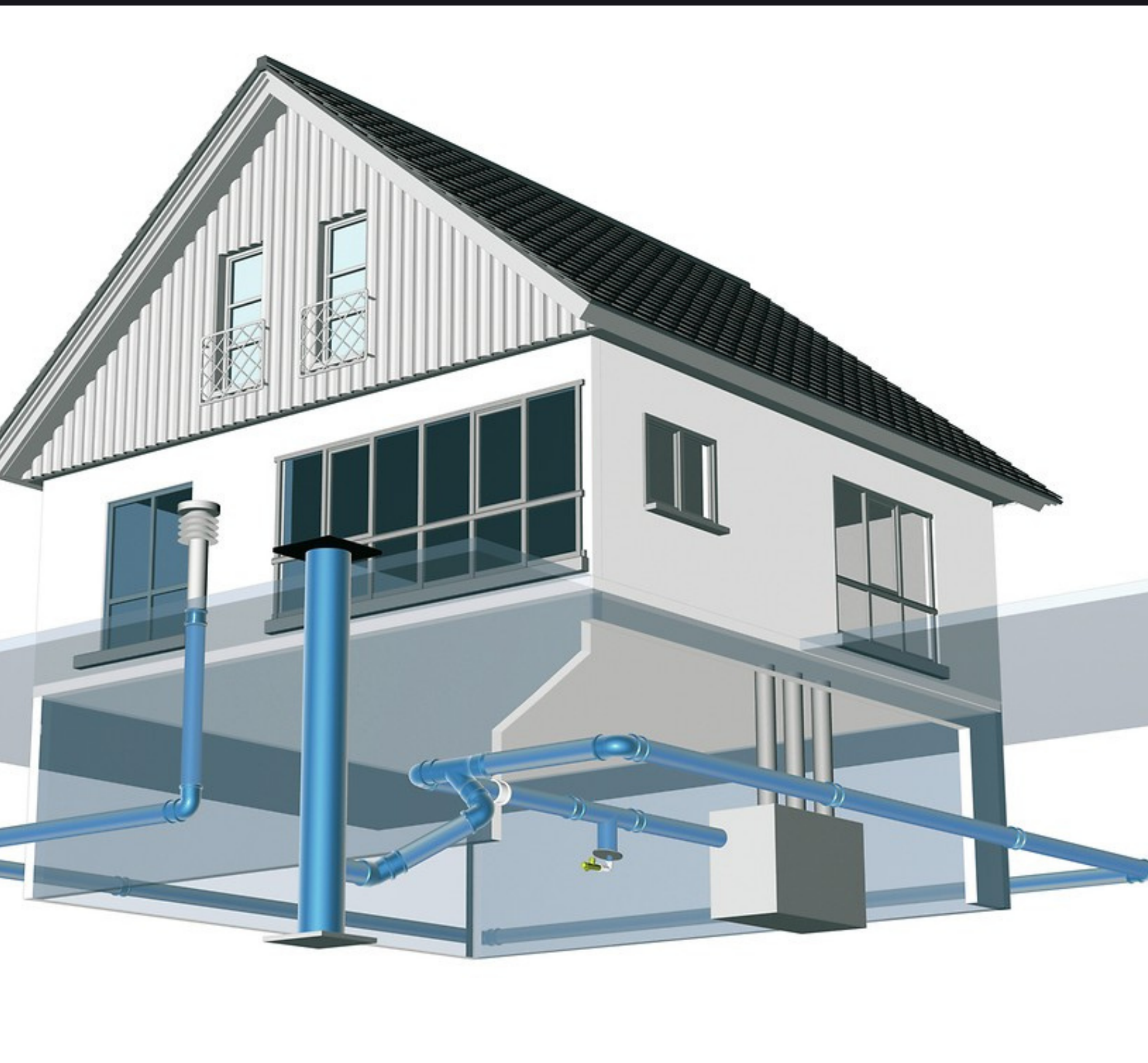
SOLIER

PROYECTO FIN DE SEMESTRE

INGENIERÍA EN ENERGÍA

7MO. SEMESTRE

LAURA VALERIA TREJO AGUILAR
DIANA ESTRADA REBOLLEDO
ALVARO SANTANA RIOS
DANIEL RAMIRO OCHOA



DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Diseñar un sistema de climatización geotérmica para uso doméstico utilizando una innovadora tecnología basada en pozos canadienses que permita mantener más fresca la casa en verano, y más cálida en el invierno, aportando confort, y reduciendo el consumo de energía convencional y las emisiones de CO₂.

ANTECEDENTES

En el sistema circula aire desde el exterior al interior de la casa a través de conductos bajo tierra que permiten el intercambio de calor.

Invierno:
La tierra recalienta al aire entrante

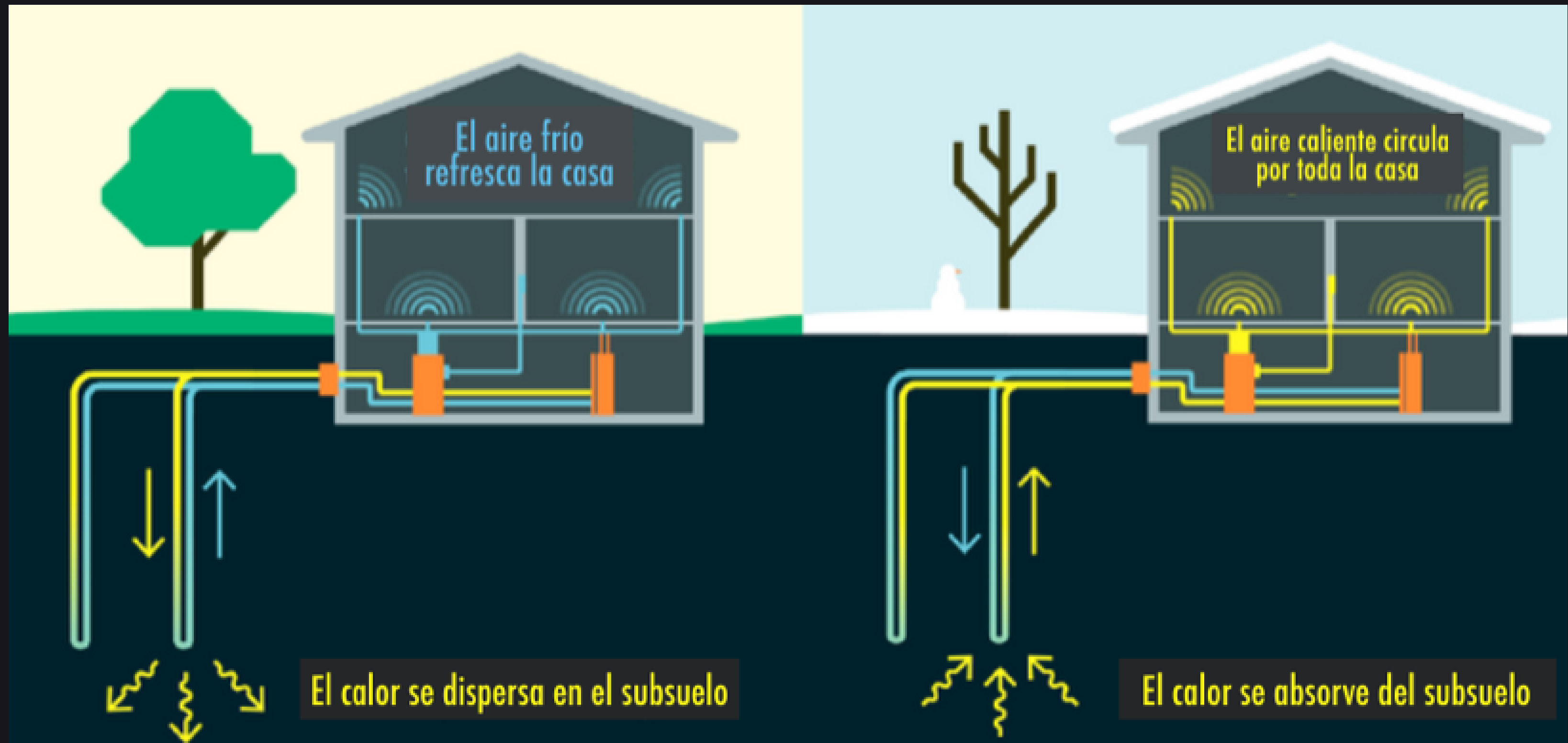
Verano:
Enfría gracias a la inercia térmica del suelo

- Permiten utilizar las inercias térmicas diarias y estacionales existentes en el subsuelo

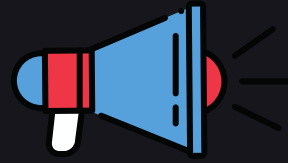
Se aprovecha que el suelo mantiene la temperatura interior frente a los cambios exteriores, por la cual se consigue una temperatura constante de 15° C en cualquier parte del mundo, de día o de noche, en invierno o en verano. (Holtmüller & Lachal, 2005)

Bioconstrucción:
Busca aprovechar al máximo los recursos naturales, y reducir su impacto ambiental y en las personas

ANTECEDENTES



2.1



Público al que va dirigido

Consorcios dedicados a la construcción de fraccionamientos, con interés por la construcción sustentable.



Fuente: Arquitectura sustentableL



Beneficiario

Consorcio Caza bajo SA DE CV

Carretera San Miguel de Allende
a QRO km 2, 37880 San Miguel de Allende,
Gto

2.2

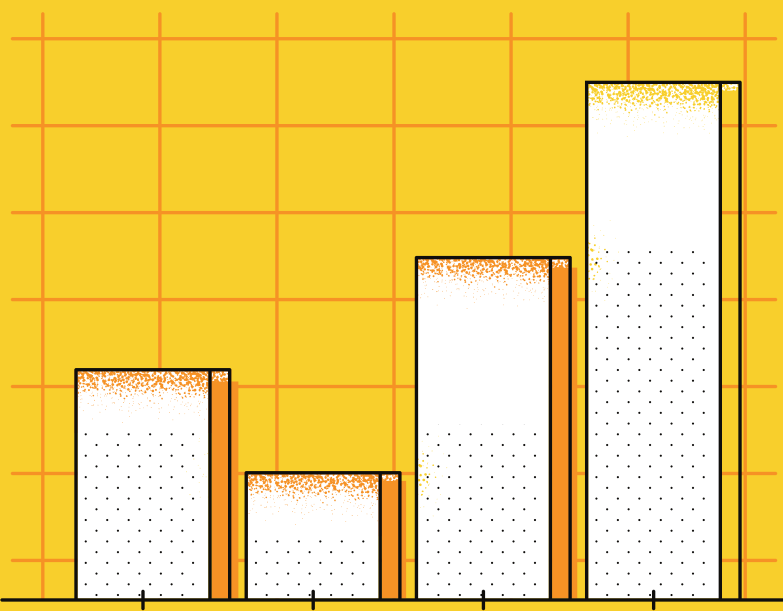
OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar y dimensionar un sistema eficiente de climatización geotérmica que genere un ahorro económico del 70%, en la Factura Eléctrica con respecto a la climatización convencional.

ESPECÍFICOS

1. Demostrar factibilidad del proyecto con la ingeniería básica del sistema.
2. Comparar indicadores de desempeño energético, ambientales y económicos del sistema propuesto contra los que se encuentran en el mercado.
3. Reducir 85% el consumo de energía eléctrica de los sistemas de climatización actuales con la implementación de nuestro sistema de pozos canadienses.



RESTRICCIONES



El suelo del terreno no cuenta con la conductividad térmica adecuada.



La cultura de construcción en México es muy rígida



El diferencial de temperatura obtenido no es constante



Refacciones de las piezas que conforman nuestro sistema de climatización.

*El proyecto está diseñado para la etapa de construcción de la casa

INDICADORES DE ÉXITO



Ahorro económico del 70% con respecto a la climatización normal.



Se reducen las pérdidas de energía.



Se aumenta la eficiencia del sistema de climatización doméstica en un 85%.



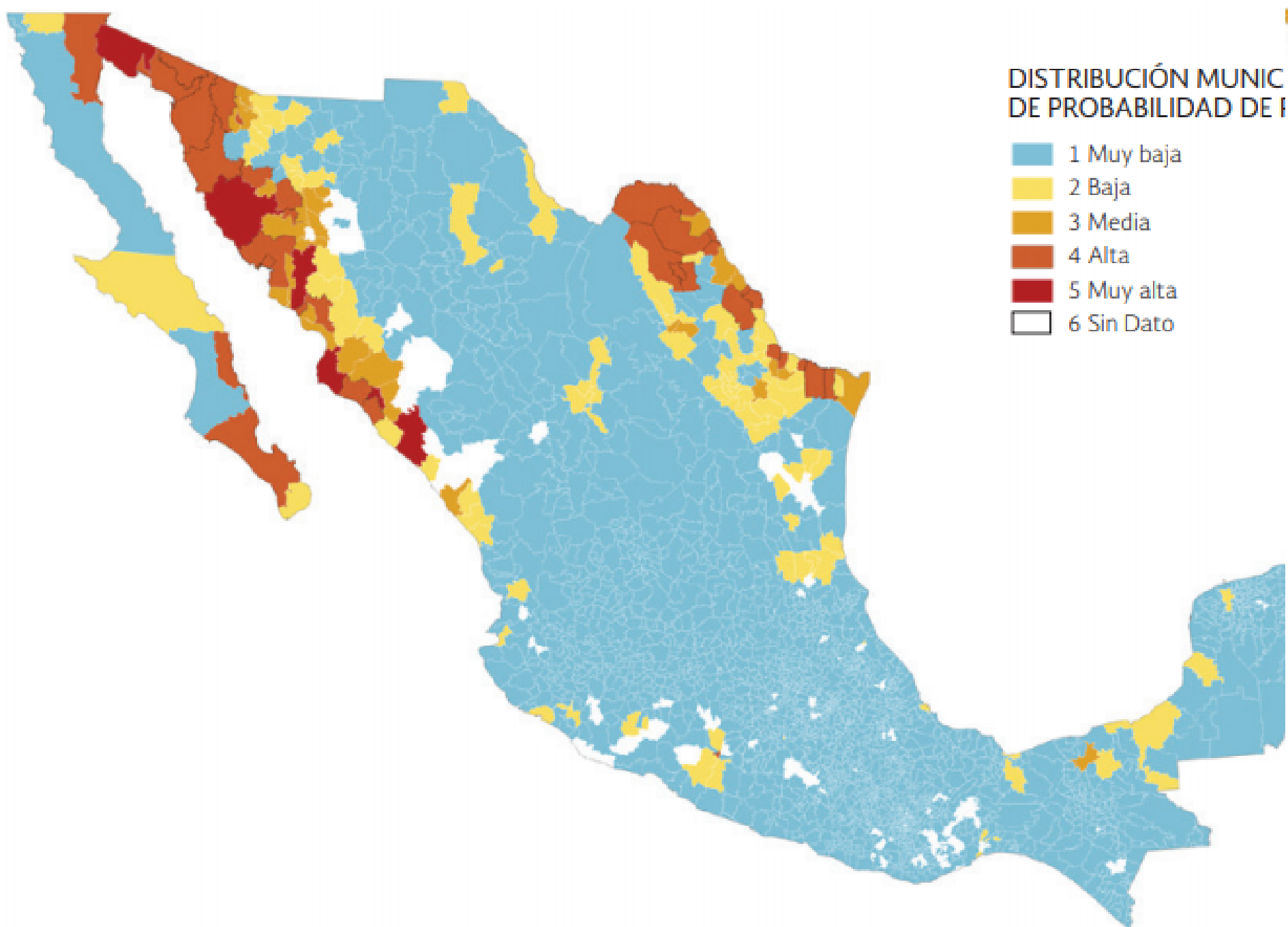
Se fomentan sistemas de climatización sustentables que a largo plazo reducen las emisiones de CO₂

PROBLEMÁTICA

- Por la transformación en energía eléctrica se genera un porcentaje alto de emisiones de CO₂ y es muy probable que aumente en las próximas décadas.
- Costos elevados en compra, instalación y electricidad de los electrodomésticos comunes para climatizar la casa.
- 30% del consumo eléctrico del sector residencial de México es para el confort en zonas de clima cálido.

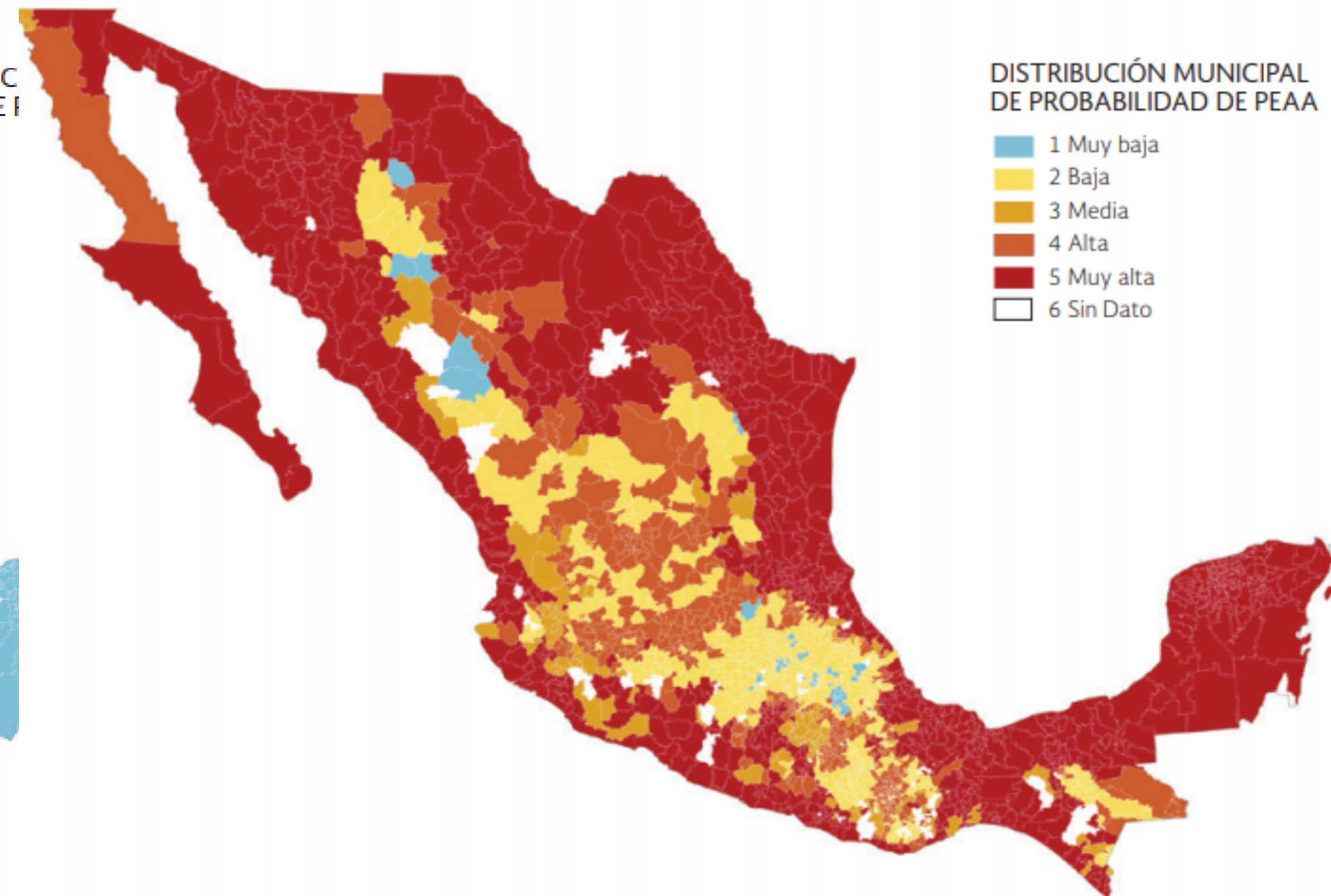
PROBLEMÁTICA

Ilustración 15. Probabilidad vigente de PEAA por municipios



Fuente: Elaboración propia basada en [Inegi 2015], [Conuee 2014] y [CRE 2014]

Ilustración 16. Probabilidad de PEAA si no hubiera restricciones económicas



Fuente: Elaboración propia basada en [Inegi 2012], [Conuee 2014] y [CRE 2014]

ALCANCE



1. Analizar aspectos técnicos

2. Valorar distintas posibilidades para una aplicación óptima

3. Realizar un estudio beneficio/costo

JUSTIFICACIÓN

El uso de fuentes de energías renovables y sostenibles que sean independientes del clima y de la estación nos permite un ahorro energético, y reducir emisiones de CO2.

1

Las edificaciones son los mayores consumidores de energía y recursos, alrededor de 40%.

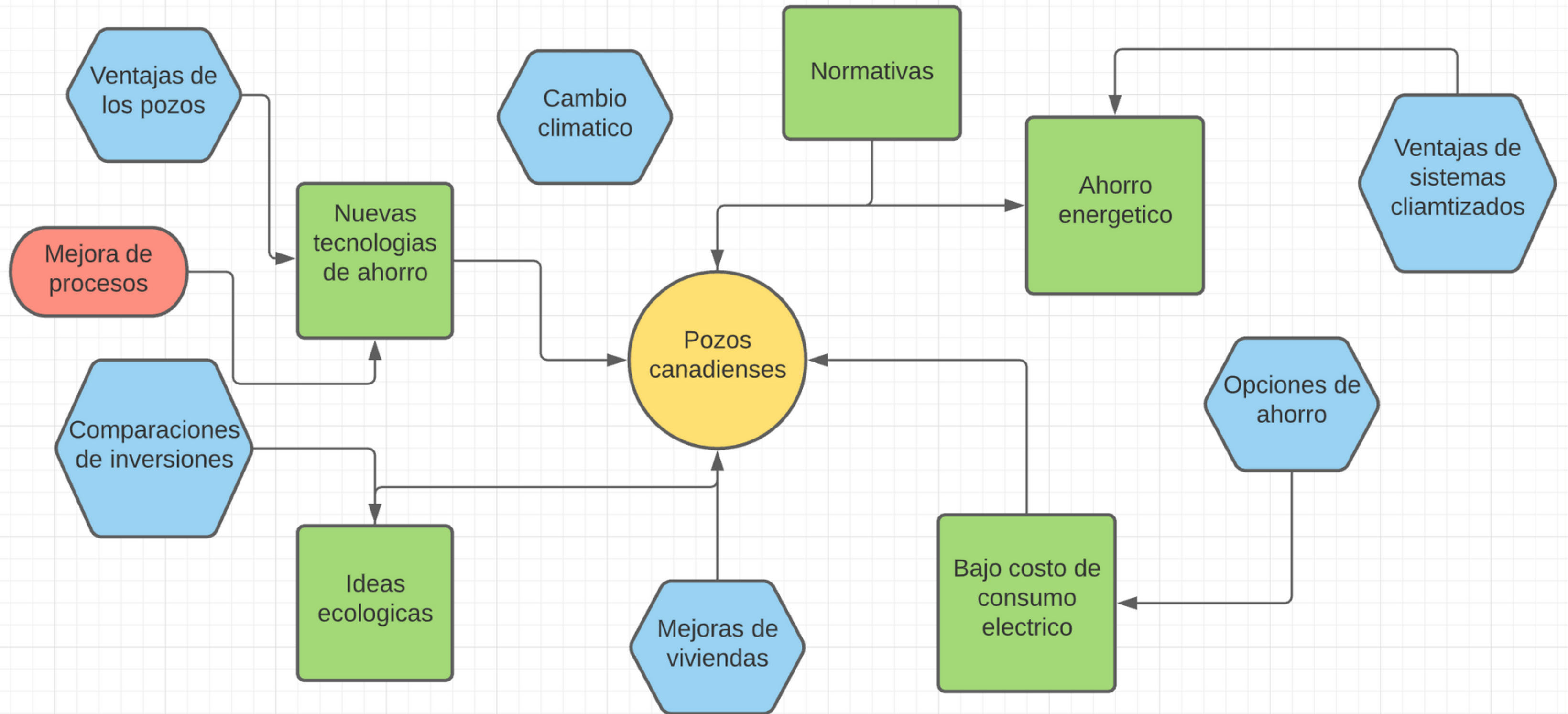
2

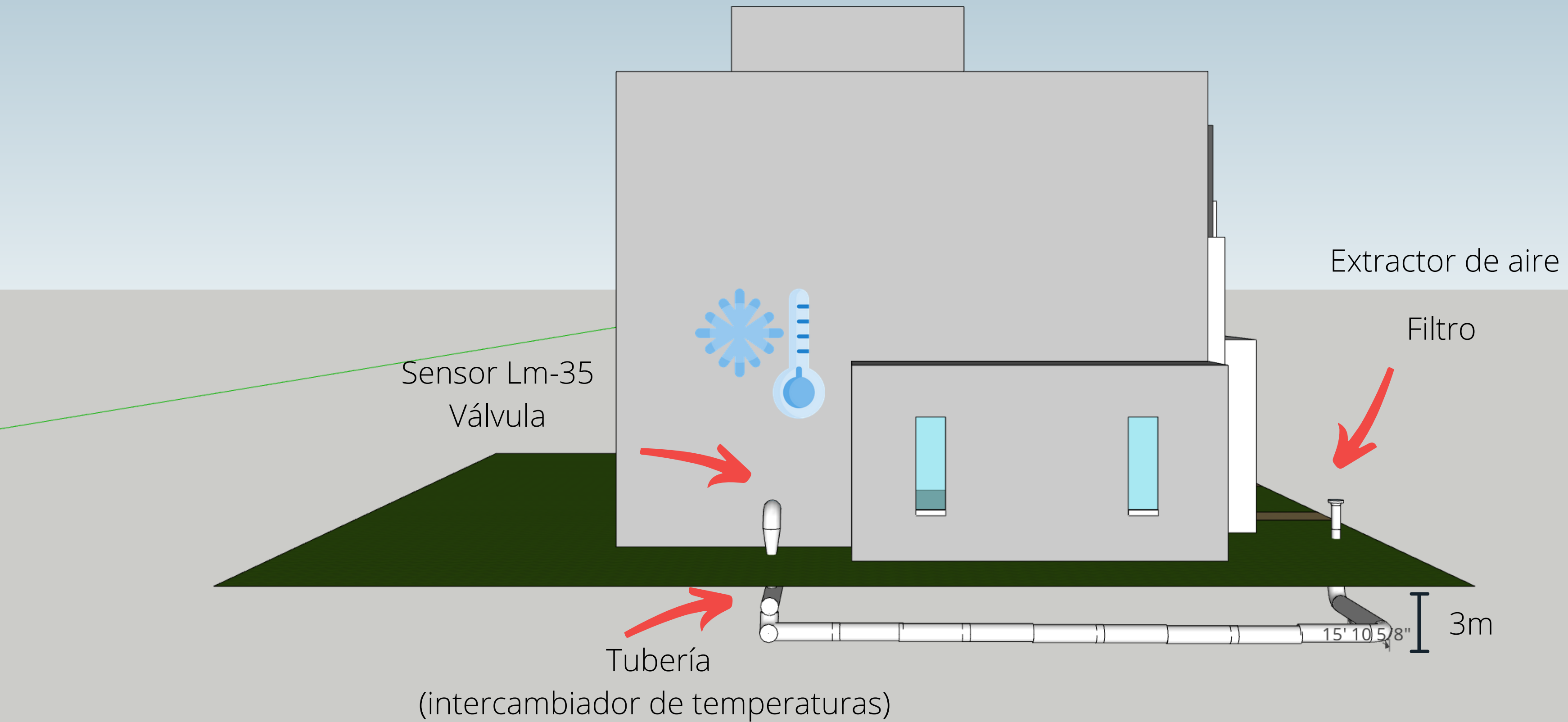
La arquitectura, diseño, construcción y readecuación de viviendas forman un grupo multidisciplinario de ayuda a la sostenibilidad.

3

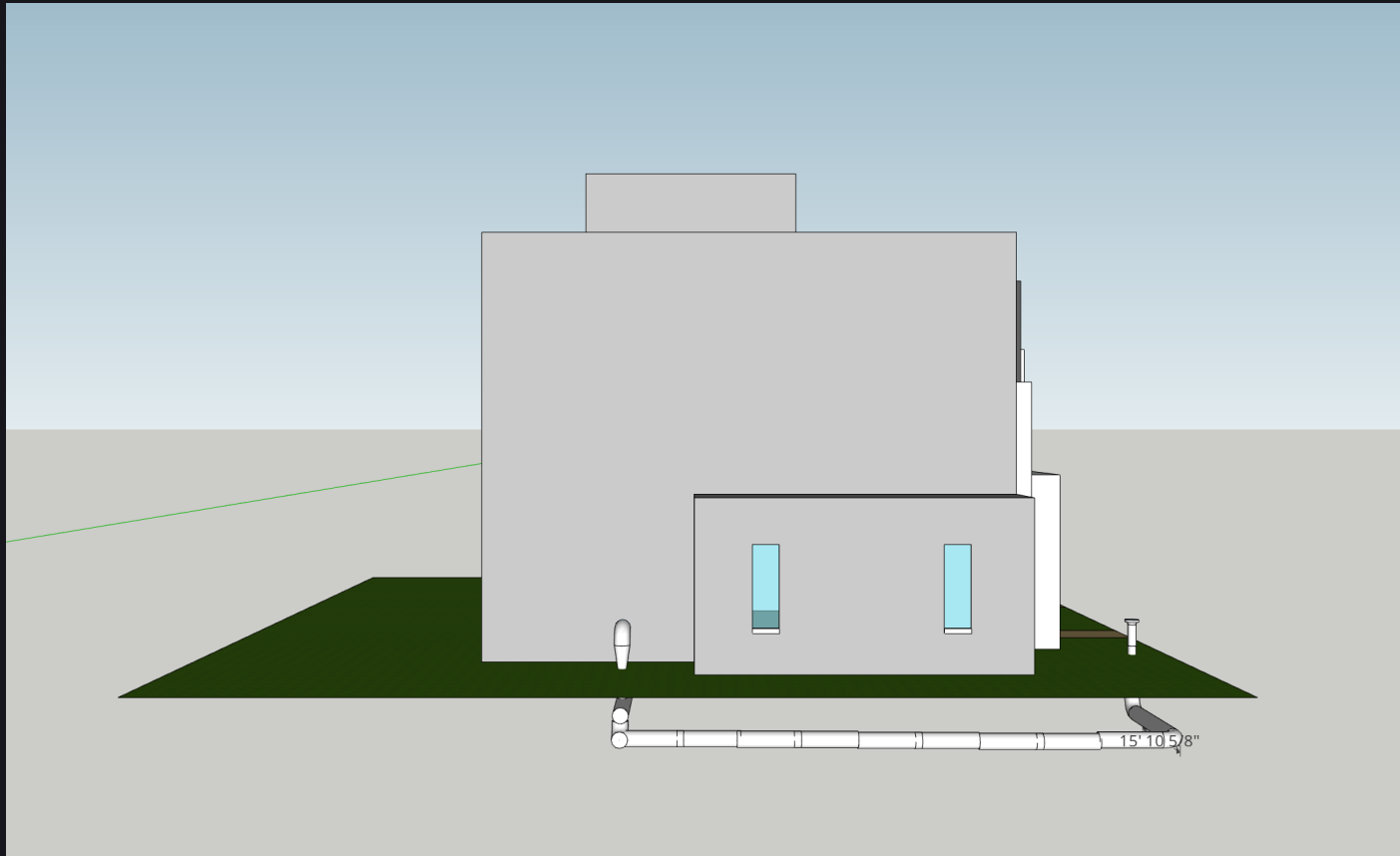
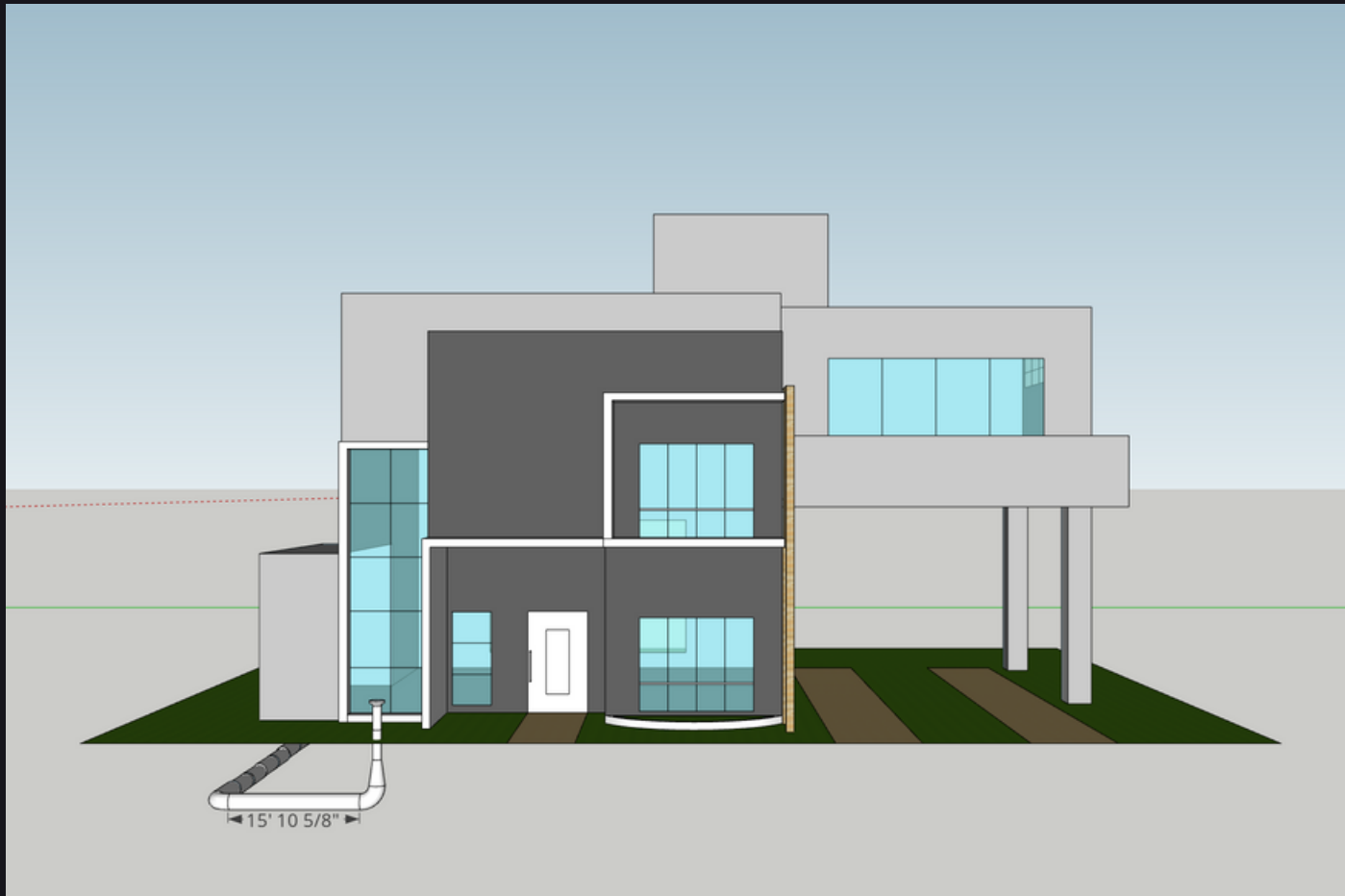
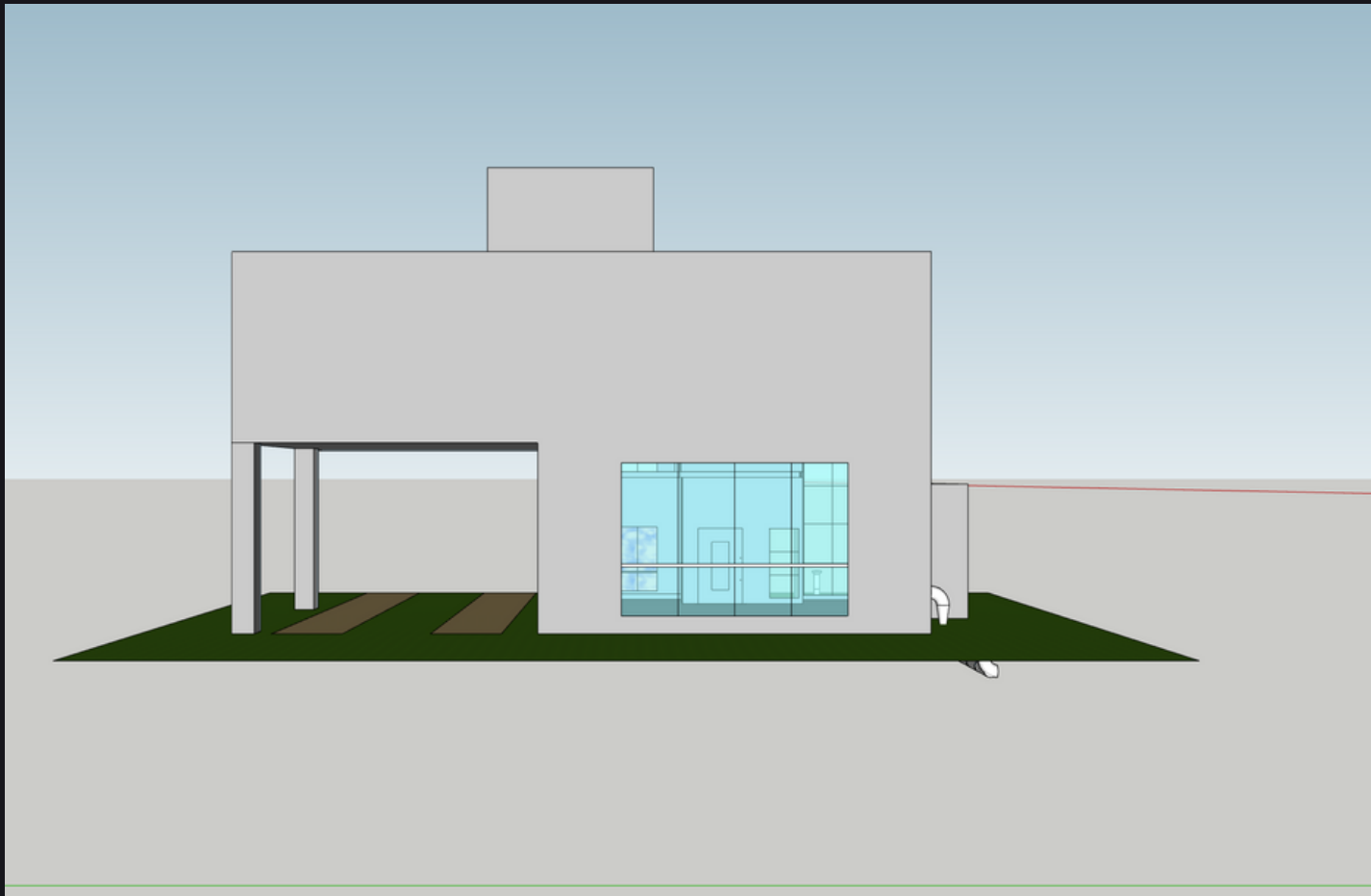
El sector de la construcción no utiliza un modelo sostenible de crecimiento.

PROCESO DE IDEACIÓN





PROTOTIPO



Planta Baja

m2

Superficie útil

115.49

Superficie construida

137.12

Planta Alta

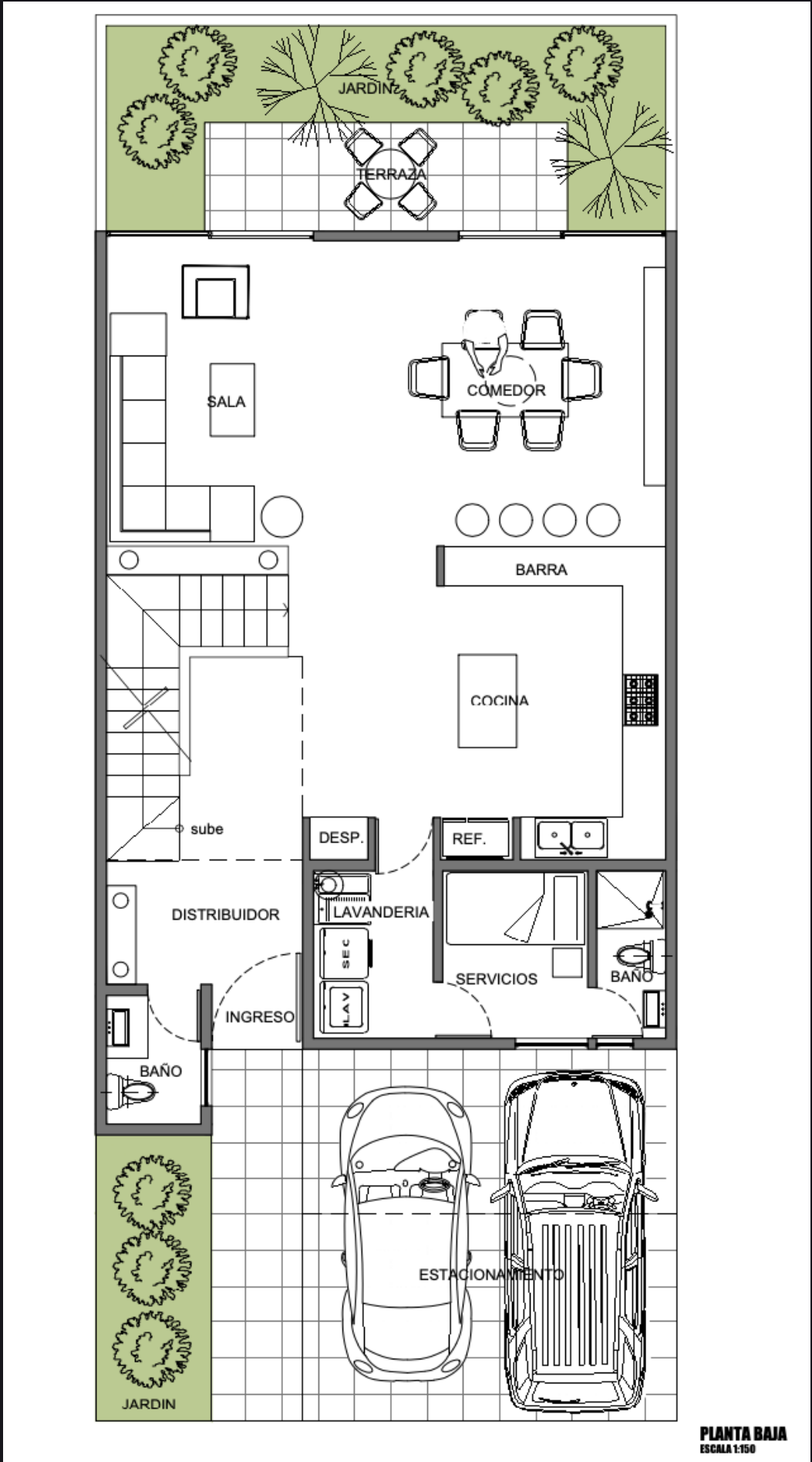
Superficie útil

127.69

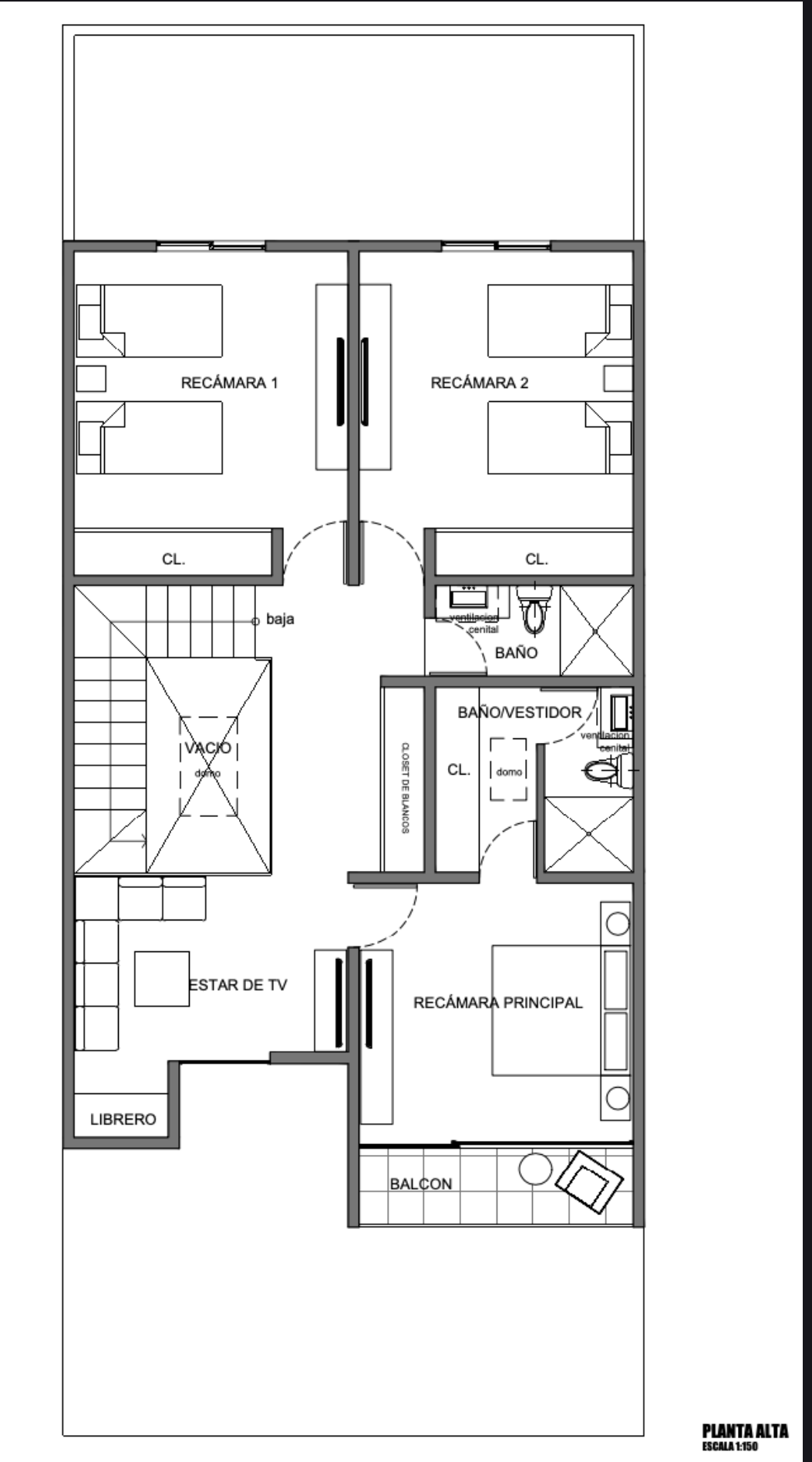
Superficie Construida

157.65

DISEÑO



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



DESCRIPCIÓN TÉCNICA



Tubos de acero galvanizado con un diámetro de 150 mm, 5.6 mm de grosor y una longitud de 210 mm.
Hormigón de 250 kg/cm2
Extractor S&P10000TD250
Regulador de Caudal
Distribuidor 26 m de tubo PVC de 200 mm de diámetro (Salida de aire)
7 m de tubo de PVC de 250 mm de diámetro
4 5 m de tubo de PVC de 100 mm de diámetro
56 m de tubo de PVC de 100 mm de diámetro
10 codos de 100 mm de diámetro a 90o
4 codos de 80 mm de diámetro a 90o
8 rejillas de salida del aire
Toma eléctrica para el extractor
Ingeniería y Diseño
Mano de Obra

NORMAS

NORMA Oficial Mexicana **NOM-026-ENER-2015**,
Eficiencia energética en acondicionadores de aire
tipo dividido (Inverter) con flujo de refrigerante
variable.



NOM
NORMA OFICIAL MEXICANA

La elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana responde a la necesidad de incrementar el **ahorro de energía y la preservación de recursos energéticos**; además, de proteger al consumidor de productos de menor calidad y consumo excesivo de energía eléctrica que pudieran ingresar al mercado nacional.

3.5

MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

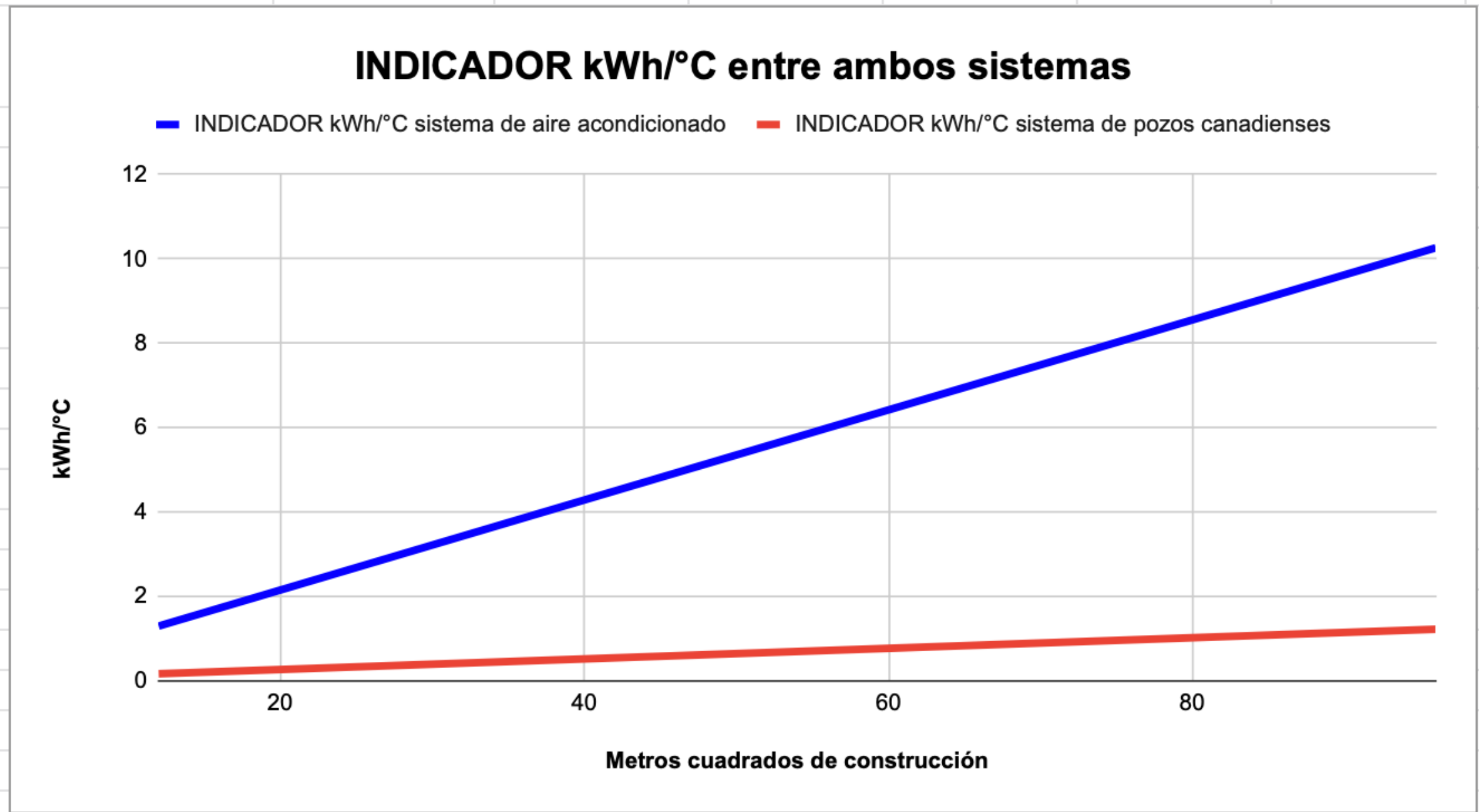


CÁLCULOS

		Para un delta de T=	10									
	Aire acondicionado											
# cuartos	Metros cuadrados de construcción	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	HORA 7	HORA 8	HORA 9		INDICADOR kWh/°C
1	12	2.395	1.5	1.8	1.4	1.55	1.28	1.15	0.56	1.19	12.825	1.2825
2	24	4.79	3	3.6	2.8	3.1	2.56	2.3	1.12	2.38	25.65	2.565
3	36	7.185	4.5	5.4	4.2	4.65	3.84	3.45	1.68	3.57	38.475	3.8475
4	48	9.58	6	7.2	5.6	6.2	5.12	4.6	2.24	4.76	51.3	5.13
5	60	11.975	7.5	9	7	7.75	6.4	5.75	2.8	5.95	64.125	6.4125
6	72	14.37	9	10.8	8.4	9.3	7.68	6.9	3.36	7.14	76.95	7.695
7	84	16.765	10.5	12.6	9.8	10.85	8.96	8.05	3.92	8.33	89.775	8.9775
8	96	19.16	12	14.4	11.2	12.4	10.24	9.2	4.48	9.52	102.6	10.26
	Pozos canadienses											
# cuartos	Metros cuadrados de construcción	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	HORA 7	HORA 8	HORA 9		INDICADOR kWh/°C
1	12	0.2817647059	0.1764705882	0.2117647059	0.1647058824	0.1823529412	0.1505882353	0.1352941176	0.06588235294	0.14	1.508823529	0.1508823529
2	24	0.5635294118	0.3529411765	0.4235294118	0.3294117647	0.3647058824	0.3011764706	0.2705882353	0.1317647059	0.28	3.017647059	0.3017647059
3	36	0.8452941176	0.5294117647	0.6352941176	0.4941176471	0.5470588235	0.4517647059	0.4058823529	0.1976470588	0.42	4.526470588	0.4526470588
4	48	1.127058824	0.7058823529	0.8470588235	0.6588235294	0.7294117647	0.6023529412	0.5411764706	0.2635294118	0.56	6.035294118	0.6035294118
5	60	1.408823529	0.8823529412	1.058823529	0.8235294118	0.9117647059	0.7529411765	0.6764705882	0.3294117647	0.7	7.544117647	0.7544117647
6	72	1.690588235	1.058823529	1.270588235	0.9882352941	1.094117647	0.9035294118	0.8117647059	0.3952941176	0.84	9.052941176	0.9052941176
7	84	1.972352941	1.235294118	1.482352941	1.152941176	1.276470588	1.054117647	0.9470588235	0.4611764706	0.98	10.56176471	1.056176471
8	96	2.254117647	1.411764706	1.694117647	1.317647059	1.458823529	1.204705882	1.082352941	0.5270588235	1.12	12.07058824	1.207058824

CÁLCULOS

Metros cuadrados de construcción	INDICADOR kWh/°C sistema de aire acondicionado	INDICADOR kWh/°C sistema de pozos canadienses
12	1.2825	0.1508823529
24	2.565	0.3017647059
36	3.8475	0.4526470588
48	5.13	0.6035294118
60	6.4125	0.7544117647
72	7.695	0.9052941176
84	8.9775	1.056176471
96	10.26	1.207058824

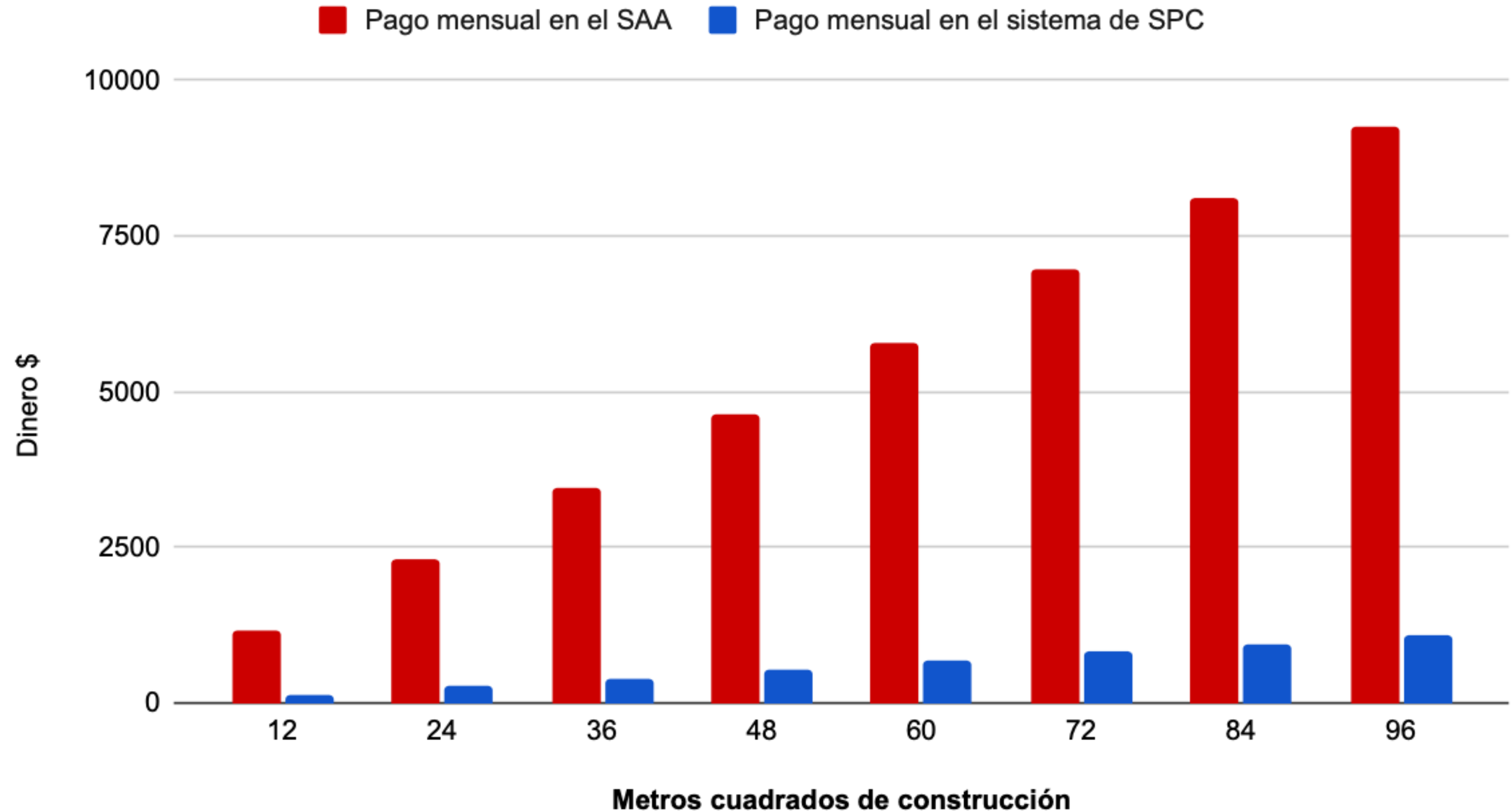


CÁLCULOS

			Tarifa doméstica	3.011			
Metros cuadrados de construcción	Consumo kWh en sistema de aire acondicionado por día	Consumo kWh en sistema de pozos canadienses por día	Costo por día en el SAA	Costo por día en el SPC	Pago mensual en el SAA	Pago mensual en el sistema de SPC	**Considerando que en todo el mes al día se utilicen esas mismas horas en cualquiera de los dos sistemas
12	12.825	1.5088	38.616075	4.543	\$1,158.48	\$136.29	
24	25.65	3.0176	77.23215	9.086	\$2,316.96	\$272.58	
36	38.475	4.5265	115.848225	13.629	\$3,475.45	\$408.88	
48	51.3	6.0353	154.4643	18.172	\$4,633.93	\$545.17	
60	64.125	7.5441	193.080375	22.715	\$5,792.41	\$681.46	
72	76.95	9.0529	231.69645	27.258	\$6,950.89	\$817.75	
84	89.775	10.5618	270.312525	31.801	\$8,109.38	\$954.04	
96	102.6	12.0706	308.9286	36.345	\$9,267.86	\$1,090.34	
Metros cuadrados de construcción	Pago mensual en el SAA	Pago mensual en el sistema de SPC					
12	\$1,158.48	136.29					
24	\$2,316.96	272.58					
36	\$3,475.45	408.88					
48	\$4,633.93	545.17					
60	\$5,792.41	681.46					
72	\$6,950.89	817.75					
84	\$8,109.38	954.04					
96	\$9,267.86	1090.34					

CÁLCULOS

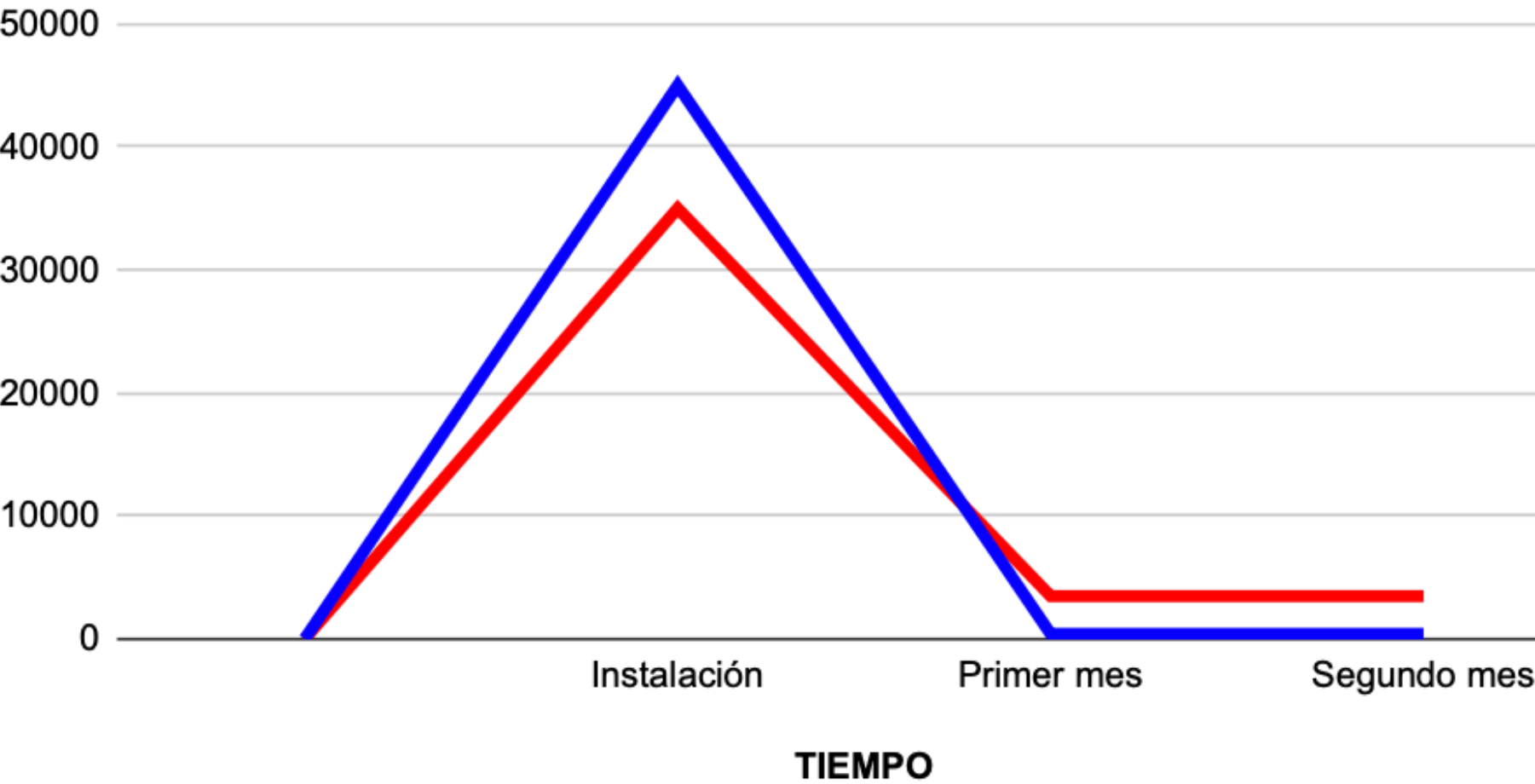
Pago mensual en el SAA y Pago mensual en el sistema de SPC



CÁLCULOS

COMPARACIÓN PRECIOS ENTRE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y POZOS CANADIENSES

— SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO — SISTEMA DE POZOS CANADIENSES



		Instalación	Primer mes	Segundo mes	
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		\$35,000.00	\$3,480.00	\$3,480.00	SAA
SISTEMA DE POZOS CANADIENSES		\$45,000.00	\$409.00	\$409.00	SPC
		Instalación para alimentar 3 recámaras de 12metros cuadrados de construcción			

Análisis de costos

Recurso	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Importe
Tubos de acero galvanizado con un diámetro de 150 mm, 5.6 mm de grosor y una longitud de 210 mm.	3	m	\$750.00	\$2,250.00
Hormigón de 250 kg/cm2	20	bulto	\$200.00	\$4,000.00
Extractor S&P10000TD250	1	pieza	\$5,000.00	\$5,000.00
Regulador de Caudal	1	pieza	\$700.00	\$700.00
Distribuidor 26 m de tubo PVC de 200 mm de diámetro (Salida de aire)	26	m	\$110.00	\$2,860.00
7 m de tubo de PVC de 250 mm de diámetro	7	m	\$125.00	\$875.00
4 5 m de tubo de PVC de 100 mm de diámetro	45	m	\$50.00	\$2,250.00
56 m de tubo de PVC de 100 mm de diámetro	56	m	\$50.00	\$280.00
10 codos de 100 mm de diámetro a 90o	10	piezas	\$18.00	\$180.00
4 codos de 80 mm de diámetro a 90o Otros	4	piezas	\$11.00	\$44.00
8 rejillas de salida del aire	8	piezas	\$358.00	\$2,864.00
Toma eléctrica para el extractor	8	piezas	\$18.00	\$144.00
Ingeniería y Diseño	1	Servicio	\$5,000.00	\$15,000.00
Mano de Obra	1	Servicio	\$10,000.00	\$10,000.00
Subtotal				\$46,447.00
I.V.A				\$7,431.52
Total				\$53,878.52

Ventajas

- La inversión inicial es mucho menor que la de un sistema de climatización convencional, especialmente si el diseño de la estructura ya contempla dicha posibilidad.
- Por otra parte los requerimientos energéticos del sistema son prácticamente inexistentes, ya que es como tener un secador encendido a mínima potencia.
- Cabe destacar que es un sistema especialmente duradero, completamente sostenible y ecológico al mismo tiempo.
- El mantenimiento del sistema es muy sencillo y barato. No es necesaria la presencia de un técnico ya que lo único que hay que hacer es cambiar los filtros cada determinado periodo de tiempo

CONCLUSIONES

- Académicamente se aplican conocimientos de ingeniería.
- Se espera una mejora en el impacto ambiental.
- Si se cumplen los indicadores de éxito.
- Es un proyecto viable, que cumple con las expectativas del beneficiario.
- El beneficiario mostró un gran interés y apoyo por continuar con el proyecto

REFERENCIAS

SENER. (Julio 2018). Eficiencia Energética. 16 de noviembre del 2020, de SENER Sitio web:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/346457/Bolet_n_03_EE_Aire_Acondicionado.pdf

Anónimo. (Enero del 2017). LA TECNOLOGÍA DEL POZO CANADIENSE PARA CLIMATIZAR LA VIVIENDA AHORRANDO ENERGÍA. 16 de Noviembre del 2020, de Ideas Increíbles Sitio web:

<https://www.ideassonline.org/public/pdf/PozosCanadienses-ESP.pdf>

ANA MARÍA CABEZAS. (OCTUBRE 2012). EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES CON EL ANÁLISIS DE DATOS DE UN CASO REAL “CASA POMARET”. 16 de Noviembre 2020, de Escuela Superior de Barcelona. Sitio web: <https://about-haus.com/wp-content/uploads/2016/12/Tesis-Final-Pozos-Cnadienses.pdf>

Leonardo de Jesús Ramos-Gutiérrez. (oct./dic. 2012). Tecnología y ciencias del agua. 16 de Noviembre del 2020, de SCIELO Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000400012 Construcción sostenible. (17/12/2019). La construcción pasiva y sostenible puede llegar a reducir el 56% de las emisiones de CO₂. 16 de noviembre del 2020, de CIC Sitio web: <http://www.cicconstruccion.com/es/notices/2019/12/la-construccion-pasiva-y-sostenible-puede-llegar-a-reducir-el-56-de-las-emisiones-de-co2-72089.php#.X7MGeS1t8Ut>