



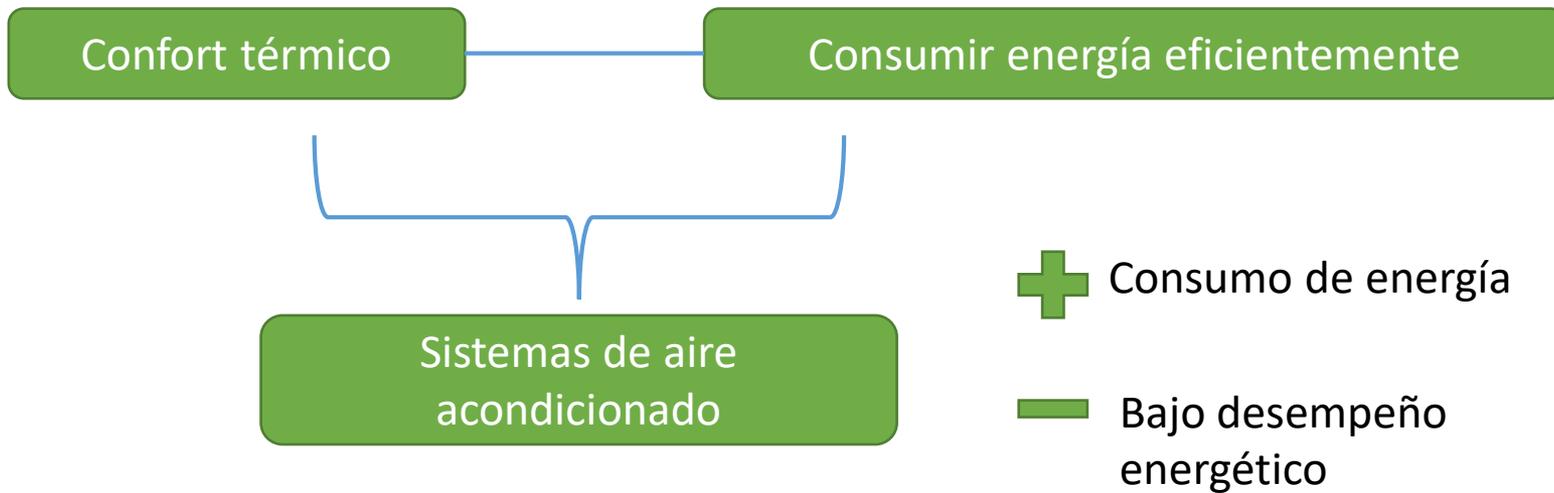
***DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE
MEJORA EN EL DESEMPEÑO ENERGÉTICO DE
LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE
AIRE EN EL CAMPUS EL BOSQUE DE LA UNAB***

Silvia Johana Mora Niño
Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniería en Energía
Director: M.sc. Carlos Alirio Díaz González
Evaluador: Ph.D Yecid Alfonso Muñoz Maldonado

TABLA DE CONTENIDO

1	• Introducción
2	• Planteamiento del problema
3	• Objetivos
4	• Metodología
5	• Resultados
6	• Conclusiones y observaciones
7	• Referencias

1. INTRODUCCION



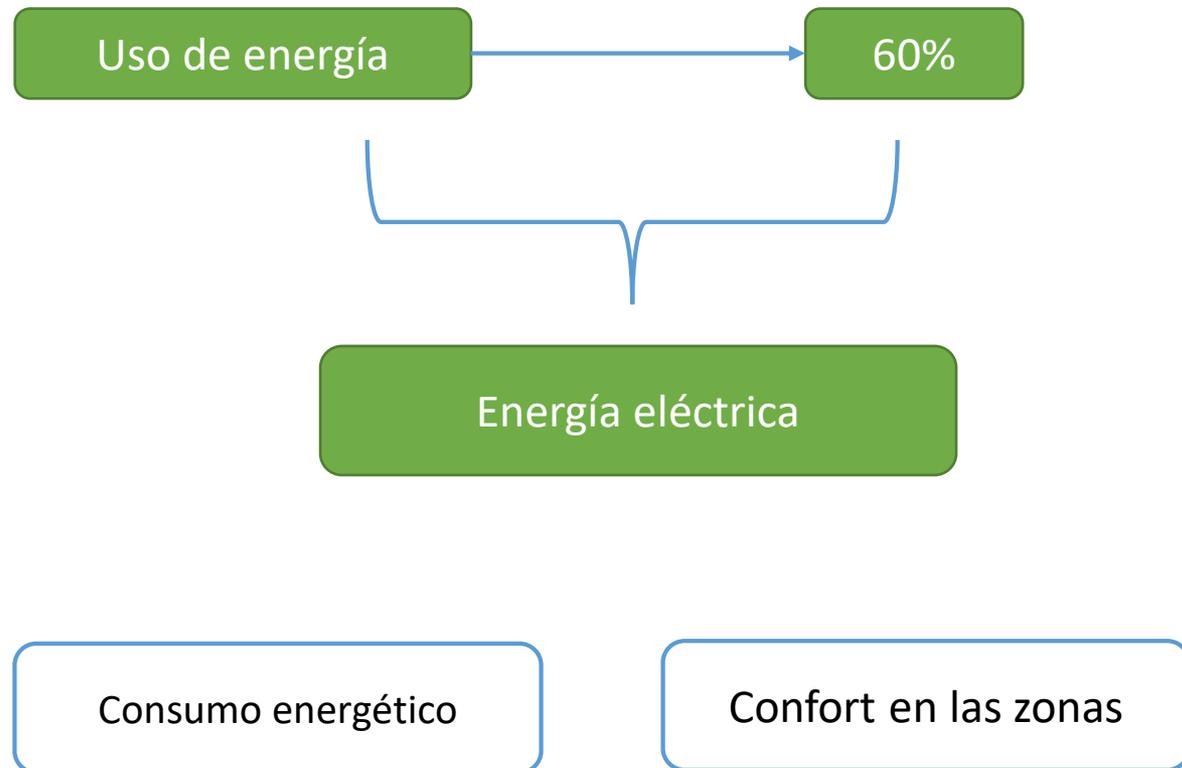
Rendimiento del
compresor

infiltraciones

Sistemas de
control

Centralizado

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

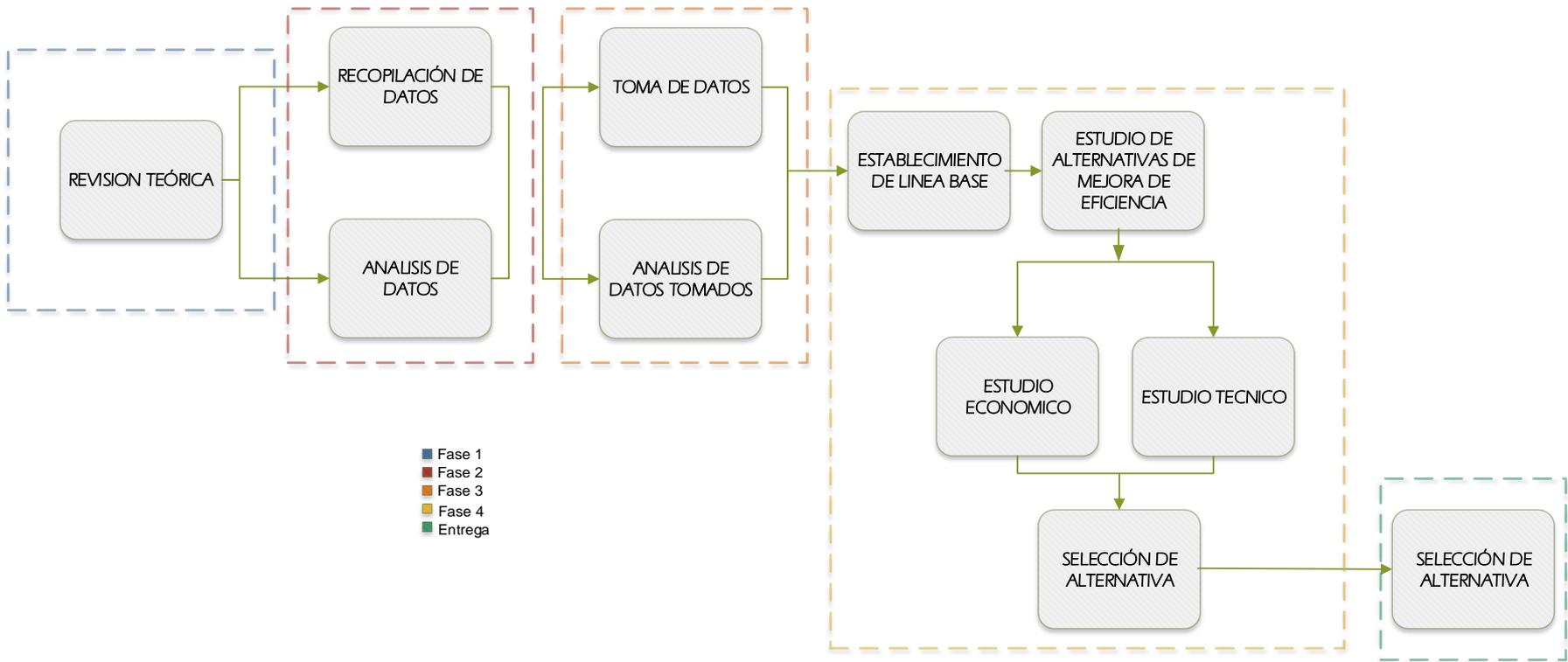


3. OBJETIVOS

OBJETIVO ESPECIFICOS

- Identificar las instalaciones y sistemas de climatización existentes en el Campus el Bosque y realizar un levantamiento aproximado de cargas tanto térmicas como eléctricas.
- Identificar los sistemas de mayor consumo y realizar en ellos mediciones in situ de la potencia eléctrica consumida, así como el establecimiento de las estrategias de operación y control aplicadas.
- Plantear propuestas de mejora o reemplazo tecnológico de los sistemas de climatización y determinar beneficios y costos asociados.
- Realizar una evaluación financiera de estas propuestas y plantear a la Dirección Universitaria las mejores opciones de inversión.

4. METODOLOGIA



5. RESULTADOS

INSTALACIONES Y SISTEMAS DE CLIMATIZACION ACTUAL

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1chY3I9lpMIsJVykgIN8jdX321NGCKraoT3c7s1i_w5Q/edit#gid=737346260

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

Metodología

ASHRAE

Los componentes que contribuyen a la ganancia de calor en un recinto según la American Society of heating, refrigeration and air conditioning engineers (ASHRAE), son los siguientes:

- Conducción a través de paredes, techo y vidrios al exterior.
- Conducción a través de divisiones internas, cielos rasos y pisos,
- Radiación solar a través de vidrios.
- Alumbrado.
- Personas.
- Equipos.
- Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

$$DTCEc = ([(DTEC + LM) * K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)] * f) / 1.8$$

● CONDUCCION A TRAVES DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR

$DTCEc$, Valor corregido de $DTCE$, [$^{\circ}F$].

$DTCE$, Temperatura de la tabla A2 [$^{\circ}C$]. $Q_e = U * A * DTCE$

LM , Corrección para latitud al mes de la tabla A6 del anexo A.

Q_e , es la ganancia neta del recinto por conducción a través del techo, paredes o vidrio. [BTU/h].
 K_e , Corrección debido al color de la superficie. 1.0 para superficies oscuras o áreas industriales, 0.5 para techos de color claro. Y 0.65 para paredes de color claro.

U , es el coeficiente general de transferencia de calor para el techo, paredes o vidrios. [$BTU/h \cdot ft^2 \cdot ^{\circ}F$].

t_R , Temperatura del recinto, [$^{\circ}F$].

A , área del techo, pared o vidrios, [ft^2].

t_0 , temperatura de diseño exterior promedio, [$^{\circ}F$].

$DTCE$, diferencia de temperatura para carga de enfriamiento, $^{\circ}F$.
 f , Factor de corrección para ventilación del cielo falso (solo para el techo). 0.75 para ventiladores de entrepiso (techo falso) en los demás casos usar 1.0.

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

● CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA INTERIOR

$$Q_i = U * A * DT$$

Q_i = ganancia de calor a través de la división, piso o cielo raso, $[\frac{BTU}{h}]$.

U = Coeficiente global de transferencia de calor para la división, piso o cielo raso, $[\frac{BTU}{h - ft^2 - °F}]$.

A = Area de la división, piso o cielo raso, $[f^2]$.

ΔT = Diferencia de temperatura entre los espacios sin acondicionar y los acondicionados, $[°F]$.

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

● RADIACIÓN A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA INTERIOR

$$Q_r = FGCS * A * CS * FCE$$

Q_r = Ganancia neta por radiacion solar a través del vidrio, [BTU/h].

$FGCS$ = factor de ganancia máxima de calor solar, [$\frac{BTU}{h} - ft^2$].

A =Area del vidrio, [ft^2].

CS = Coeficiente de sombreado.

FCE = factor de carga de enfriamiento para el vidrio.

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

● ALUMBRADO

$$Q_a = 3.4 * W * FB * FCE$$

Q_a , ganancia neta de calor debida al alumbrado, [BTU/h].

W , capacidad del alumbrado, [W].

FB , factor de balastra.

FCE , factor de carga de enfriamiento para alumbrado.

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

● PERSONAS

$$Q_s = q * n * FCE$$

Q_s , ganancia de calor sensible.

q , ganancia de calor sensible por persona.

n , número de personas.

FCE , factor de carga de enfriamiento para las personas, se toma valor de 1.

$$Q_l = q * n$$

Q_l , ganancia de calor latente.

q , ganancia de calor latente por persona.

n , número de personas.

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

● EQUIPOS

$$Q_a = 3.4 * W * n$$

Q_a , ganancia neta de calor debida a equipos, [BTU/h].

W , capacidad del equipo, [W].

n , número de equipos.

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

● INFILTRACIONES

$$Q_s = 1.1 * CFM * CT$$

Q_s , calor sensible necesario para el aire de infiltración o ventilación, $[\frac{BTU}{h}]$.

CFM , velocidad de infiltración o ventilación del aire, $[\frac{ft^3}{min}]$

CT , cambio de temperatura entre el aire interior y exterior, $[^{\circ}F]$.

$$Q_l = 0.68 * CFM * (W_i' - W_e')$$

Q_l , calor latente necesario para el aire de infiltración o ventilación, $[\frac{BTU}{h}]$.

CFM , velocidad de infiltración o ventilación del aire, $[\frac{ft^3}{min}]$.

W_i' W_e' , relaciones de humedad mayor (interior) y menor (exterior) expresadas en granos de agua/lb de aire seco (gr W/lb d.a).

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

CARGA TERMICA MAXIMA

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1gPHVQec7XiiEkM7hSPFhG-BTEgFRFOEiuzZg5oMdqMI/edit#gid=1402571286>

5. RESULTADOS

CARGA TERMICA

CARGA TERMICA CORREGIDA

$$F_{horas} = \frac{H_{totales}}{H_{maximas}}$$

$$F_{personas} = \frac{P_{totales}}{P_{maximas}}$$

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1MRULzOMIAsRhbyq6UVyJ6PoE-nlcmLVfRD9i4oMI3p4/edit#gid=591614698>

5. RESULTADOS

LEVANTAMIENTO DE CARGAS

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1NE7tW220kTPr3dPfeiwaRlo-UV3IsE9ZhHXIs6W2qm0/edit#gid=224416583>

5. RESULTADOS

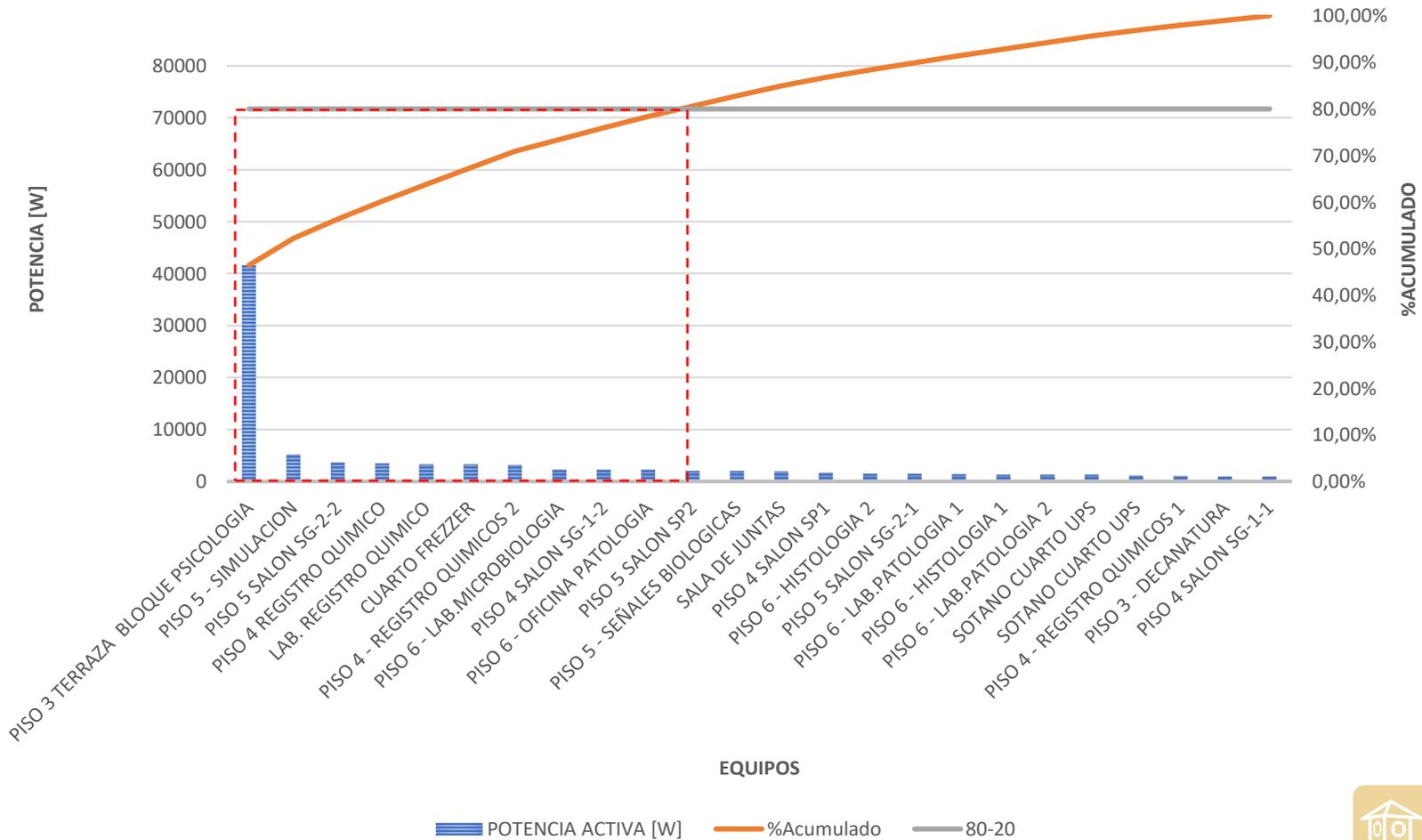
CARACTERIZACION ENERGETICA

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/19XcUAU5iDlzvIEhRZiMOYfXvhpmdmoTA8tn0OjHmY8c/edit#gid=1592941605>

5. RESULTADOS

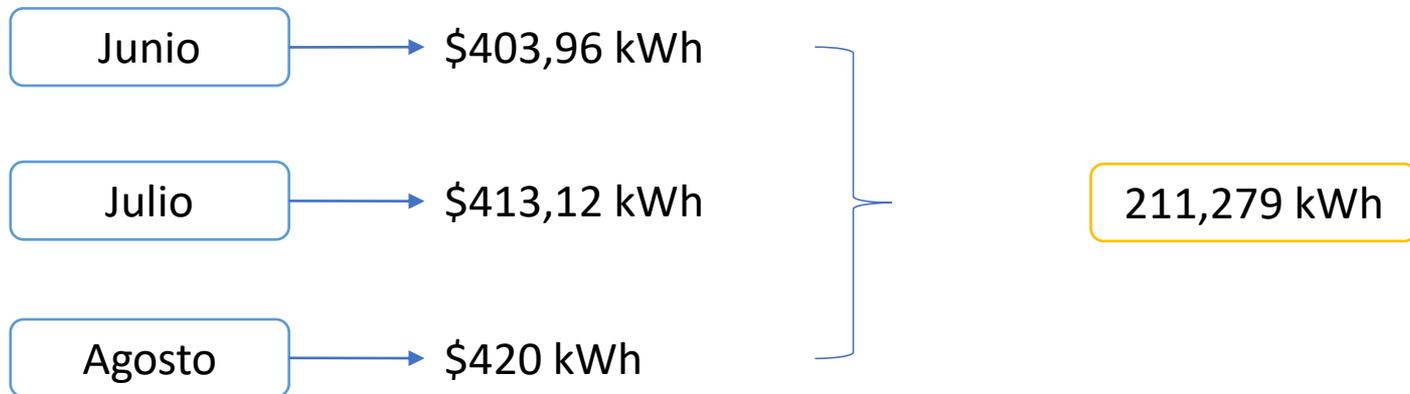
SISTEMAS DE MAYOR CONSUMO

SISTEMAS DE MAYOR CONSUMO



5. RESULTADOS

PROPUESTAS DE MEJORAS



\$89775260

5. RESULTADOS

PROPUESTAS DE MEJORAS

QUITANDO INFILTRACIONES

3,42%

UBICACIÓN	POTENCIA ELECTRICA [W]	CARGA TERMICA SIN INFILTRACIONES [BTU /h]	POTENCIA ELECTRICA CORREGIDA [W]	AHORRO [kW]	AHORRO (JUNIO-JULIO-AGOSTO)
PISO 3 TERRAZA BLOQUE PSICOLOGIA	41600	364536,55	37065	4,54	1795308
PISO 5 - SIMULACION	5200	14167,07	4644	0,56	68753
PISO 5 SALON SG-2-2	3658	29577,83	3286	0,37	101163
PISO 4 REGISTRO QUIMICO	3470	1617,00	2386	1,08	643407
LAB. REGISTRO QUIMICO	3250	10933,80	2928	0,32	63824
CUARTO FREEZER	3230	22855,46	2890	0,34	201599
PISO 4 - REGISTRO QUIMICOS 2	3136	25292,23	2816	0,32	39645
PISO 6 - LAB.MICROBIOLOGIA	2273	18330,18	2152	0,12	14962
PISO 4 SALON SG-1-1	2240	28766,04	1992	0,25	72538
PISO 6 - OFICINA PATOLOGIA	2231	19105,20	2082	0,15	29590
PISO 5 SALON SP2	1975	16331,75	1817	0,16	35895
TOTAL AHORRO [\$]					3066685

5. RESULTADOS

PROPUESTAS DE MEJORAS

OPERANDO A SEER DE 13

9,26%

UBICACIÓN	CARGA TERMICA CORREGIDA[BTU/h]	POTENCIA ELECTRICA [W]	POTENCIA CORREGIDA [W]	AHORRO [kW]	AHORRO (JUNIO-JULIO-AGOSTO)
PISO 3 TERRAZA BLOQUE PSICOLOGIA	409140,14	41600	31472	10,13	4009201
PISO 5 - SIMULACION	15862,43	5200	1220	3,98	492335
PISO 5 SALON SG-2-2	32923,33	3658	2533	1,13	306296
PISO 4 REGISTRO QUIMICO	2351,18	3470	181	3,29	1953086
LAB. REGISTRO QUIMICO	12138,11	3250	934	2,32	458472
CUARTO FREEZER	25539,98	3230	1965	1,27	751384
PISO 4 - REGISTRO QUIMICOS 2	28171,04	3136	2167	0,97	119873
PISO 6 - LAB.MICROBIOLOGIA	19360,32	2273	1489	0,78	96956
PISO 6 - OFICINA PATOLOGIA	20477,37	2231	1575	0,66	129808
PISO 5 SALON SP2	17748,94	1975	1365	0,61	138781
TOTAL AHORRO [\$]					8317409

5. RESULTADOS

PROPUESTAS DE MEJORAS

VARIABLES DE FRECUENCIA

18,16%

UBICACIÓN	CARGA TERMICA NOMINAL [BTU/h]	POTENCIA ELECTRICA [W]	CARGA TERMICA CORREGIDA [BTU/h]	POTENCIA ELECTRICA CORREGIDA [W]	AHORRO [kW]	AHORRO (JUNIO- JULIO-AGOSTO)
PISO 3 TERRAZA BLOQUE PSICOLOGIA	1632000	41600	409140,14	10429	31,17	12339502
PISO 5 - SIMULACION	48000	5200	15862,43	1718	3,48	430698
PISO 4 REGISTRO QUIMICO	24000	3470	2351,18	340	3,13	1858623
LAB. REGISTRO QUIMICO	24000	3250	12138,11	1644	1,61	317939
CUARTO FREEZER	60000	3230	25539,98	1375	1,86	1101554
PISO 6 - LAB.MICROBIOLOGIA	60000	2273	19360,32	733	1,54	190457
PISO 6 - OFICINA PATOLOGIA	24000	2231	20477,37	1904	0,33	64815
TOTAL AHORRO [\$]						16303588

5. RESULTADOS

PROPUESTAS DE MEJORAS

SENSOR DE PERSONAS

7,52%

CHILLER	HORAS MAXIMAS (en 3 meses)	HORAS OCUPADAS (en 3 meses)	Pmedida [kW]	AHORRO [kW]	AHORRO [\$] (JUNIO-JULIO-AGOSTO)
PISO 3 TERRAZA AUDITORIO	960	540	1,181	496,02	613616
PISO 4 - EQUIPO 9 (Salón 4-3)	960	492	0,639	299,052	369951
PISO 4 - EQUIPO 10 (Salón 4-2)	960	432	0,649	342,672	423913
PISO 4 - EQUIPO 11 (Salón 4-1)	960	504	0,636	290,016	358773
PISO 4 - EQUIPO 12 (Salón 4-7,4-8)	960	480	0,86	412,8	510667
PISO 4 - EQUIPO 13 (Salón 4-4,4-5)	960	588	1,471	547,212	676945
PISO 4 - EQUIPO 14 (Salón 4-6)	960	624	1,023	343,728	425219
PISO 5 - EQUIPO 2 (Salón 5-1)	960	312	1,465	949,32	1174385
PISO 5 - EQUIPO 4 (Salón 5-2)	960	540	0,682	286,44	354349
PISO 5 - EQUIPO 6 (Salón 5-3)	960	408	1,026	566,352	700623
PISO 5 - EQUIPO 8 (Salón 5-4)	960	468	0,636	312,912	387097
AUDITORIO S3-3 # 2	960	588	0,984	366,048	452831
AUDITORIO S3-3 # 1	960	588	0,676	251,472	311091
TOTAL AHORRO [\$]					6759460

5. RESULTADOS

PROPUESTAS DE MEJORAS

CENTRALIZADO

100TR-Chiller york 101TR

$$COP = 3.90$$

$$Potencia = \frac{CargaTermica [kW]}{COP}$$

$$Potencia = \frac{229.5016}{3.90} = 58.85 [kW]$$

$$\begin{aligned} &Potencia \text{ en 1 mes} \\ &= 58.85 [kW] * 16 \frac{horas}{dia} * 5 \frac{dia}{semana} \\ &* 4semanas \end{aligned}$$

$$Potencia \text{ en 1 mes} = 18832 \left[\frac{kWh}{1mes} \right]$$

$$\begin{aligned} &Energia \text{ centralizado en 3 meses} \\ &= \left(Potencia \text{ en 1 mes} * \frac{403.96\$}{kWh} \right) \\ &+ \left(Potencia \text{ en 1 mes} * \frac{413.12\$}{kWh} \right) \\ &+ \left(potencia \text{ en 1 mes} * \frac{420\$}{kWh} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &Energia \text{ centralizado en 3 meses} \\ &= \$23296690 \end{aligned}$$

5. RESULTADOS

PROPUESTAS DE MEJORAS

CENTRALIZADO

11,36%

$$\text{Potencia actual} = 84.618 \text{ [kW]}$$

$$\begin{aligned} &\text{Potencia actual en 1 mes} \\ &= 84.618 \text{ [kW]} * 16 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 5 \frac{\text{dia}}{\text{semana}} \\ &* 4 \text{ semanas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Potencia actual en 1 mes} \\ &= 27077.76 \left[\frac{\text{kWh}}{1 \text{ mes}} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Energía en 3 meses} \\ &= \left(\text{Potencia actual en 1 mes} * \frac{403.96\$}{\text{kWh}} \right) \\ &+ \left(\text{Potencia actual en 1 mes} * \frac{413.12\$}{\text{kWh}} \right) \\ &+ \left(\text{Potencia actual en 1 mes} * \frac{420\$}{\text{kWh}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{Energía actual por 3 meses} = \$33497355$$

Ahorro energía

$$\begin{aligned} &= (\text{Energía actual por 3 meses} \\ &- \text{Energía centralizado en 3 meses}) \end{aligned}$$

Ahorro energía

$$\begin{aligned} &= (\$33497355 - \$23296690) \\ &= \$10200665 \end{aligned}$$

5. RESULTADOS

SELECCIÓN DE PROPUESTAS

VARIABLES DE FRECUENCIA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Inversión	-\$ 50.000.000					
OYM	\$ -	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000
Depreciación	\$ -	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Ahorro	\$ -	\$ 32.607.376	\$ 32.607.376	\$ 32.607.376	\$ 32.607.376	\$ 32.607.376
Flujo neto	-\$ 50.000.000	\$ 36.607.376	\$ 36.607.376	\$ 36.607.376	\$ 36.607.376	\$ 36.607.376

VPN \$ 113.659.096

TIR 68%

5. RESULTADOS

SELECCIÓN DE PROPUESTAS

SENSOR PERSONAS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Inversión	-\$ 35.000.000					
OYM	\$ -	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000
Depreciación	\$ -	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
Ahorro	\$ -	\$ 13.518.920	\$ 13.518.920	\$ 13.518.920	\$ 13.518.920	\$ 13.518.920
Flujo neto	-\$ 35.000.000	\$ 16.018.920	\$ 16.018.920	\$ 16.018.920	\$ 16.018.920	\$ 16.018.920

VPN \$ 36.615.129

TIR 36%

5. RESULTADOS

SELECCIÓN DE PROPUESTAS

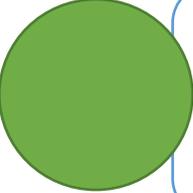
CENTRALIZACION

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Inversión	-\$ 176.000.000					
OYM	\$ -	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000	-\$ 1.000.000
Depreciación	\$ -	\$ 17.600.000	\$ 17.600.000	\$ 17.600.000	\$ 17.600.000	\$ 17.600.000
Ahorro	\$ -	\$ 20.401.330	\$ 20.401.330	\$ 20.401.330	\$ 20.401.330	\$ 20.401.330
Flujo neto	-\$ 176.000.000	\$ 37.001.330	\$ 37.001.330	\$ 37.001.330	\$ 37.001.330	\$ 37.001.330

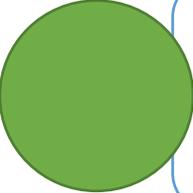
VPN -\$ 10.579.670

TIR 2%

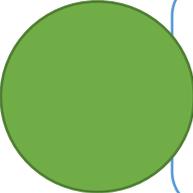
6. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES



El campus el bosque de la UNAB actualmente esta conformado por 54 equipos, El bloque 1 (Bloque de medicina), cuenta con 33 equipos independientes mientras que el bloque 2 cuenta con un chiller

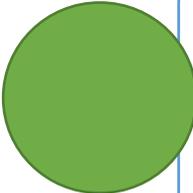


Un 76.47% de los equipos instalados en el campus el bosque de la UNAB, presentan un diseño sobredimensionado, lo que representa el alto consumo que estos equipos tienen.

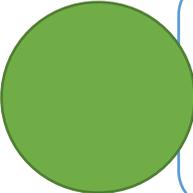


Son 11 los equipos que mayor consumo tienen y que representan el 80% del consumo total

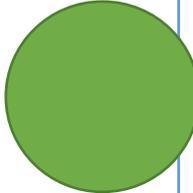
6. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES



El consumo total aproximado de energía en el campus el bosque es de 82.499 kWh/mes y la energía consumida por los sistemas estudiados es de 55.663 kWh/mes, lo que quiere decir que estos sistemas representa un 67.47% del consumo total de energía.

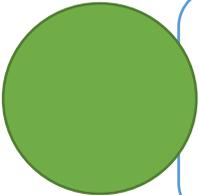


la eliminación de infiltraciones en los salones, lograría un potencial de ahorro de hasta \$3066685 por tres meses, lo que representa para un periodo académico planteado un ahorro de \$6133369.

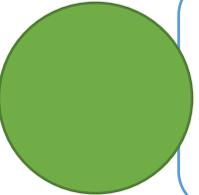


Operando a SEER de 13 como lo establece la norma americana, se lograría un potencial de ahorro de hasta de \$8317409 por tres meses, los cuales representa un ahorro por periodo académico planteado de \$16634818.

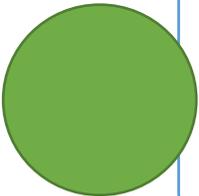
6. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES



Los variadores de frecuencia en el compresor, es una opción rentable de inversión y genera un ahorro de \$ 16303688 por tres meses, lo que representa para un periodo académico planteado de \$32607396.



La implementación de sensor de personas, resulta apropiada, este genera un ahorro de \$6759460 por tres meses, los cuales representa un ahorro por periodo académico planteado de \$13518920.



Se recomienda la eliminación de algunos equipos del bloque 1 de medicina, ya que hay salones que tienen de a dos equipos instalados, los cuales generan un gran sobredimensionamiento y esto representa un derroche de energía considerable.

7. REFERENCIAS

- [1] G. PITA EDWARD. AIR CONDITIONING PRINCIPLES AND SYSTEMS AN ENERGY APPROACH 4TH ED. 2002.
- [2] ASHRAE. FUNDAMENTALS HANDBOOK HVAC. 2001.
- [3] HVACR, R. CARGA TERMICA – MUNDO HVACR. 2012. Tomado de la URL:
<https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2012/06/carga-termica/>.
- [4] Universidad DR. Jose matias delgado, Seminario de Investigación, Manual Básico de Sistemas de Aire Acondicionado y Extracción Mecánica de Uso Común en Arquitectura, 8 de Agosto de 2011. Tomado de la URL:
<http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/06/ARQ/ADTESCM0001340.pdf>
- [5] GARCIA, M. CALCULO DE CARGAS DE ENFRIAMIENTO. 2012. In ASHRAE FUNDAMENTALS HANDBOOK, 1985, 1ST ED. MARIO GARCÍA, CAPITULO 6.
- [6] HERNÁNDEZ BOLÍVAR, L. P. Y GÓMEZ MARTÍNEZ, M. A. ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EQUIPOS Y SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO EN LA EDIFICACIÓN DEL BLOQUE G DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE. 2014. Tomado de la URL:
<http://repositorio.uac.edu.co/jspui/bitstream/123456789/803/1/TMEC%201136.pdf>
- [7] HVACR, R. USO RACIONAL DEL AIRE ACONDICIONADO – MUNDO HVACR. 2017. Tomado de la URL:
<https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2014/04/uso-racional-del-aire-acondicionado/>.
- [8] Yang L, Yan H, Lam JC. Thermal comfort and building energy consumption implications – a review. Appl Energy 2014;115:164–73.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.062>.

7. REFERENCIAS

[9] TRAXCO VARIADORES DE VELOCIDAD, EFICIENCIA Y AHORRO. 2014. Tomado de la URL:

<http://www.traxco.es/blog/productos-nuevos/variadores-de-velocidad-eficiencia-y-ahorro>.

[10] RIVAS, P. VARIADOR DE FRECUENCIA. 2017. Tomado de la URL:

<http://instalacionesyeficienciaenergetica.com/variador-de-frecuencia-ahorro-energia/>.

[11] FOXYHOUSE. SISTEMAS DE CONTROL DE AIRE ACONDICIONADO. 2014. Tomado de la URL:

<http://www.foxyhouse.com.uy/wp-content/uploads/2014>.

[12] YORK BY JOHNSON CONTROLS. MODEL YLAA AIR-COOLED SCROLL COMPRESSOR LIQUID CHILLERS STYLE B. Tomado de la URL: <https://www.dces.com/pdfs/150.62-EG5.pdf>

[13] W. HAINES ROGER, C. HITTLE DOUGLAS. CONTROL SYSTEMS FOR HEATING, VENTILATING, AND AIR CONDITIONING. SIXTH EDITION. 2006. Tomado de la URL:

<http://www2.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/mrv/ControlSystemsForHeatingVentilatingAndAirConditioning.pdf>

[14] Ortiz A, Pineda J. DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA EN EL DESEMPEÑO ENERGÉTICO DE LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE EN EL CAMPUS CENTRAL EL JARDÍN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA. Mayo, 2017.