



**CONVENIO DE ASISTENCIA TECNOLÓGICA ENTRE LA SEDE ATLÁNTICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO Y CENTRAL PUERTO S.A.**

**Proyecto de cuantificación de pérdida de vegetación y rehabilitación de monte nativo en el
Parque Eólico “La Castellana”. Villarino, Provincia de Buenos Aires**

**Informe período 2020-2022
Propuesta de continuidad período 2022-2023**

**Dra. Silvia Torres Robles
Dr. Juan Manuel Zeberio
CEANPa-Sede Atlántica-UNRN**

Abril 2022

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrollara en el parque eólico “La Castellana”, del partido Villarino, provincia de Buenos Aires, localizado en la transición Monte-Espinal. En este parque se instalaron 32 aerogeneradores en un predio que cuenta con 1500 ha, de las cuales aproximadamente 300 ha contienen relictos de bosque nativo en buen estado de conservación, con categoría amarilla. En el marco de la Ley 26.331 se establece que las actividades antrópicas que afecten áreas categorizadas amarillas deben presentar un plan de manejo y rehabilitación del ecosistema afectado. La rehabilitación de ecosistemas lleva al establecimiento de un estado diferente al existente antes del disturbio que desencadenó la degradación y provee los lineamientos centrales que guiarán el análisis y la selección de las herramientas más adecuadas para la intervención en la reparación de ambientes dañados (Aronson et al. 1993). También se considera como una herramienta proactiva en cuanto a la conservación y el manejo de los recursos naturales, donde tienen una importancia relevante las teorías de la sucesión vegetal (Choi et al., 2008).

Durante el año 2018, en el marco del *Plan de Manejo Sostenible de Bosques Nativos del Parque Eólico La Castellana*, se realizó un relevamiento de la vegetación para conocer la estructura y composición de la zona categorizada como amarilla dentro del predio. Este relevamiento se realizó previo a la instalación de los aerogeneradores y sus resultados fueron insumo para la realización de acciones de rehabilitación en el Parque Eólico. En este sentido, se instalaron 26 núcleos de restauración con seis especies, las cuales resultaron ser las de mayor importancia. Con este proyecto se propuso: 1) Cuantificar el área de pérdida de caldenal por la instalación de los aerogeneradores en el predio “La Castellana”; 2) Evaluar la efectividad de la restauración realizada durante el año 2018; 3) Compensar la restauración realizada con nuevos ejemplares del caldenal mediante rehabilitación ecológica; 4) Desarrollar un plan de monitoreo de verificación de la restauración total del sitio.

Dado la imposibilidad de ejecutar el proyecto entre los meses de marzo y diciembre de 2020, debido al Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO), el presente informe corresponde al período comprendido entre los meses marzo de 2021 a marzo de 2022, período en el que se pudieron realizar las tareas programadas según la readecuación del cronograma de actividades. En el último punto se proponen las actividades a realizar durante el período 2022-2023. A continuación se describen las actividades realizadas.

1- Generación de cartografía y evaluación de pérdida de caldenal

Para evaluar la pérdida de vegetación natural por la construcción de caminos e instalación de los aerogeneradores en la zona amarilla, se generó un mapa de cobertura de la vegetación leñosa con imágenes satelitales LANSAT 8-OLI (resolución pixel 30m) para los años 2015 y 2022. En ambos mapas se clasificó la vegetación en dos categorías (vegetación semicerrada y cerrada). Además se calculó el porcentaje de pérdida de área mapeada para las dos categorías de vegetación desde el año 2015 al año 2022. Los mapas se generaron a partir de la información obtenida a campo con sitios con diferente cobertura leñosa dentro del predio y con sitios con vegetación leñosa del sudoeste bonaerense en trabajos previos del grupo de trabajo (Torres Robles *et al.*, 2015; Rodríguez *et al.*, 2021). El procesamiento de las imágenes, tanto para la adquisición, la corrección atmosférica, como para el proceso de clasificación, se llevó a cabo con el software Q-Gis versión 2.16.3 de uso libre (www.qgis.org).

El área categorizada como zona amarilla por la Ley 26.331 dentro del Parque Eólico La Castellana (Figura 1), presenta dos tipos de cobertura vegetal: 1) cobertura leñosa intermedia, vegetación con cobertura leñosa entre 25 y 60 %. Presenta dos estratos arbustivos, uno de más de 2 m de altura con dominancia de *Condalia microphylla* (piquillín) y el segundo estrato con dominancia de *Prosopidastrum globosum* (Figura 2). Las especies arbóreas *Prosopis caldenia* (caldén) (Figura 3) y *Prosopis flexuosa* (algarrobo dulce) aparecen con baja frecuencia (figura 3); 2) cobertura leñosa alta: definido por áreas dominadas por árboles (*P. caldenia*, *P. flexuosa*, *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Jodina rhombifolia* (sombra de toro) con cobertura mayor al 60%, y un estrato arbustivo cerrado con dominancia de piquillín, *Larrea divaricata* (jarilla) y *Aloysia gratissima* (cedrón del monte) (Figura 4).

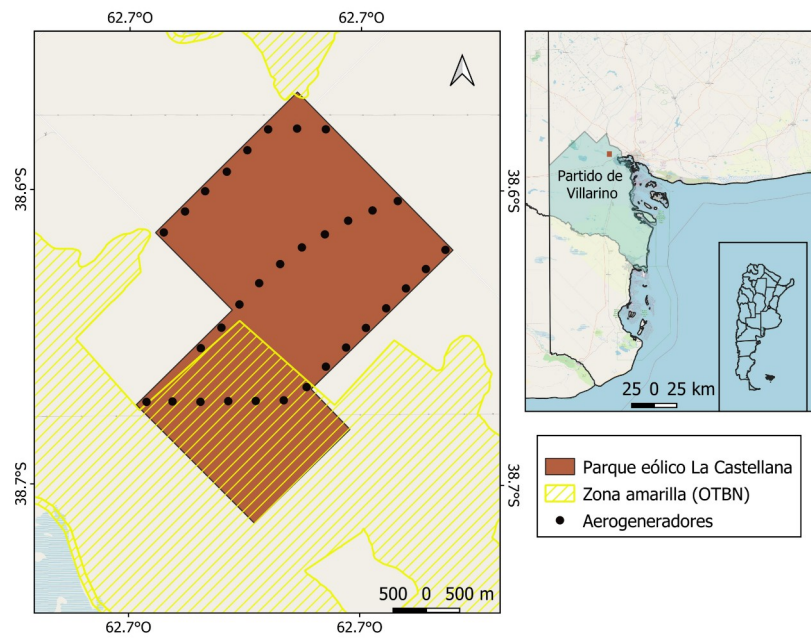


Figura 1. Área de instalación de aerogeneradores en zona amarilla dentro del predio del Parque Eólico “La Castellana”.

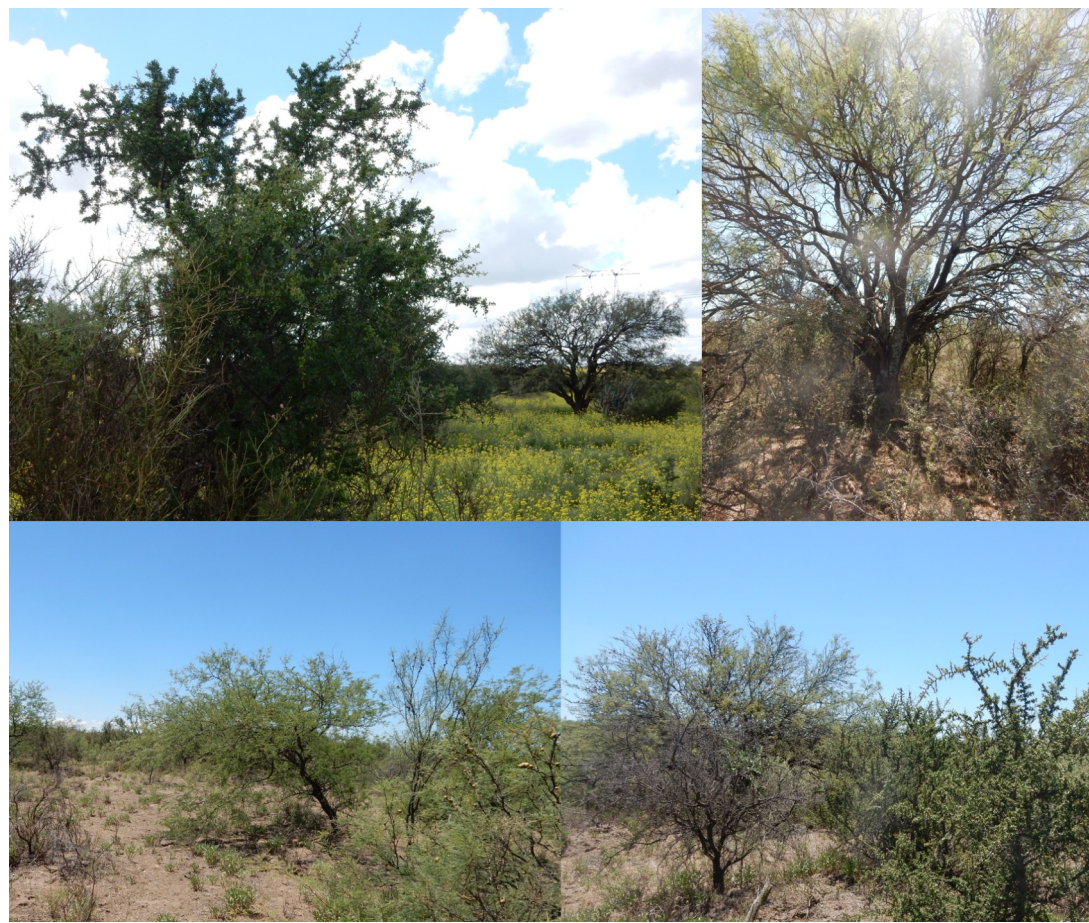


Figura 2. Vegetación semicerrada



Figura 3. Ejemplar grande de *Prosopis caldenia*



Figura 4. Vegetación cerrada con predominio de estrato arbóreo

Del análisis temporal de las imágenes satelitales en la zona amarilla del parque eólico se puede observar que la vegetación más afectada por la instalación de los aerogeneradores es la de vegetación semicerrada (Figura 5; Tabla 1).

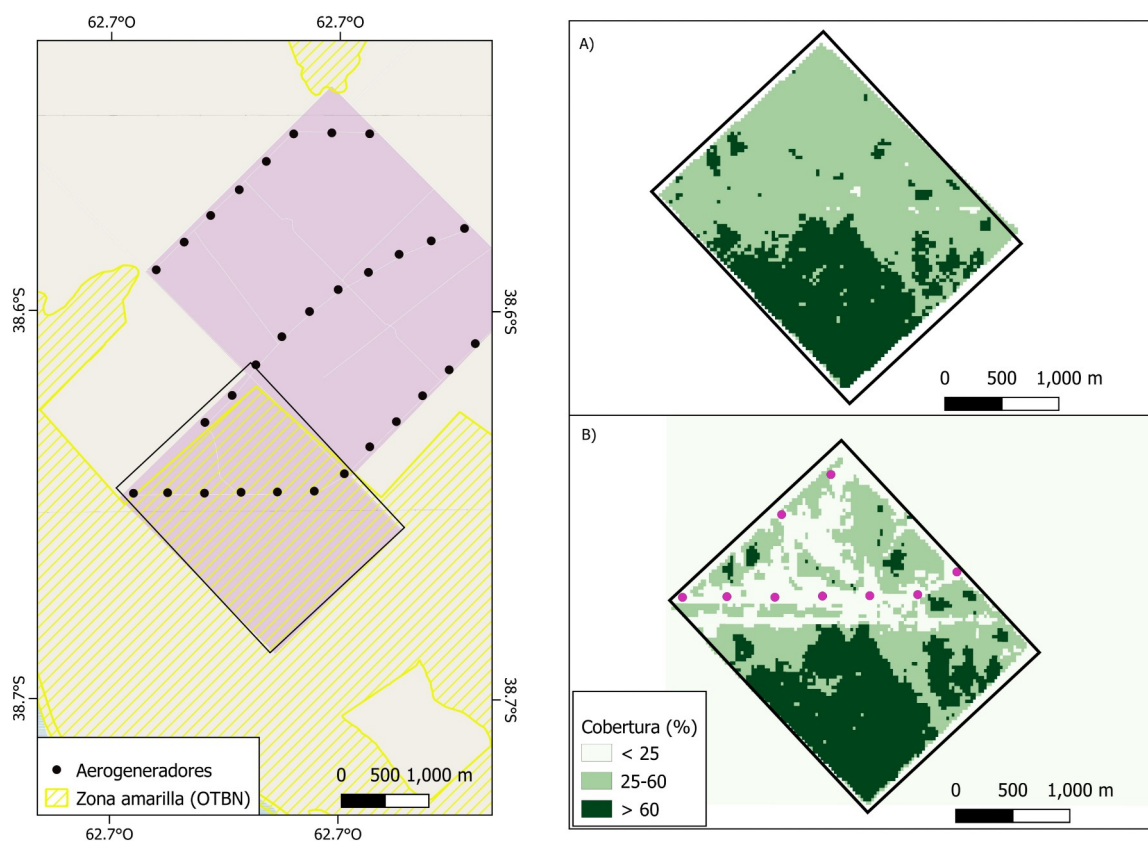


Figura 5. Cambio de cobertura de vegetación entre los años 2015 (A) y 2022 (B). < 25, Área degradada por la instalación de los aerogeneradores; 25-60, vegetación semicerrada, de cobertura entre 25 y 60 %; > 60, vegetación cerrada, de cobertura superior al 60 %.

Tabla 1. Superficie de pérdida de vegetación leñosa correspondiente a las categorías de cobertura (semicerrada, 45-60 % y cerrada, >60 %).

Cobertura de vegetación	Superficie perdida (ha)
Semicerrada	50,3
Cerrada	1,9

2- Evaluación de la efectividad de la restauración realizada durante el año 2018:

Dado que el parque eólico La Castellana está inserto en una matriz de bosque categorizada como amarilla, es que las acciones de restauración del bosque nativo de los alrededores de los aerogeneradores cobran importancia. En el año 2018 se instalaron 24 núcleos de restauración (Figura 6) en los que se incorporaron renovales de las especies leñosas más frecuentes en los relictos de bosque nativo.



Figura 6. Ubicación de los núcleos de restauración ecológica.

La supervivencia de plantines es alta (Figura 7) aunque todos los núcleos mostraron evidencia de pisoteo de ganado vacuno y equino (Figura 8), por lo que algunos se perdieron y otros rebrotaron. Las primeras etapas de establecimiento son clave para la supervivencia tardía de los individuos plantados por lo que es necesario realizar un control de la carga ganadera en el predio para asegurar el éxito de las tareas de restauración.

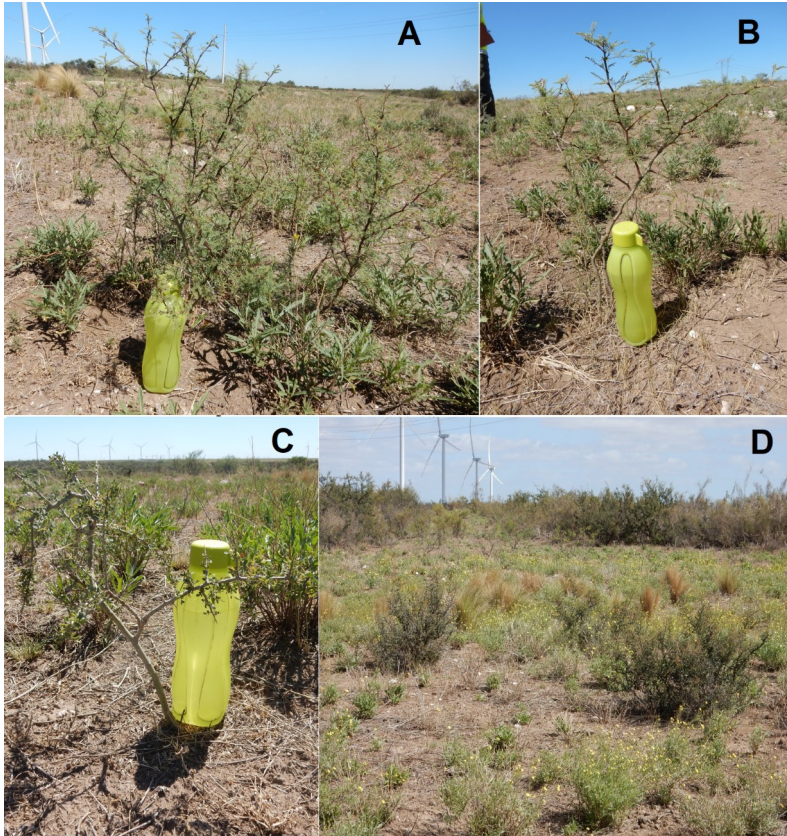


Figura 7. Individuos plantados en 2018. A, *P. caldenia*; B, *P. flexuosa*; C, *G. decorticans*; D, núcleo de restauración con individuos reclutados por sucesión secundaria.



Figura 8. Pastoreo vacuno en el núcleo de restauración. Se recuadra en rojo un ejemplar de caldén del mismo tamaño que el ejemplar de más atrás, perdido por el pisoteo.

Se prevé la siembra de plantines, que están actualmente en invernáculo, en la temporada otoño-invierno de 2022. Se transplantarán a campo con un cartucho protector anti herbivoría. Estos cartuchos pueden proteger del ramoneo de herbívoros silvestres pero no del pisoteo de las vacas y caballos que circulen en el predio. En este sentido se resalta la importancia de la instalación de clausuras al ganado vacuno y equino realizadas con cercos de alambre, por lo que también se incluye en el presupuesto el costo de materiales y mano de obra de instalación de las clausuras. distribuidos en los alrededores de nueve aerogeneradores.

3) Compensación de la restauración realizada con nuevos ejemplares del caldenal mediante rehabilitación ecológica

En febrero de 2020 se colectó material genético (semillas) de *Prosopis caldenia*. Se aplicaron tratamientos pregerminativos a esas semillas para la obtención de individuos en el invernáculo del CEANPa. Dado las condiciones de restricción de circulación por el ASPO, se perdió un gran número de plantines debido a que no se podía acceder a las instalaciones de la Sede Atlántica para poder regar y realizar actividades de mantenimiento de los plantines. Por dicho motivo el procedimiento de acondicionamiento de semillas y siembra de semillas para generación de plantines se volvió a realizar en la temporada otoño-invierno de 2021. Estos plantines estarán en condiciones de ser transplantados en el parque en la temporada otoño-invierno de 2022.

La recomposición del ecosistema se puede medir a través de la variación de distintas variables estructurales, como por ejemplo la densidad (nº de individuos por unidad de área). En este sentido la densidad de especies arbóreas y arbustivas a las que se debería aspirar para alcanzar una recuperación exitosa, debería estar en relación con la superficie perdida de vegetación natural. La superficie de cobertura de caldenal perdida como resultado de la instalación de los aerogeneradores (ítems 1 y 2) fue de 52,2 hectáreas en total. Considerando que para cada hectárea de caldenal perdida se estableció un multiplicador de 1,5 para determinar el número de individuos necesarios para recomponer la comunidad. Este multiplicador es considerado por la plasticidad de las especies usadas en restauración ecológica y la baja mortalidad de ejemplares trasplantados de las especies nativas consideradas. Según los datos relevados en el predio y alrededores, la densidad de especies arbóreas es de 25 ind/ha para *P. caldenia* y 15 in/ha para *P. flexuosa*. Los mayores valores de densidad de especies arbustivas se registraron para *Condalia microphylla* (45 ind/ha); *Prosopidastrum globosum* (27 ind/ha) y valores inferiores a 20 ind/ha: *Lycium chilense*, *Larrea divaricata*, *Ephedra triandra* y *Schinus johnstonii*. Con este criterio se presenta en la tabla 2 la cantidad de individuos necesarios para cumplir el

objetivo de restauración. Por otro lado, en este período se evaluó el efecto de los plantines establecidos en 2018 como “plantas nodrizas” en el reclutamiento de diásporas de las especies del caldenal en los núcleos de restauración. Las plantas nodrizas son aquellas que facilitan el crecimiento y desarrollo de ciertas especies de plantas, en este caso las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas del caldenal. Estas plantas son capaces de proporcionar ciertos recursos como puede ser humedad, sombra, protección frente a depredadores y así ayudar a que el ecosistema siga de forma natural con la sucesión ecológica. Los resultados indican que los núcleos que no sufrieron una importante pérdida por pisoteo del ganado reclutaron varios individuos de especies como *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *C. microphylla*, *G. decorticans*, *Berberis* sp. y *J. rombifolia*. En este sentido, se considera importante no sólo continuar con la producción de plantines sino también clausurar el ingreso del ganado vacuno a los núcleos de restauración para así propiciar las condiciones de reclutamiento de las especies nodrizas y por ende de restauración.

Tabla 2. Estimación de densidad de las principales especies para completar las acciones de restauración en el predio del parque eólico La Castellana.

Especie	Densidad en área degradada (ind/ha)	Cantidad de individuos necesarios para compensar el área perdida
<i>Prosopis caldenia</i>	25	1957
<i>Prosopis flexuosa</i>	15	1354
<i>Condalia microphylla</i>	45	4063
<i>Prosopidastrum globosum</i>	27	2438
<i>Lycium chilense</i> , <i>Larrea divaricata</i> , <i>Ephedra triandra</i> , <i>Schinus molle</i>	Menor a 20	Menor a 1806

4) Desarrollo de un plan de monitoreo de verificación de la restauración total del sitio.

Se prevé continuar con las actividades de restauración en el parque eólico La Castellana durante el período 2022-2023. En esta etapa de trabajo las acciones de restauración se centrarán en el cumplimiento de los siguientes objetivos: 1) producción de ejemplares de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas con la finalidad de incrementar la densidad de las diferentes especies así como también favorecer la sucesión ecológica. 2) Evaluar la restauración mediante indicadores de sustentabilidad sobre la base de relevamiento a campo de las características de las condiciones edáficas de los núcleos de restauración, regeneración de individuos y capacidad de reclutamiento

de diásporas de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas de los alrededores de los núcleos de restauración.

En cuanto a la producción de ejemplares, en este período se prevé acondicionar el invernáculo del Centro de Estudios Ambientales desde la Norpatagonia de la Universidad Nacional de Río Negro (CEANPa-UNRN). Para tal fin se incluye en el presupuesto el costo de elaboración de mesadas de tejido metálico y de nylon para ventanas laterales y chapa de polipropileno para las paredes y techo del invernáculo, este último material le dará mayor resistencia y durabilidad al invernáculo, por lo que garantizará la producción de plantines a corto y mediano plazo. El invernáculo también se utiliza para la producción de plantines para el jardín botánico de la Sede Atlántica de la UNRN, escuelas y público en general que lo visiten, por lo que este proyecto también contribuirá en forma indirecta con las acciones de educación ambiental que se desarrollan en el Jardín Botánico, con la finalidad de difundir la valoración y conservación de la flora del Monte y Espinal del sudoeste bonaerense y noreste rionegrino.

Es importante resaltar que los resultados obtenidos hasta el momento por las acciones de restauración en el parque eólico no sólo se enmarcan en lo previsto por la Ley 26.331, sino que también representan importantes avances en el entendimiento de los procesos de recuperación de ecosistemas áridos y semiáridos luego de un disturbio. A escala de paisaje, la restauración del caldenal en el parque, contribuye con la conectividad entre parches de vegetación leñosa, promoviendo la conservación de la biodiversidad, resguardando la oferta de hábitats para especies animales y asegurando la provisión de servicios ambientales. En este sentido, los integrantes que llevamos adelante el proyecto participamos de diferentes actividades vinculadas a la difusión de los resultados encontrados así como también en la generación de una línea de investigación y formación de recursos humanos en restauración de ecosistemas áridos y semiáridos. En febrero de 2020 junto a otros investigadores y becarios del CEANPa-UNRN, organizamos la jornada “Restauración Ecológica y Conservación de la Biodiversidad en ambientes áridos de la Patagonia”, en el marco de las “V Jornadas de cuidado del ambiente”. En ella participaron investigadores de la Universidad Nacional de Sur, Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional del Comahue, Sede Andina de la UNRN e INTA Bordenave y se expusieron los avances de los diferentes grupos de trabajo en la temática, entre ellos los encontrados con este proyecto. También se presentaron los avances del proyecto en el webinar denominado “Restauración de zonas áridas y semiáridas”, al que fuimos invitados el Dr. Juan Manuel Zeberio y la Dra. Silvia Torres Robles (https://www.youtube.com/watch?v=8PZlf_HZoFI&t=26s), organizado por el Centro de Sustentabilidad para Gobiernos Locales (CESUS). Además dos estudiantes de la carrera Licenciatura en Ciencias del Ambiente están realizando sus tesinas de grado en el marco

de este proyecto con los temas: “Rehabilitación ecológica del caldenal en un parque eólico del SO Bonaerense” y “Producción de plántines de *P. caldenia* para restaurar ambientes degradados. El efecto del sustrato y del envase en su calidad”.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Aronson, J., Floret, C., Floch, E., Ovalle, C. y Pontanier, R., 1993. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the South. *Restoration Ecology*. 1, 8–17.

Choi, P., Temperton, V., Allen, E., Grootjans, A., Hobbs, R.J., Naeth M.A. y Torok, K. 2008. Ecological restoration for future sustainability in a changing environment. *Ecoscience*. 15 (1) 53-64.

Rodríguez L. B., Torres Robles S. S., Arturi M. F., Zeberio J. M., Grand A. C. H., Gasparri N. I. 2021 a. Plant cover as an estimator of local and regional-level above-ground biomass in semiarid woody vegetation in NE Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Land* 13 (9): 918-933.

Torres Robles, S. S., M. Arturi, C. Contreras, G. Peter y J. M. Zeberio. 2015. Variaciones geográficas de la estructura y composición de la vegetación leñosa en el límite entre el espinal y el monte en el Noreste de la Patagonia (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 50 (2): 209-215. 2015;