

Informe preliminar

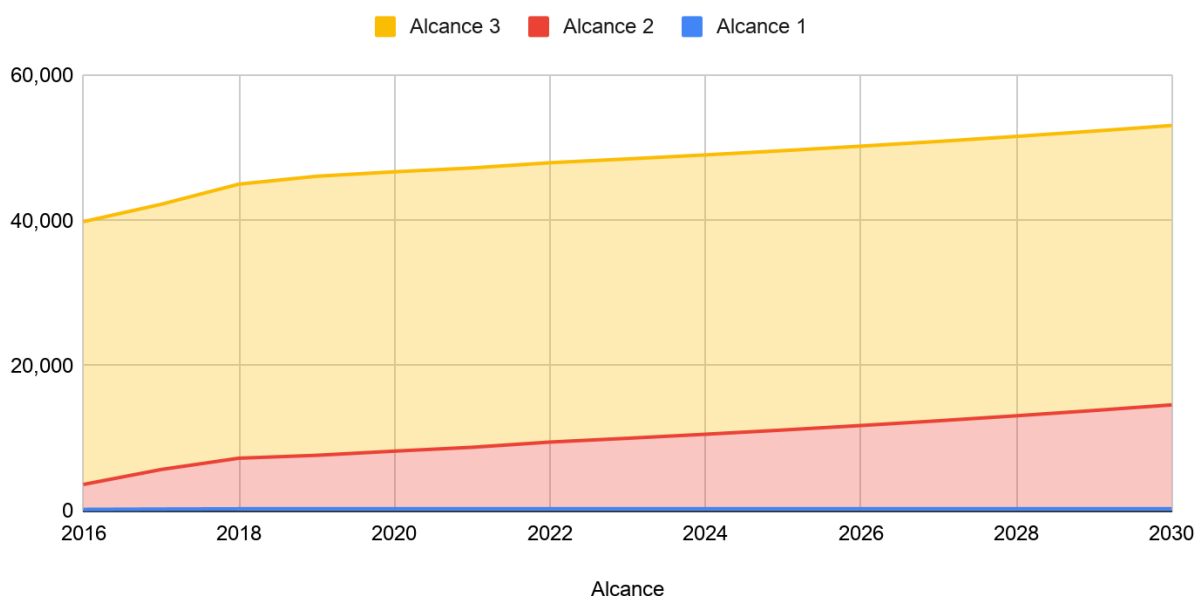
Plan de Carbono Neutralidad UNAB

1. Proyecciones 2018-2030

La proyección de emisiones para el período que va desde el 2018 hasta el año 2030 se llevó a cabo siguiendo los mismos patrones de comportamiento en cada uno de los flujos evaluados. Según esta proyección, las emisiones aumentarán un 18% neto al año 2030.

Este escenario base de proyección representa las emisiones que se producirían en los próximos años, si es que no se implementan medidas para reducir el impacto de la institución.

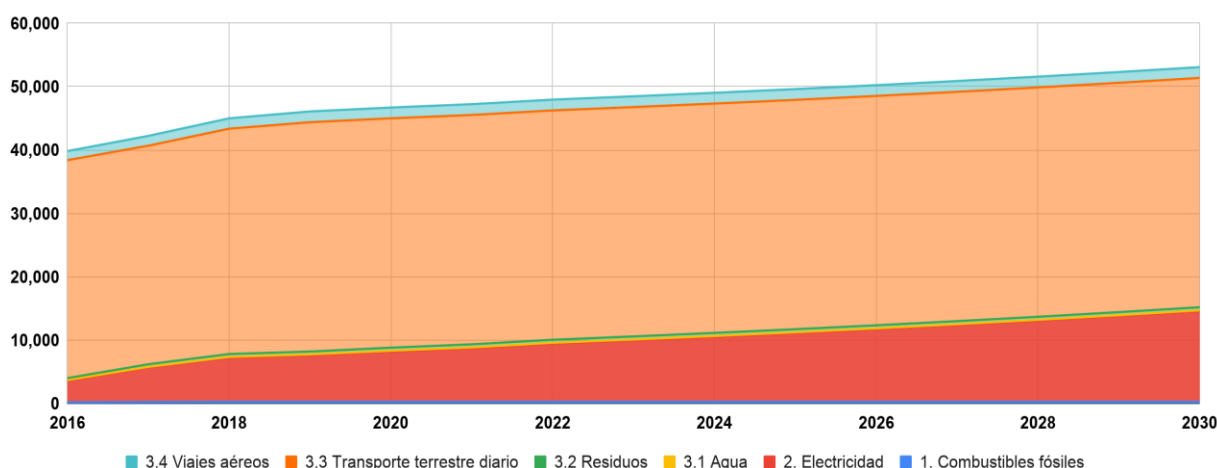
Proyección de emisiones UNAB 2016 - 2030 (ton CO₂-eq)



El mayor aumento proyectado, se observa en el consumo eléctrico, para el cual se proyecta un aumento de 105% (6% anual) de sus emisiones en el periodo 2018 - 2030.

El consumo de agua aumenta un 8%, seguido por residuos con un 5,7%. El transporte aéreo aumenta 3.9% y finalmente el transporte terrestre, siendo el flujo que mayor aporte tiene en las emisiones totales, aumenta sólo un 1,79% en el mismo periodo.

Proyección Emisiones GEI UNAB, 2016-2030 (ton CO2-eq)



2.1. Metodología de proyección

La proyección de las emisiones se realizó en base a la población esperada para los próximos años y un indicador de desempeño. Cabe destacar, que en la mayoría de los flujos, debido a la falta de información de años anteriores al año base, no se pudo definir una tendencia del indicador de desempeño. Por tanto, se sugiere que estas proyecciones sean actualizadas cuando se cuente con datos de flujos y emisiones para los años 2019 y 2020.

En relación a la población de alumnos, académicos y colaboradores, se asume constante hasta 2030, tomando como valor de referencia la población del año 2019.

Los indicadores utilizados para las proyecciones por flujo se presentan en la tabla siguiente.

ID	Fuente de Emisiones	Supuestos	Mejoras sugeridas para actualización de proyecciones
1	Consumo de combustibles fósiles en fuentes fijas y móviles (gas natural, gas licuado, gasolina y petróleo)	<u>Indicador:</u> Consumo/persona <u>Constantes:</u> - Factor de emisión - Población	Mantener un registro actualizado de consumos de combustible, que permita calcular tendencias de variación del indicador en forma periódica
2	Electricidad	<u>Indicador:</u> Intensidad de consumo eléctrico por campus (kWh/m ² -año) <u>Constantes:</u> - Superficie construida por campus (m ²) - Factor de emisión (constante desde 2019 en adelante según estudio de Generadoras de Chile ¹)	Automatizar la toma de datos desde boletas eléctricas, desde página web de empresa distribuidora, o desde equipos de medición en tiempo real, online

¹ POCH, Actualización de la proyección de emisiones 2017- 2030 y análisis medidas de mitigación de CO2 equivalente, pág. 27. Descargado desde

3.1	Agua	<u>Indicador:</u> Consumo/persona <u>Constantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Factor de emisión - Población 	Realizar estudios o incluir dispositivos que permitan identificar el uso de cada flujo de agua (consumo humano, riego, etc). Identificar el tipo de tecnología que se tiene en cada sede (riego automático, urinario seco, etc)
3.2	Residuos	<u>Indicador:</u> Consumo/persona <u>Constantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Factor de emisión - Población Para reciclaje, se utilizó tasa de reciclaje constante.	Estudio de caracterización y registros mensuales para cada sede.
3.3	Transporte terrestre	<u>Indicador:</u> Partición modal <u>Constantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Factor de Emisión - Km recorridos - Población - Viajes anuales - Partición modal 	Actualizar tendencia de partición modal desde Encuestas Origen Destino UNAB
3.4	Viajes aéreos	<u>Indicador:</u> Km recorrido/ JCE <u>Constantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Factor de Emisión - Valor JCE 	Calcular tendencia de indicador con información histórica de viajes aéreos

2. Medidas de mitigación

En base a revisión de referentes nacionales e internacionales, se realizó una selección de las medidas más utilizadas para reducir las emisiones asociadas a instituciones de educación superior. De este listado se evaluaron las medidas en los flujos que mayor impacto tienen en la Huella de Carbono de la UNAB. Estas son: transporte terrestre diario, consumo electricidad, transporte aéreo y generación y traslado de residuos. No se evaluarán medidas en relación a los flujos de consumo de combustible fósil, debido a su bajo porcentaje en las emisiones totales de la universidad.

Las medidas de mitigación evaluadas en este reporte son:

AGUA

1. Instalación de urinarios secos
2. Cambio a riego por goteo

TRANSPORTE

3. Aumento tasa ocupabilidad automóvil particular (campaña de autos compartidos)
4. Teletrabajo progresivo

http://generadoras.cl/media/170613_Informe_final_estudio_proyeccion_emisiones_GEI_y_medidas_-_POCH_Generadoras_de_Chile.pdf

5. Mejoramiento infraestructura de ciclistas

RESIDUOS

6. Aumento del reciclaje inorgánico
7. Reciclaje orgánico in situ

ENERGÍA

8. Cambio a luminarias LED
9. Instalación de sistema solar térmico
10. Instalación de sistemas fotovoltaicos con contrato PPA (A) y con financiamiento propio (B)

Otras medidas a evaluar, se indican en el anexo de este reporte.

Para estimar el impacto en la mitigación de gases de efecto invernadero de las iniciativas, se utilizan los costos marginales de abatimiento, que se calculan como:

$$\text{Costo marginal de abatimiento} = \frac{\text{Costo total acumulado}}{\text{Potencial de abatimiento}}$$

En donde el costo total acumulado corresponde a la suma de costos de inversión, operación y de ahorros llevados a valor presente en pesos chilenos, y el potencial de abatimiento es la disminución de toneladas de CO_{2-eq} que se le pueden atribuir a la iniciativa.

De esta forma, cada proyecto fue evaluado para conocer su costo económico en valor presente y la cantidad de toneladas de CO_{2-eq} que se espera que el proyecto mitigue a través de su ejecución. A continuación se describen cada una de las medidas evaluadas:

3. Evaluación de medidas

En el contexto de este reporte, se evaluaron 10 medidas de mitigación de GEI. Para cada una de ellas, los siguientes cuadros presentan una descripción junto con el costo total acumulado, el potencial de abatimiento y el costo marginal de abatimiento.

Medida 1: Instalación de urinarios secos	
Descripción	Instalación de urinarios secos en todos los baños de la UNAB. Se considera que el 15% del consumo de agua potable corresponde a urinarios y que la instalación se hará de manera completa y simultánea durante el año 2020.
Costo total acumulado	\$34.886.940.-
Potencial de abatimiento	109,9 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$317.390 por tonelada de CO ₂ -eq

Medida 2: Cambio a riego por goteo	
Descripción	Instalación de sistemas de riego por goteo. Se asume que actualmente se se usa riego por dispersión en todas las sedes. Según literatura, este cambio significa un paso de un 75% a un 90% de eficiencia, es decir, una disminución del 15% en las pérdidas por riego.
Costo total acumulado	-\$99.026.027 (Costo negativo conlleva ahorros netos)
Potencial de abatimiento	73,3 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	-\$1.351.360 por tonelada

Medida 3: Carpooling	
Descripción	Aumentar el número de colaboradores y académicos que comparten un mismo automóvil hacia los campus de la institución. Se espera que la tasa de ocupabilidad aumente de manera progresiva hasta llegar a 2 personas promedio para el año 2030. Para lograr esta meta, se prevé implementar una campaña de sensibilización para académicos y colaboradores, además de una plataforma online para coordinar los viajes.
Costo total acumulado	\$47.667.000.-
Potencial de abatimiento	7.026 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$6.785 por tonelada

Medida 4: Aumento del teletrabajo	
Descripción	Para disminuir el número de viajes que se realiza hacia los campus, se propone realizar una campaña de teletrabajo y clases online 1 vez al mes. Esta medida, al ser una política de la institución, no tendría costos asociados.
Costo total acumulado	\$0.-
Potencial de abatimiento	17.195 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$0 por tonelada

Medida 5: Mejora de Infraestructura para bicicletas	
Descripción	Aumentar la disponibilidad de bicicleteros en las sedes de la institución, para incentivar el uso de la bicicleta. Para esto, se contempla instalar 1809 bicicleteros nuevos, los cuales abarcan el 50% de la población ciclista proyectada para el año 2030. Además de implementar una campaña de uso de la bicicleta.
Costo total acumulado	\$59.180.346.-
Potencial de abatimiento	7.046 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$8.399 por tonelada

Medida 6: Aumento del reciclaje orgánico	
Descripción	Mejora en infraestructura y campaña para llegar a un 30% de reciclaje de residuos inorgánicos en cada campus para el 2030 de manera gradual. No se incluye Quintay debido a su baja generación de residuos y población permanente.
Costo total acumulado	\$266.612.377.-
Potencial de abatimiento	428,4 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$622.397 por tonelada

Medida 7: Reciclaje de residuos orgánicos in situ	
Descripción	Instalación de módulos de compostaje y/o lombricultura para llegar gradualmente a un 30% de reciclaje de residuos orgánicos con reciclaje in situ para el año 2030. No se incluye Quintay debido a su baja generación de residuos y población permanente.
Costo total acumulado	\$134.106.482
Potencial de abatimiento	363,1 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$369.367 por tonelada

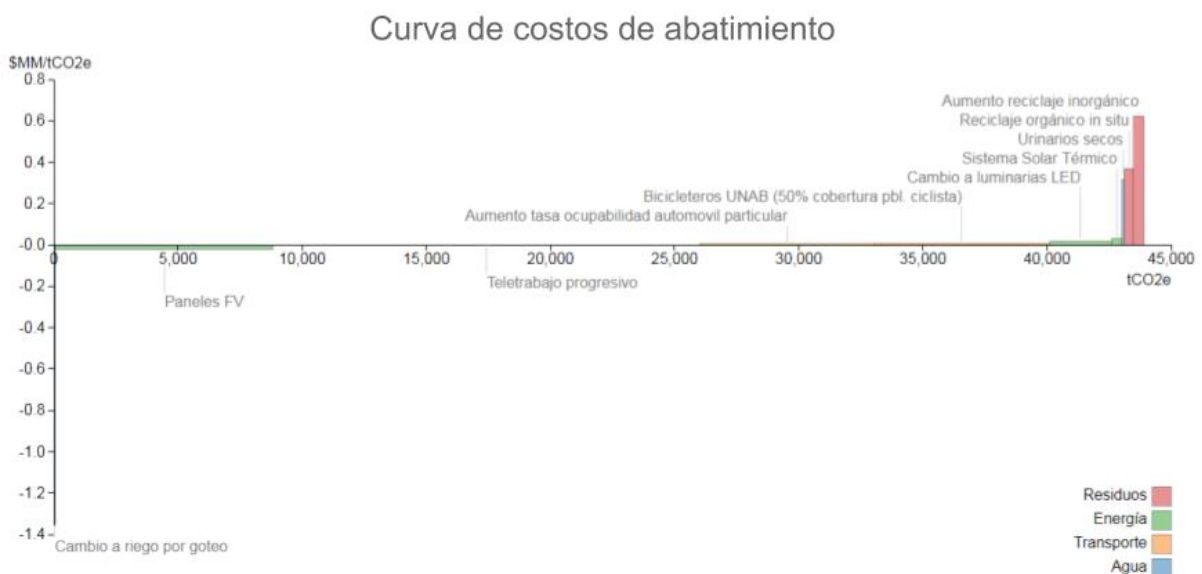
Medida 8: Cambio a luminarias LED²	
Descripción	Contempla el retiro de luminarias existentes, y su recambio por luminarias de tecnología LED, junto con la instalación de sistemas de control local como timers y sensores de movimiento en estacionamientos subterráneos, baños y otros recintos.
Costo total acumulado	\$39.825.135.-
Potencial de abatimiento	7.045,74 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$4.599 por tonelada

Medida 9: Instalación de Sistemas Solares Térmicos	
Descripción	Consiste en la instalación de Sistemas Solares Térmicos (SST - paneles solares y sistemas auxiliares) para la provisión de Agua Caliente Sanitaria (ACS) en todos los edificios que contengan duchas o cocinas de preparación de alimentos.
Costo total acumulado	\$39.825.135
Potencial de abatimiento	7.045,74 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$4.599 por tonelada

² Esta medida contempla sólo el campus Casona, según propuesta de empresa *Greenway*.

Medida 10: Instalación sistemas solares Fotovoltaicos	
Descripción	Consiste en la instalación de sistemas solares Fotovoltaicos (FV - paneles solares, inversores y conexiones eléctricas) para la generación de energía eléctrica en los techos de todos los edificios que cuenten con espacio suficiente, además de espacios residuales que requieran ser cubiertos, tales como estacionamientos en superficie. La cantidad de superficies de techo a cubrir son estimativas, en base a referentes de otras instituciones similares.
Costo total acumulado	\$39.825.135
Potencial de abatimiento	7.045,74 toneladas de CO ₂ -eq
Costo marginal de abatimiento	\$4.599 por tonelada

Cuando las iniciativas evaluadas son dispuestas de manera conjunta y ordenadas de manera creciente en función de su costo marginal de abatimiento se puede construir la **curva marginal de costos de abatimiento (MACC)**, por sus siglas en inglés). Esta curva permite identificar cuáles son las iniciativas que se deben priorizar para alcanzar las metas establecidas en los escenarios.



Las iniciativas tienen un potencial acumulado de abatimiento de 43.918 ton CO₂-eq. Dentro de estas, el cambio a riego por goteo y la instalación de paneles FV tienen un costo negativo, es decir, su ejecución produce ahorros económicos en vez de gastos, además de una reducción de emisiones de GEI. En el gráfico se puede ver también que la mitigación asociada al cambio a riego por goteo es significativamente menor en comparación al resto de las iniciativas.

4. Metas de mitigación

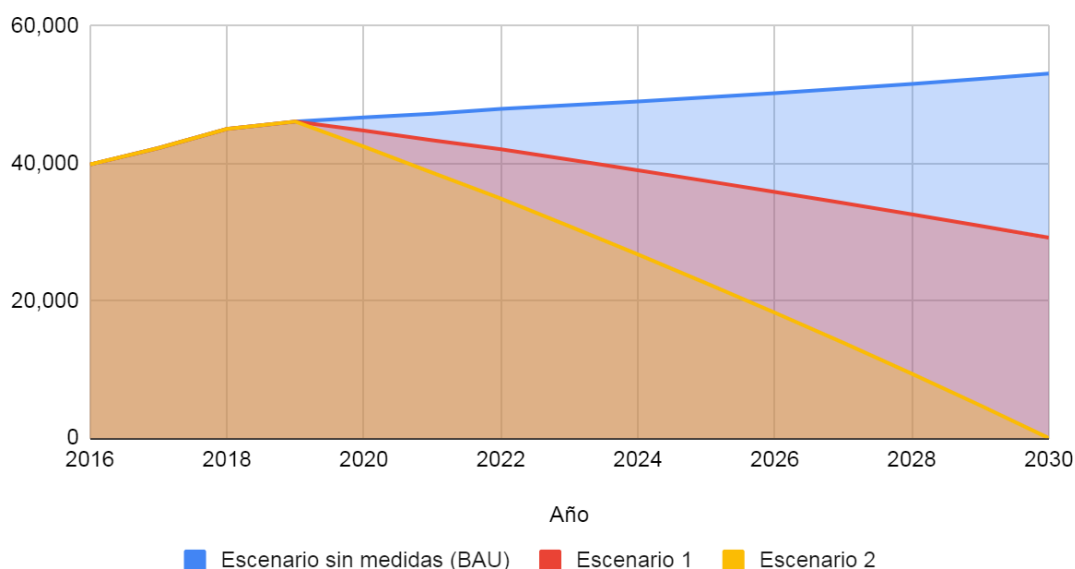
Para establecer una meta de mitigación de gases de efectos de invernadero en conjunto con su período de ejecución para la UNAB, se utilizan los siguientes referentes:

- En Chile, existe una meta de Carbono Neutralidad para el año 2050, establecida en la Propuesta de Contribución Determinada a Nivel Nacional de Chile, en el Contexto de la Actualización Requerida Conforme a la Decisión 1/CP21 del Acuerdo de París, en Octubre de 2019.³
- El IPCC, Panel Intergubernamental de expertos en Cambio Climático, afirma que para cumplir la meta del aumento de temperaturas globales de no más de 1,5°C; se deben disminuir las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) en un 45% para el año 2030.

En este contexto, se definieron los siguientes tres escenarios:

- Escenario 0: No se aplican medidas de mitigación. Las emisiones esperadas corresponden a las proyecciones descritas en la sección 1 de este reporte (línea base de emisiones proyectadas, o “BAU” por su sigla en inglés)
- Escenario 1: Para el 2030, alcanzar una emisión anual igual al 45% del esperado según el escenario BAU, proyectado de manera lineal. Esto corresponde a una meta de mitigación de 137.129 tCO₂-eq entre 2020 y 2030.
- Escenario 2: Para el año 2030, alcanzar una emisión anual igual a cero, proyectado de manera lineal. Esto corresponde a una meta de mitigación de 304.731 tCO₂-eq entre 2020 y 2030.

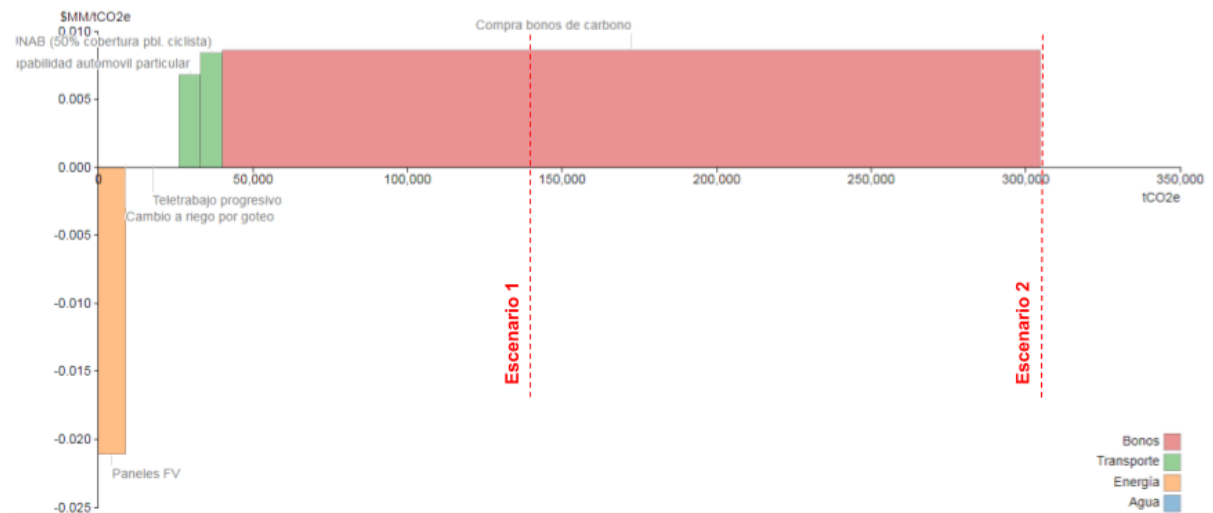
Escenarios de disminución de emisiones 2030 (ton CO₂eq)



³ Descargado desde https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/10/Propuesta_actualizacion_NDC_Chile_2019.pdf

Para cumplir con los objetivos de estos escenarios, se toman en cuenta la MACC representada en la sección anterior junto con la compra de bonos. Para esto, se considera que una iniciativa se ejecutará siempre y cuando su costo marginal de abatimiento sea más conveniente que comprar bonos de carbono. Para este análisis se considera un precio por bono de \$8.607 por tCO₂-eq, en base a revisión de otros referentes y mercados de acceso público. En el siguiente gráfico se indican las iniciativas que se deben llevar a cabo junto con la cantidad de bonos de carbono para cumplir los escenarios de mitigación.

Curva de costos de abatimiento con bonos de carbono



En la siguiente tabla se indica el potencial de abatimiento asociado a cada medida, junto con el gasto requerido para compra de bonos de carbono, en cada escenario.

Nombre	Costo marginal de abatimiento (CLP/tCO₂-eq)	Potencial de abatimiento (tCO₂-eq)	Abatimiento acumulado (tCO₂-eq)	VPN (MM CLP)
Cambio a riego por goteo	-1.351.360	73	73	-99
Paneles FV	-21.080	8.762	8.836	-184
Teletrabajo progresivo	0	17.194	26.030	0,0
Aumento tasa ocupabilidad automóvil particular	6.785	7.025	33.056	47
Bicicleteros UNAB (50% cobertura pobl. ciclista)	8.399	7.045	40.102	59
Compra bonos de carbono (Meta escenario 1)	8.607	97.027	137.129	835
Compra bonos de carbono (Meta escenario 2)	8.607	167.602	304.731	1.442

Para cumplir con la meta de mitigación del escenario 1, se deben ejecutar las medidas de i) cambio a riego por goteo, ii) instalación de PFV, iii) promoción progresiva del teletrabajo, iv) aumento de la tasa de ocupabilidad de automóviles particular y v) la instalación de nuevos bicicleteros, además de invertir un estimado de MM\$835 en bonos de carbono. Para alcanzar la meta del escenario 2, es necesario aumentar la cantidad invertida en bonos de carbono en MM\$1.422 alcanzando un total de MM\$ 2.277.-

5. Próximos pasos

Los próximos pasos a realizarse dentro del estudio de carbono neutralidad de la UNAB, son:

- I. Validar los escenarios propuestos en base a expectativas institucionales y literatura pertinente.
- II. Identificar otras medidas a evaluar mediante una encuesta a colaboradores de la UNAB.
- III. Ajustar indicadores de desempeño y costos asociados a las alternativas evaluadas.
- IV. Elaborar reporte con resultados finales, conclusiones y recomendaciones.

6. Anexos

Lista de medidas de mitigación a evaluar

Aqua

1. Medidores de agua
2. Urinarios secos
3. WCs de bajo consumo
4. Aireadores en llaves de agua
5. Cambio a riego por goteo

Transporte

6. Implementación de buses de acercamiento para campus con baja conectividad
7. Desincentivo al uso del automóvil particular, incluyendo:
 - Disminución de número de estacionamientos
 - Sistema de cobro para estacionamientos
8. Incentivo al uso de la bicicleta a través de:
 - Instalación de bicicleteros
 - Convenios con empresas externas de uso de bicicleta compartida (pendiente costo)
 - Incentivos económicos para el uso de bicicleta en colaboradores (pendiente costo)
 - Campañas de promoción al uso de bicicleta (pendiente costo)
9. Aumento de ocupabilidad del automóvil:
 - Convenios con plataformas para compartir auto (Allride u otro)
 - Campañas para compartir el auto alumnos y colaboradores
10. Disminución del número de viajes hacia los campus:
 - Teletrabajo

Energías Renovables

11. Sistemas Fotovoltaicos sobre cubiertas de edificios y estacionamientos
 - a. Con financiamiento mediante contrato "PPA"
 - b. Con financiamiento propio
12. Sistema Solar Térmico + Calderas de Condensación en duchas y cocinas
13. Turbina eólica en Concepción y Quintay

Eficiencia Energética

14. Cambio a luminarias LED, con timers y sensores de movimiento
15. Aislación térmica (ventanas, cañerías, sombreamientos, pintura techos)
16. Automatización de edificios con BMS (incl. gestión de demanda)
17. Ajuste de termostatos aire acondicionado
18. Bombas de calor para calefacción y refrigeración
19. Sistema de Gestión de Energía (incluye smart metering y campaña de comunicación)
20. Software de gestión de energía y agua
21. Calor y frío distrital, por campus (incl. recuperación de calor residual)
22. Certificación CES/LEED/NetZero de nuevos edificios

Adquisiciones

- 23. Compra proveedores sustentables/eficientes
- 24. Cambio de suministros desechables por productos no desechables
- 25. Compra energía renovable a distancia

Cultura

- 26. Campaña “Oficina Verde” y premio “edificio sustentable”
- 27. Campaña de sensibilización comunidad UNAB
- 28. Teletrabajo/ Horario Flexible

Absorción de Carbono

- 29. Regeneración de ecosistemas marinos
- 30. Recuperación de terrenos erosionados/desertificados, para agricultura regenerativa
- 31. Implementación proyectos de absorción de carbono según investigación UNAB

Residuos

- 32. Reducción de residuos totales generados
- 33. Reciclaje
- 34. Compost in situ