

XXI Semana de la Facultad de *Arquitectura e Ingeniería*

i Bienvenidos!

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



ANÁLISIS COMPARATIVO DEL IMPACTO ECONÓMICO DEL CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 0549 DE 2015 EN UNA EDIFICACIÓN EN BELLO. CASO DE ESTUDIO: EDIFICIO PROEZA APARTAMENTOS.

Nicolás Urán López

Asesor metodológico: Nicolás Pardo

Asesor temático: Nicolás Pardo

INTRODUCCIÓN



Figura 1. Resolución 0549 de 2015Minvivienda, 2015.

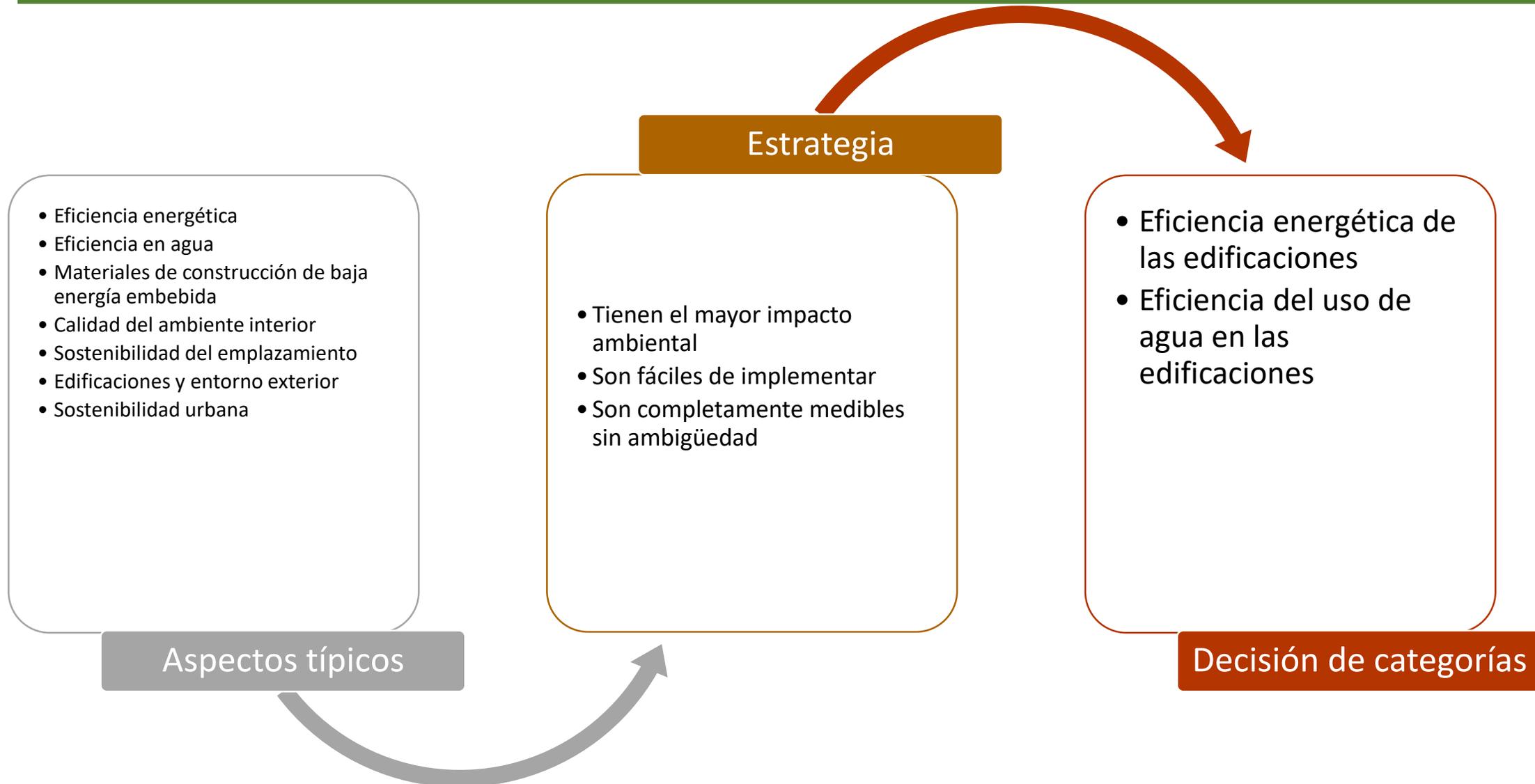


Figura 2. Estructura de generación de la Resolución 0549 de 2015. Minvivienda, 2015.

Tabla 1. Valores de referencia del consumo energético por clima. Minvivienda, 2015.

Tipo de edificación	Bogotá	Medellín	Cali	Barranquilla
	Frío (kWh/m ² año)	Templado (kWh/m ² año)	Cálido seco (kWh/m ² año)	Cálido húmedo (kWh/m ² año)
Hoteles	96,1	151,3	132,5	217,8
Hospital	249,6	108,3	344,1	344,1
Oficinas	81,2	132,3	318,2	221,3
Centros comerciales	403,8	187,8	187,8	231,5
Educativos	40,0	44,0	72,0	29,8
Vivienda tradicional	46,5	48,3	36,9	50,2
Vivienda de interés social	44,6	44,0	34,6	49,3
Vivienda de interés prioritario	48,1	53,3	44,9	50,6

INTRODUCCIÓN

Tabla 2. Porcentajes de reducción para el primer y segundo periodo de implementación en energía. Minvivienda, 2015.

Tipo de edificación	Bogotá	Medellín	Cali	Barranquilla
	Frío (%)	Templado (%)	Cálido seco (%)	Cálido húmedo (%)
Hoteles	20%	35%	25%	45%
Hospital	35%	25%	35%	30%
Oficinas	30%	30%	40%	30%
Centros comerciales	25%	40%	35%	30%
Educativos	45%	40%	40%	35%
Vivienda tradicional	25%	25%	25%	45%
Vivienda de interés social	20%	15%	20%	20%
Vivienda de interés prioritario	15%	15%	20%	15%

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

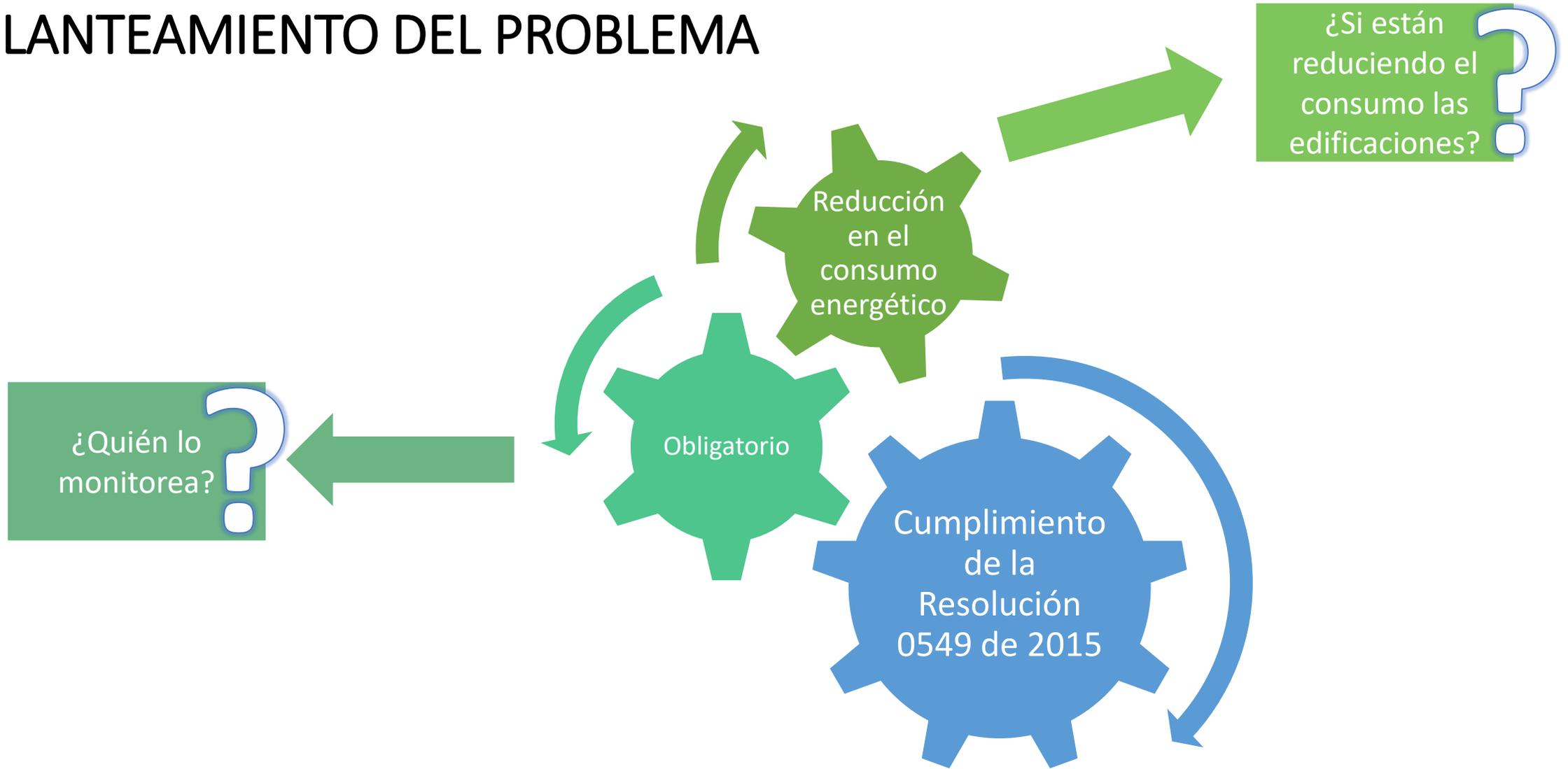


Figura 3. Planteamiento del problema de la investigación.

OBJETIVOS

1. Objetivo general

- Analizar el impacto económico y ambiental del cumplimiento de la Resolución 0549 de 2015 en una edificación en Bello.

2. Objetivos específicos.

- Realizar la trazabilidad de los consumos energéticos de una edificación en Bello que haya comenzado la etapa de operación después del 2018.
- Comparar cuatro escenarios asociados a la línea base, línea obligatoria, línea real y línea sostenible ideal para la edificación a nivel económico y ambiental, proyectados a 2050.
- Establecer los valores de retorno de inversión para la línea sostenible ideal de la edificación por metro cuadrado.

METODOLOGÍA

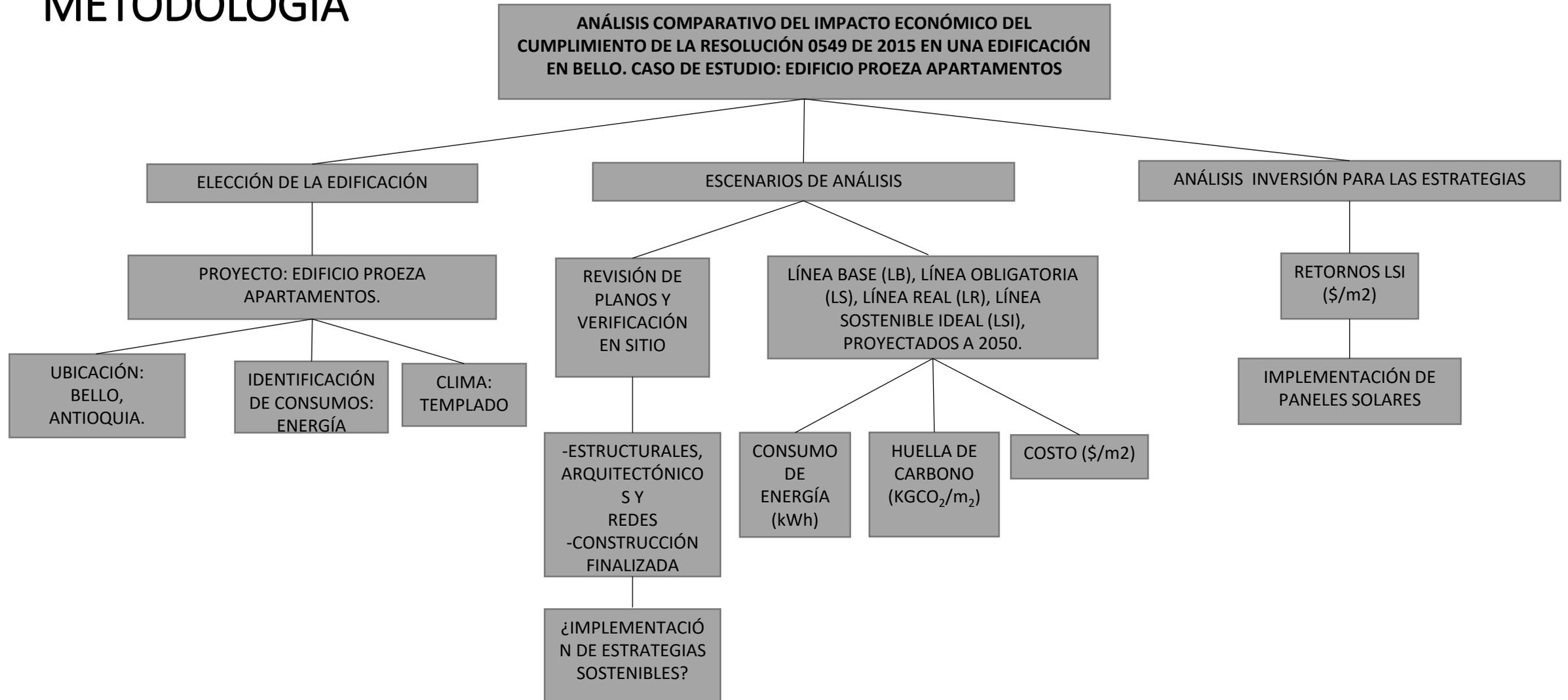


Figura 4. Diagrama metodológico.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

No se evidencia en los planos ni en las visitas la instalación de las estrategias establecidas por la Resolución 549 de 2015 asociadas a:

- Iluminación de energía ultra eficiente.
- Dispositivos de corrección de factor de potencia.

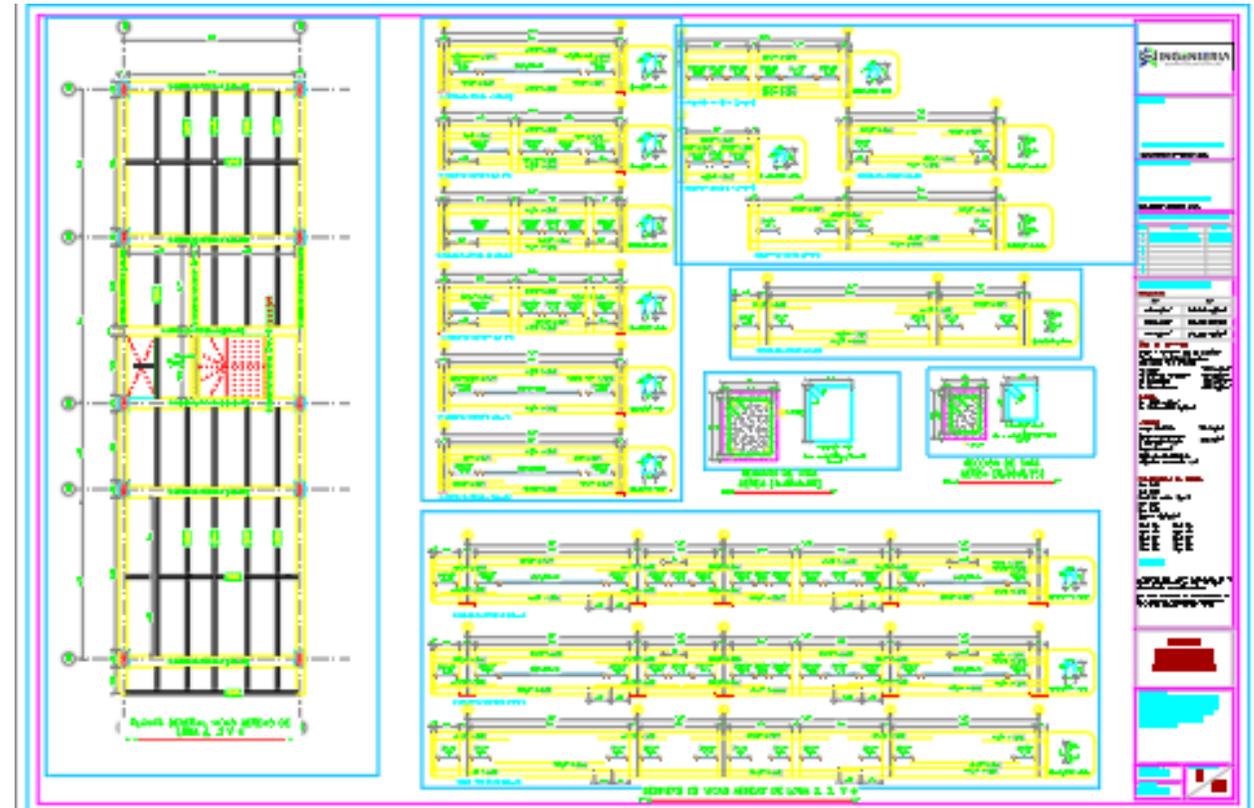
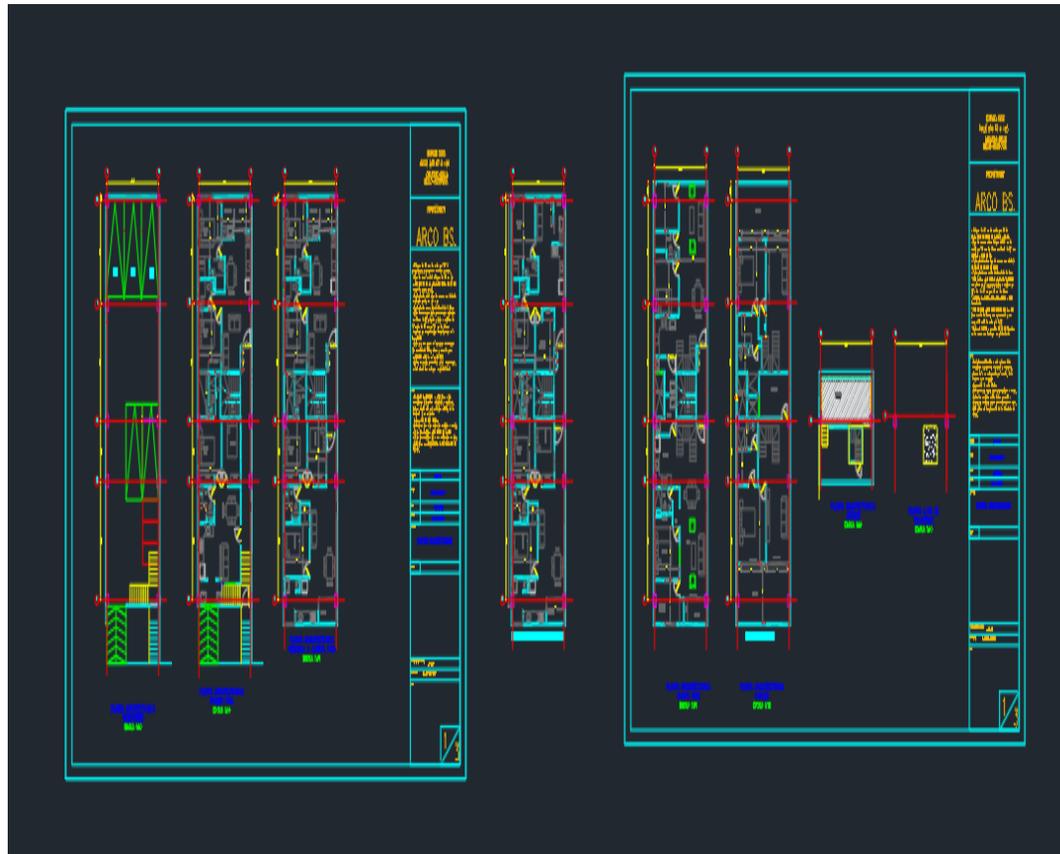


Figura 4. Planos arquitectónicos y estructurales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 3. Consumos energéticos y de agua por apartamento durante 2022.

CONSUMOS EPM EDIFICIO PROEZA APARTAMENTOS

APARTAMENTO 1															AREA					
N° PERSONAS															71.38 m2					
CONSUMOS																				
MES 1 JUNIO 2022	CAN	UNC	MES 2 JULIO 2022	CANT	UNE	MES 3 AGOSTO 2022	CAN	UND	MES 4 SEPTIEMBRE 2022	CAN	UND	MES 5 OCTUBRE 2022	CAN	UND	MES 6 NOVIEMBRE 2022	CAN	UND	PROMEDIO	DESVIACION	
AGUA	14	m3	AGUA	12	m3	AGUA	14	m3	AGUA	11	m3	AGUA	10	m3	AGUA	16	m3	AGUA	12.83	2.23
ENERGIA	158	Kwh	ENERGIA	158	Kwh	ENERGIA	154	Kwh	ENERGIA	149	Kwh	ENERGIA	152	Kwh	ENERGIA	145	Kwh	ENERGIA	152.67	5.13
APARTAMENTO 2															AREA					
N° PERSONAS															50.75 m2					
CONSUMOS																				
MES 1 JUNIO 2022	CAN	UNC	MES 2 JULIO 2022	CANT	UNE	MES 3 AGOSTO 2022	CAN	UND	MES 4 SEPTIEMBRE 2022	CAN	UND	MES 5 OCTUBRE 2022	CAN	UND	MES 6 NOVIEMBRE 2022	CAN	UND	PROMEDIO	DESVIACION	
AGUA	4	m3	AGUA	4	m3	AGUA	7	m3	AGUA	5	m3	AGUA	5	m3	AGUA	6	m3	AGUA	5.17	1.17
ENERGIA	114	Kwh	ENERGIA	110	Kwh	ENERGIA	118	Kwh	ENERGIA	114	Kwh	ENERGIA	112	Kwh	ENERGIA	116	Kwh	ENERGIA	114.00	2.83
APARTAMENTO 3															AREA					
N° PERSONAS															50.09 m2					
CONSUMOS																				
MES 1 JUNIO 2022	CAN	UNC	MES 2 JULIO 2022	CANT	UNE	MES 3 AGOSTO 2022	CAN	UND	MES 4 SEPTIEMBRE 2022	CAN	UND	MES 5 OCTUBRE 2022	CAN	UND	MES 6 NOVIEMBRE 2022	CAN	UND	PROMEDIO	DESVIACION	
AGUA	10	m3	AGUA	11	m3	AGUA	14	m3	AGUA	10	m3	AGUA	12	m3	AGUA	12	m3	AGUA	11.50	1.52
ENERGIA	120	Kwh	ENERGIA	118	Kwh	ENERGIA	120	Kwh	ENERGIA	118	Kwh	ENERGIA	115	Kwh	ENERGIA	122	Kwh	ENERGIA	118.83	2.40
APARTAMENTO 4															AREA					
N° PERSONAS															57.35 m2					
CONSUMOS																				
MES 1 JUNIO 2022	CAN	UNC	MES 2 JULIO 2022	CANT	UNE	MES 3 AGOSTO 2022	CAN	UND	MES 4 SEPTIEMBRE 2022	CAN	UND	MES 5 OCTUBRE 2022	CAN	UND	MES 6 NOVIEMBRE 2022	CAN	UND	PROMEDIO	DESVIACION	
AGUA	18	m3	AGUA	15	m3	AGUA	16	m3	AGUA	18	m3	AGUA	20	m3	AGUA	19	m3	AGUA	17.67	1.86
ENERGIA	126	Kwh	ENERGIA	124	Kwh	ENERGIA	126	Kwh	ENERGIA	120	Kwh	ENERGIA	128	Kwh	ENERGIA	130	Kwh	ENERGIA	125.67	3.44

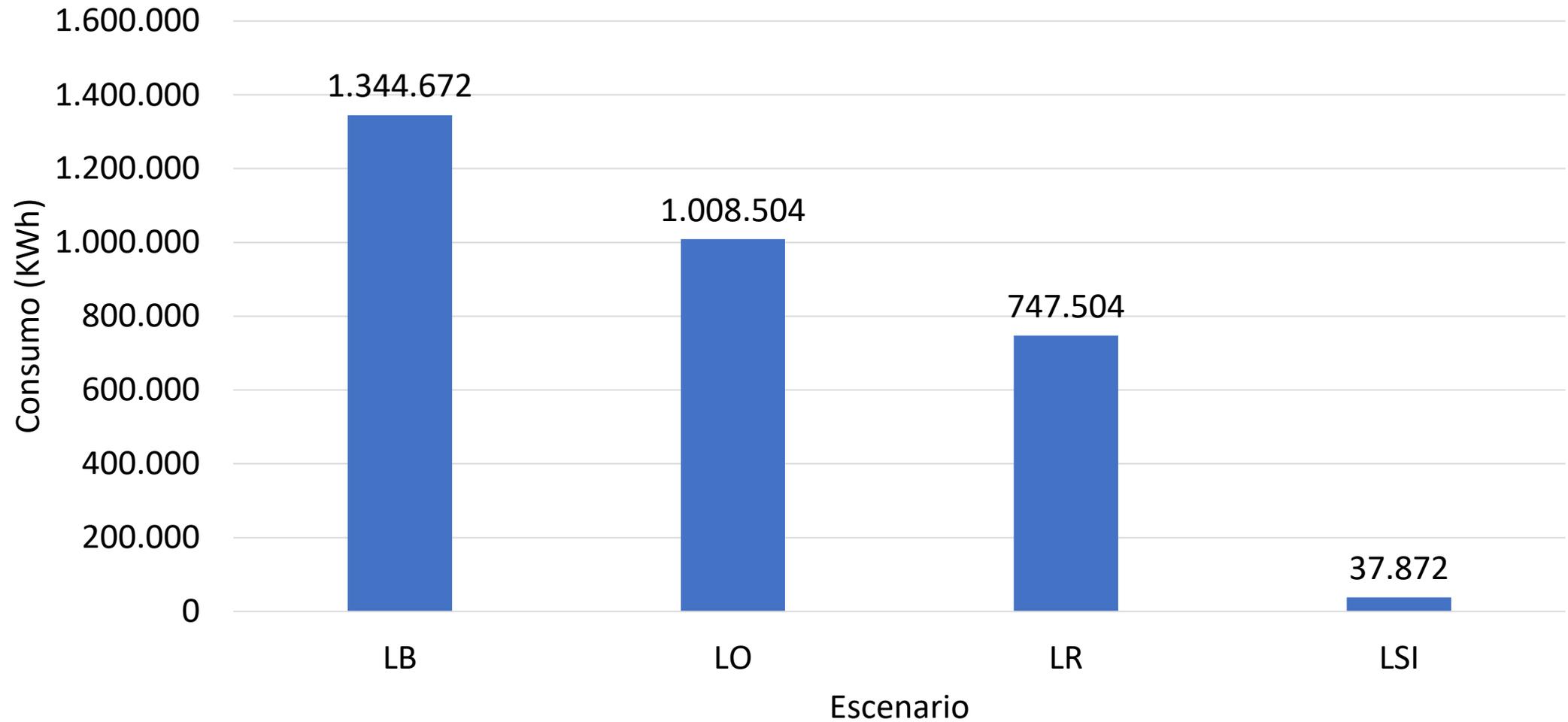


Figura 5. Proyección de consumos a 2050.

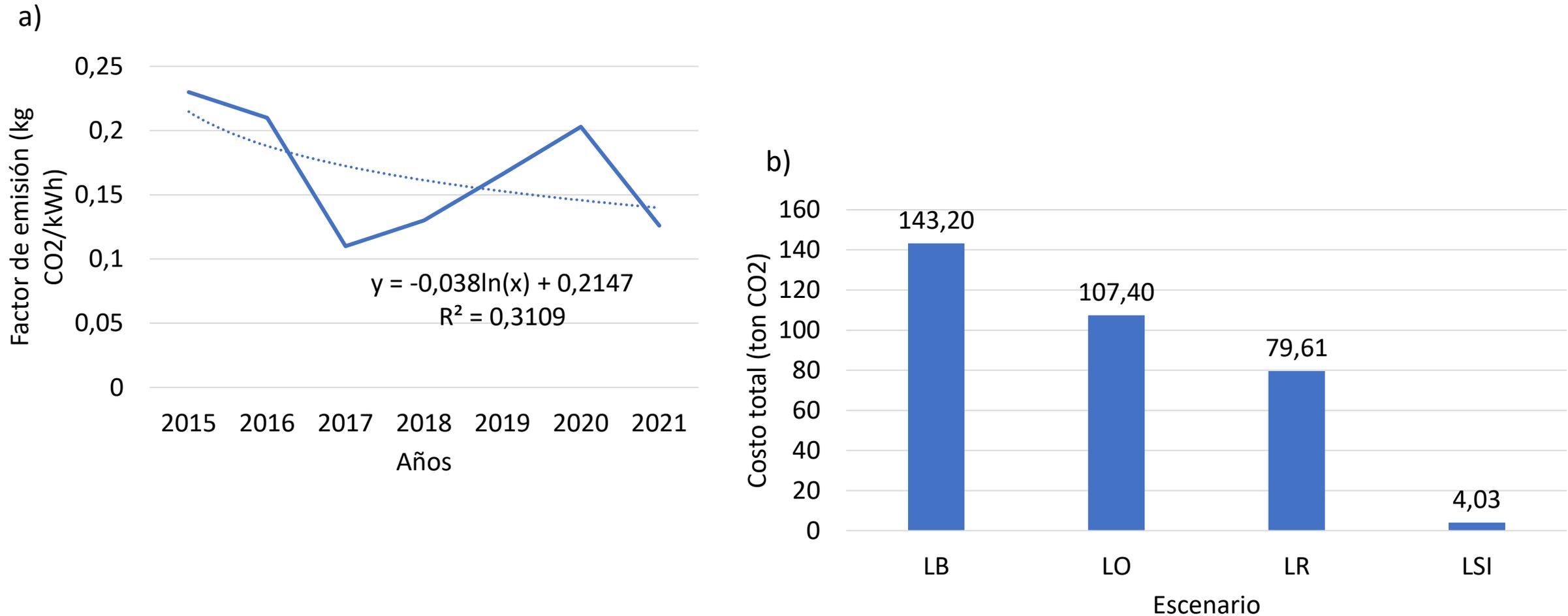


Figura 6. a) Proyección del factor de emisión de generación de energía en Colombia. B) Proyección de emisiones (t CO₂) por escenario a 2050.

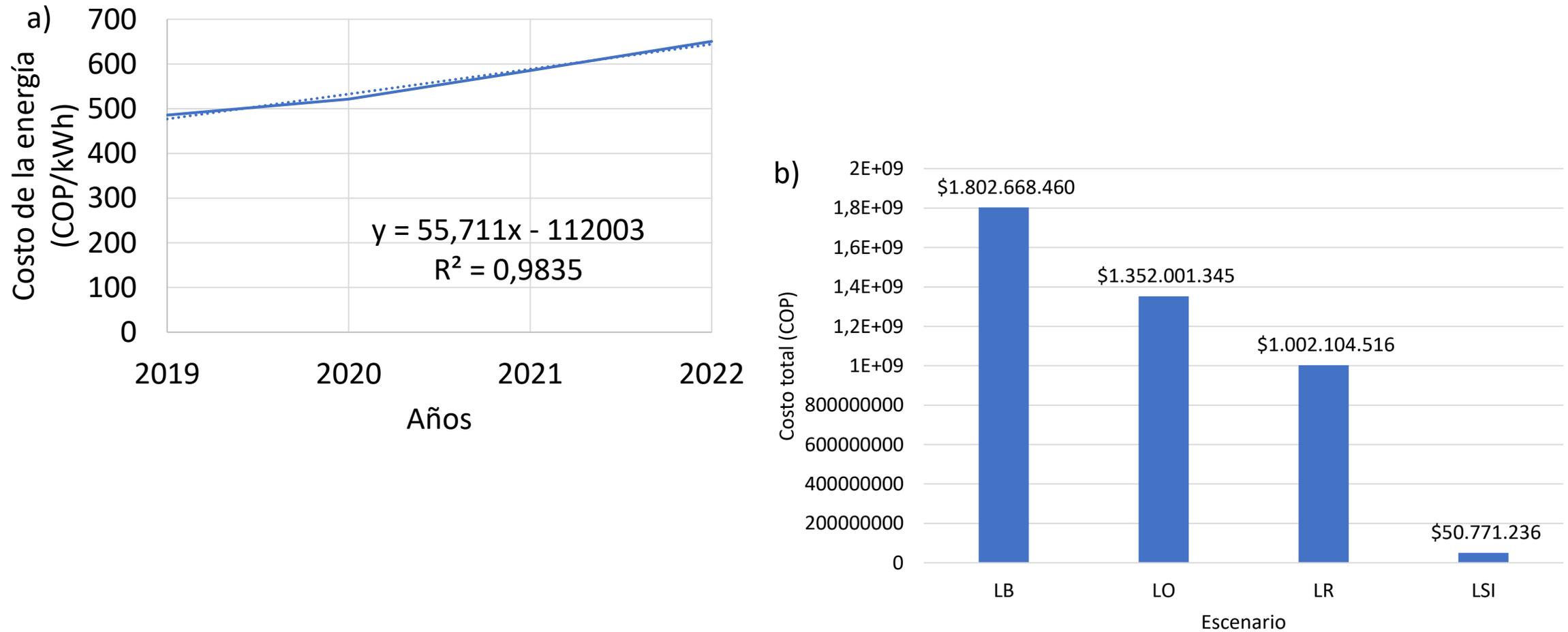


Figura 7. a) Proyección del costo de la energía para un estrato 3 en el Valle de Aburrá. b) Proyección del costo (COP) a 2050.

Tabla 4. Consideraciones para las estrategias.

Energía final anual por kit	11088	kWh
Costo por kit	\$ 38,628,958.00	COP
Área por kit	72.24	m ²
Cantidad de kits	2	

Tabla 5 y 6. Ahorros con las estrategias implementadas.

Porcentaje de ahorro estimado en energía	94,93%
Ahorro total del edificio después de mantenimiento	\$ 593,176,329.00
Año en que se recupera la inversión	2029
Valor con que se recupera	\$ 80,249,920.00
Ahorro por m ² incluyendo el mantenimiento	\$ 681,812.00

	m ²	COP		
		\$	\$	\$
APT 1	71.38	48,667,740.56	1,802,508.91	150,209.08
APT 2	50.75	34,601,959.00	1,281,554.04	106,796.17
APT 3	50.09	34,151,963.08	1,264,887.52	105,407.29
APT 4	57.35	39,101,918.20	1,448,219.19	120,684.93

CONCLUSIONES

- Dada la falta de control de los consumos energéticos en las edificaciones por parte del estado, encontramos en la recopilación de la información que los consumos reales de la edificación están muy por debajo de la línea obligatoria sin incorporar ninguna estrategia de reducción de consumos energéticos. Esto indica que es pertinente revisar las líneas bases y los porcentajes de reducción de la Resolución y hacer ajustes en ellos.
- La implementación de paneles solares es una buena estrategia para edificaciones ya construidas en las cuales implementar estrategias como el corrector de factor de potencia o la iluminación de energía eficiente es difícil. Los paneles tienen un periodo de retorno de inversión bajo y una proyección de ahorros en los consumos de, al menos, 100.000 COP mensuales.
- En el proyecto se resalta la importancia de generar un sistema de monitoreo, reporte y verificación para la Resolución desde el ministerio de vivienda

REFERENCIAS

- <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/41133>
- https://globalabc.org/sites/default/files/2022-11/SPANISH_Executive%20Summary_Buildings-GSR_0.pdf
- <https://www.ambientebogota.gov.co/edificaciones>
- https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Balance_energia_util/BEU-Residencial.pdf

MUCHAS
GRACIAS

Arquitectura e Ingeniería

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, ARTE, MICRO ARQUITECTURA Y COLOR, UNA ALTERNATIVA DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.

Muchas investigaciones a nivel mundial en su afán por lograr una reducción del impacto ambiental negativo derivado de la sobreproducción de residuos RCD, han desarrollado una gran variedad de alternativas sustentables en post de la gestión ambiental y economía circular de sus proyectos, estos desde el arte, los materiales y la macro arquitectura; personajes como Antoni Gaudí, Le Corbusier han sido ejemplos de que la construcción, el arte y la economía circular pueden ir de la mano.



Imagen 1. obras de referentes implementando Residuos de construcción y pigmentos.

OBJETIVOS.

General.

Establecer la viabilidad económica del uso de RCD ligado al arte y microarquitectura como una alternativa de economía circular en la industria de la construcción.

Específicos.

Caracterizar los agregados naturales y residuales RCD

Determinar las propiedades físicas de probetas cubicas pigmentadas de mortero (Adsorción, densidad, resistencia a la penetración de humedad y porcentaje de saturación según color)

Determinar las propiedades mecánicas de probetas cubicas pigmentadas de mortero (resistencia a la compresión)

Establecer la viabilidad económica del uso de RCD desde el arte orientado a la elaboración de elementos decorativos

METODOLOGÍA.

En esta investigación se analizó el comportamiento físico-mecánico de morteros de pega con remplazo parcial del agregado fino granular por agregado reciclado RCD, correspondiente al 75% del agregado total utilizado;

Por otro lado, los morteros fabricados en esta investigación presentaron variaciones físicas con relación al color, debido al uso de pigmentos minerales en la confección de elementos decorativos ligados a la micro arquitectura y ambientación de espacios.

CARACTERIZAR LOS AGREGADOS NATURALES Y RESIDUALES RCD.

Material	Densidad (kg/m ³)	Origen
Cemento	3150	Cementos Argos
Cal	1117	Cementos Argos
Arena de pega	2678	Conasfaltos
RCD	1960	Autores
Óxido de hierro	5240	Ferrominerales
Agua	1000	EPM



Tabla 1. Distribución de muestras de mortero pigmentado.

Imagen 2. Análisis, distribución, granulometría y colorimetría. Fuente autores.

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS NATURALES Y RESIDUALES RCD.

Parámetro	Arena de pega	RCD	Variación (%)
Masa suelta sin molde (Kg)	2.42	2.06	14.8
Masa compacta sin molde (kg)	2.69	2.34	13.0
Masa unitaria suelta	1481	1251	15.5
Masa unitaria compacta	1646	1419	13.8
Absorción (%)	1.63	4.1	-151.5
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.63	2.20	16.34
Peso específico nominal (g/cm ³)	2.70	2.58	4.44
Peso específico (g/cm ³)	2.59	1.96	24.32

Tabla 2. Densidad de materiales utilizados en la fabricación de morteros pigmentados. Fuente autores.

FABRICACIÓN DE PROBETAS Y ANÁLISIS DE PRUEBAS FÍSICAS

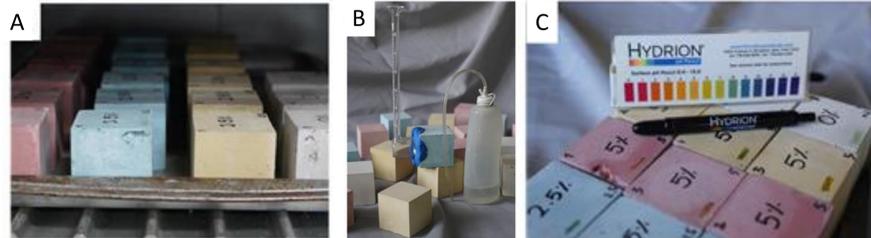


Imagen 3. Secado de cubos, para ensayo de absorción. Ensayo de resistencia a la penetración de humedad y pruebas de PH.

ANÁLISIS DE PROPIEDADES MECÁNICAS.

Parámetro	Arena de pega	RCD	Variación (%)
Masa suelta sin molde (Kg)	2.42	2.06	14.8
Masa compacta sin molde (kg)	2.69	2.34	13.0
Masa unitaria suelta	1481	1251	15.5
Masa unitaria compacta	1646	1419	13.8
Absorción (%)	1.63	4.1	-151.5
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.63	2.20	16.34
Peso específico nominal (g/cm ³)	2.70	2.58	4.44
Peso específico (g/cm ³)	2.59	1.96	24.32

Tabla 3. Propiedades físicas de agregados.

Porcentaje de variación de saturación por pigmento.

Tipología de óxido de hierro	Adsorción promedio (%)	Resistencia promedio a la penetración de agua (m ³)	pH promedio
Patrón 0%	2.7	0.00000027	8.0
Amarillo 2.5%	2.7	0.00000036	7.6
Amarillo 5%	4.3	0.00000121	7.3
Azul 2.5%	4.1	0.00000049	8.0
Azul 5%	4.9	0.00000152	8.0
Rojo 2.5%	2.7	0.00000042	7.6
Rojo 5%	3.4	0.00000092	7.0

Tabla 4. Propiedades físicas de cubos pigmentados.

Muestra	Porcentaje pigmento (%)	Código RGB obtenido	Código	Saturación (%)	Variación saturación (%)
Patrón	0	191, 180, 162	bfb4a2	15	0
Rojo	5.0	161, 70, 51	a14633	68	22.1
	2.5	174, 101, 82	ae6552	53	
Azul	5.0	97, 125, 126	617d7e	23	39.1
	2.5	115, 134, 132	738684	14	
Amarillo	5.0	168, 138, 74	a88a4a	56	16.1
	2.5	185, 159, 98	b99f62	47	

Tabla 5. porcentaje de variación por pigmento.

ANÁLISIS DE PROPIEDADES MECÁNICAS.

Se utilizaron muestras cubicas de 0.05m de lado, sometidas a ensayos destructivos de aplastamiento mediante fuerzas compresivas posterior al proceso de curado, lo anterior con relación a los tiempos de fallado; este ensayo con un tiempo de duración de 5 minutos por probeta de mortero. Los resultados obtenidos durante el ensayo, muestran que la resistencia a la compresión no es inversamente proporcional al porcentaje de pigmentos con valores correspondientes a 2.5% y 5% de óxidos de hierro.

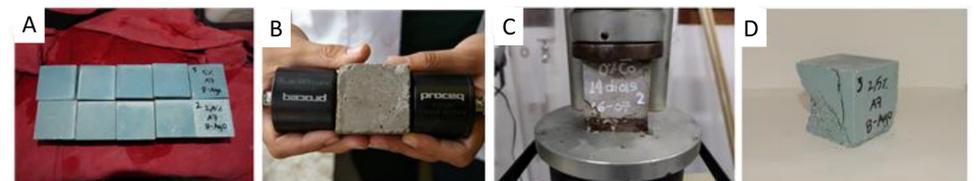


Imagen 5. Cubos pigmentados, prueba de ultrasonido, ensayo de compresión y cubo fallado

FABRICACIÓN DE MOBILIARIOS CON RCD Y PIGMENTOS.

Para la creación de elementos decorativos inicialmente se procede con el modelado de piezas mediante el uso de arcilla; posteriormente se procede con el desarrollo de moldes de silicona y contra moldes en fibra de vidrio, esto a partir de procesos escultóricos propios del arte y la arquitectura.

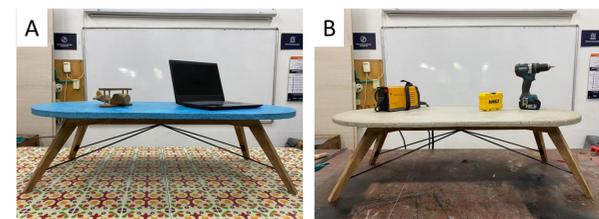


Imagen 5. Mobiliario elaborados con RCD y pigmentos.

BIBLIOGRAFÍA.

Recycled construction and demolition concrete waste aggregate for structural concrete. W. Ashraf, H. El-Karmoty
 Demolition waste as an alternative aggregate for plaster mortars. H. D. Cañola, K. Venegas, G. F. B. Sandoval
 Daniel R. Caruncho, Biografía ilustrada de Antoni Gaudí
 Luis Rojo de Castro, Le Corbusier y el surrealismo
 Color choises: Making color sense out of color theory. S. Quiller

Estudiantes: Yesenia Perez
 Asesor: Hernán Darío Cañola
 Curso: Diseños Investigativos
 Profesor: Nicolás Álvarez Pardo