

APOYO A GRUPOS DE RECIENTE FORMACIÓN CON TUTORES

Formulario de Postulación a Subsidios

CONVOCATORIA 2019 (DECRETO 2137/2018)>

1) IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Nom Proyecto

Diseño de un dispositivo de bajo costo para la medición de índice verde

Apellido y Nombre del Director

REDOLFI, Javier Andrés

Resumen del Proyecto.

En línea con el crecimiento de la población mundial, la demanda de producción de alimentos está en aumento [RMWF13] pero según la ONU entre el 20 y el 40% de la producción agrícola se pierde debido a pestes y enfermedades, a pesar de la utilización de 2 millones de toneladas de pesticidas [K+17]. La Agricultura de Precisión (AP) integra tecnologías como sistemas GIS, GPS, sensores y registros de imágenes para obtener información sobre el estado del cultivo. A diferencia del manejo tradicional (aplicar el mismo tratamiento a todo el campo), la AP permite manejar la variabilidad dentro de un campo aplicando un tratamiento selectivo dependiendo de las necesidades de cada sector [BBH+98]. Esto permite reducir la cantidad de producto aplicado y optimizar los rendimientos. Para esto es necesario que las máquinas estén dotadas con los sensores de medición, con los actuadores para aplicación variable y con los algoritmos capaces de generar la información para conectar a ambos.

En esta línea, una de los últimos desarrollos son los sistemas de aplicación dirigida de agroquímicos como WeedIt y WeedSeeker. Estos detectan las malezas vivas y aplican los herbicidas en forma automática. La detección se realiza usando el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI) [WH00]. Este índice mide la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación refleja. Las plantas absorben radiación solar en la región espectral de radiación fotosintética activa, pero la dispersan en la región espectral del infrarrojo cercano porque su energía no es suficiente para sintetizar las moléculas orgánicas. Una absorción en este punto sólo causaría un sobrecalentamiento de la planta. La vegetación aparece relativamente oscura en la región de radiación fotosintética activa y relativamente brillante en el infrarrojo cercano. [Gat80]

El índice se calcula como:

$$NDVI = (NIR - ROJO) / (NIR + ROJO)$$

en donde NIR es la intensidad de reflexión en la banda del infrarrojo cercano y ROJO es la intensidad de reflexión en la banda del rojo. Para una planta, el ROJO es casi cero porque es absorbido para la fotosíntesis y el nivel de infrarrojo cercano es alto; esto hace que el NDVI se acerque aproximadamente a 1.

Estos dispositivos miden el NDVI en cada pico de fumigación usando diodos emisores y receptores en estas bandas del espectro, luego con el índice obtenido toman una

educir los costos en herbicidas, reducir la resistencia a los herbicidas aplicando la cantidad adecuada y mejorar la sustentabilidad ambiental, entre otras. Entre las desventajas podemos decir que son muy costosos (aproximadamente u\$s 2000 por dispositivo) y que no se producen en nuestro país sino que son importados. Además utilizan sensores infrarrojos difíciles de conseguir en el mercado y de baja resolución espacial. Esto último hace que los mismos solo puedan detectar plantas vivas. Se plantea como hipótesis que con cámaras de bajo costo se puede lograr una mejor resolución espacial en la medición y la posterior detección de malezas. Además el uso de imágenes amplía el campo de aplicación. Por ejemplo, detectar el tipo de maleza para fumigar con distintos herbicidas o también poder discriminar entre cultivo y maleza. Por último, usando cámaras de bajo costo y computadoras de placas reducidas (SBC por sus siglas en inglés) como la Raspberry Pi se puede disminuir considerablemente el costo del dispositivo final, pero aumentando las prestaciones. El objetivo principal de este plan es diseñar un dispositivo de detección automática de malezas, a través de la medición de NDVI con una mejor resolución espacial que los

Palabras Claves

Visión Computadora : DetecciónDeMalezas : Agric. Precisión

Área Temática

Agronomía, veterinaria y forestal

Disciplinas Científicas

- 1: Tecnología Informática y de las Comunicaciones. -2: Ciencias de la Computación

Campo de Aplicación

Agroindustria

Título del Proyecto en Ingles

Design of a low-cost device for the measurement of green index

Abstract

In line with the growth of the world population, the demand for food production is increasing [RMWF13] but according to the ONU between 20 and 40% of agricultural production is lost due to pests and diseases, despite the use of 2 million tons of pesticides [K+17]. Precision Agriculture (AP) integrates technologies such as GIS, GPS, sensors and image registers to obtain information on the state of the crop. Unlike traditional management (applying the same treatment to the entire field), the AP allows managing the variability within a field by applying a selective treatment depending on the needs of each sector [BBH+98]. This allows reducing the amount of product applied and optimizing yields. For this it is necessary that the machines are equipped with the measurement sensors, with the actuators for variable application and with the algori

thms capable of generating the information to connect to both.

In this line, one of the latest developments are the systems for the targeted application of agrochemicals such as WeedIt and WeedSeeker. These detect live weeds and apply the herbicides automatically. Detection is performed using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) [WH00]. This index measures the intensity of the radiation of certain bands of the electromagnetic spectrum that the vegetation reflects. Plants absorb solar radiation in the spectral region of active photosynthetic radiation, but scatter it in the near-infrared spectral region because its energy is not sufficient to synthesize organic molecules. An absorption at this point would only cause the plant to overheat. The vegetation appears relatively dark in the region of active photosynthetic radiation and relatively bright in the near infrared. [Gat80]

The index is calculated as:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

where NIR is the intensity of reflection in the near infrared band and RED is the intensity of reflection in the red band. For a plant, RED is almost zero because it is absorbed for photosynthesis and the near infrared level is high; this causes the NDVI to approach approximately 1.

These devices measure the NDVI in each fumigation peak using emitting and receivers diodes in these bands of the spectrum, then with the obtained index they decide on the amount of agrochemical to apply. The use of these devices allows to reduce the costs in herbicides, reduce the resistance to the herbicides by applying the appropriate amount and improve environmental sustainability, among others. Among the disadvantages we can say that they are very expensive (approximately u\$s 2000 per device) and that they are not produced in our country. They also use infrared sensors that are difficult to obtain in the market and have low spatial resolution. The latter means that they can only detect live plants.

It is hypothesized that with lower cost cameras, a better spatial resolution can be achieved in the measurement and subsequent detection of weeds. In addition, the use of images extends the field of application. For example, detect the type of weed to fumigate with different herbicides or also discriminate between crop and weed. Finally, using low-cost cameras and single board computers (SBC) such as the Raspberry Pi can significantly lower the cost of the final device, but increasing benefits.

The main objective of this plan is to design an automatic weed detection device, through the measurement of NDVI with a better spatial resolution than the existing ones. It will also provide the possibility of developing other applications combining them with different visual recognition algorithms.

Key Words

Computer Vision : Weed Detection : PrecisionAgriculture

Lugar donde se desarrollará el Proyecto:

Organización:	/ Dependencia:	/ Domicilio:
Universidad Tecnológica Nacional	Facultad Regional San Francisco	Av. de la Universidad 5

Código Postal:	/ Localidad de la Provincia de Córdoba:	Departamento	Teléfono/interno
2400	San Francisco	San Justo	3564421147

Lugar donde se realizara el Trabajo de Campo - OPCIONAL (solo si corresponde)

Tipo:

Ubicacion:

Localidad de la Provincia de Córdoba:

Departamento:

2) DATOS DEL DIRECTOR DE PROYECTO

Apellido y Nombre del Director
REDOLFI, Javier Andrés

DNI
31385983

-
CUIL
20313859836

Domicilio Particular
Av. de la Universidad 501

Cod. Postal
2400

Localidad
San Francisco

Departamento
San Justo

Celular
351153086510

Telefono Laboral - Interno
3564421147 - 122

Mail
javierredolfi@gmail.com

Lugar de Trabajo
UTN FACULTADO REGIONAL SAN FRANCISCO -

Dependencia
GISAI

¿Es usted empleado público provincial o docente del sistema educativo provincial?

Nuevo
NO

Merito Equivalente
OTRA... - Categoría D UTN

Cargo en el que se Desempeña
Docente Investigador

3) DATOS DEL CO-DIRECTOR DE PROYECTO

Apellido y Nombre del Director	DNI	-	CUIL
FELISSIA, Sergio Francisco	17372325		20173723254

Domicilio Particular	Cod. Postal	Localidad	Departamento
Aristóbulo del Valle 234	2400	San Francisco	San Justo

Celular	Telefono Laboral - Interno	Mail
-		

Lugar de Trabajo	Dependencia
UTN FACULTADO REGIONAL SAN FRANCISCO -	

¿Es usted empleado público provincial o docente del sistema educativo provincial?

Nuevo
NO

Merito Equivalente	Cargo en el que se Desempeña
DOCENTE-INVESTIGADOR 5 -	Docente Titular

4) ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Introducción

Una de las últimas tecnologías del mercado agroindustrial son los sistemas de aplicación dirigida de agroquímico como WeedIt y WeedSeeker. Estos detectan malezas y aplican agroquímicos en forma automática permitiendo una pulverización inteligente aplicando solamente sobre las malezas vivas. Para esto usan un índice conocido como Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI) [WH00, Gat80]. Este se calcula como una relación entre la reflexión en la banda del infrarrojo cercano y la reflexión en la banda del rojo. En las plantas, el nivel de rojo es casi cero porque es absorbido para la fotosíntesis y el infrarrojo cercano es alto porque la planta lo refleja; esto hace que el NDVI se acerque a 1. Estos dispositivos miden el NDVI usando diodos emisores y receptores en estas bandas del espectro. Luego con el índice obtenido toman una decisión sobre la cantidad de agroquímico a aplicar permitiendo reducir los costos en herbicidas hasta un 90% y mejorar la sustentabilidad ambiental. Entre las desventajas podemos decir que son productos muy costosos y que no se producen en nuestro país. Además utilizan sensores infrarrojos difíciles de conseguir y de baja resolución espacial lo que

hace que solo puedan detectar plantas vivas (detectores de verde). Se plantea como hipótesis que con cámaras de bajo costo se puede lograr una mejor resolución espacial en la medición del NDVI y la posterior detección de malezas. Además el uso de cámaras nos amplía las posibilidades al poder aplicar diferentes algoritmos de reconocimiento visual. Por ejemplo detectar el tipo de maleza y la posibilidad de fumigar o no, o de fumigar con otro tipo de herbicida dependiendo del tipo de maleza; otra posibilidad aplicando CV es la de discriminar entre cultivo y malezas, para poder actuar en consecuencia. Por último, usando cámaras de bajo costo y computadoras de placas reducidas se puede disminuir el costo del dispositivo final, pero aumentando las prestaciones.

Objetivos Generales

Los objetivos generales de este plan son:

- * Contribuir a la línea de investigación prioritaria “Agricultura de precisión - Análisis computacional de datos agrícolas y uso de imágenes” definida en el PLAN ARGENTINA INNOVADORA 2020.
- * Contribuir con las siguientes áreas de vacancias definidas por el ministerio de ciencia y tecnología de la provincia de Córdoba: “integración de procesos de agregación de valor y calidad para la elaboración de alimentos”, con el “diseño de nuevos productos” y contribuir con la “investigación, análisis, desarrollo, diseño de pilotos y puesta a punto de procesos productivos y productos”.
- * Analizar las alternativas tecnológicas disponibles para la detección, y a partir de este estudio implementar soluciones de hardware y software.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de este plan son:

- * Diseñar un dispositivo de detección automática de malezas usando visión por computadora.
- * Realizar ensayos y pruebas en laboratorio sobre los prototipos de detección implementados.
- * Realizar ensayos y pruebas a campo con los prototipos de detección implementados.
- * Evaluar los resultados de las pruebas.
- * Informar a la industria sobre las distintas aplicaciones que se podrían desarrollar en un futuro cercano, utilizando los conocimientos adquiridos sobre los sistemas implementados y evaluados.
- * Exposición de ensayos, pruebas y resultados en congresos y eventos científicos. _ _ _

Materiales y Métodos

Como primer paso se realizará una recopilación de antecedentes, revisión bibliográfica y estado del arte sobre la fumigación selectiva, métodos para realizar la medición de NDVI, los sensores utilizados, los equipos disponibles en el mercado y los prototipos de investigación desarrollados por otros grupos de investigación. Esta recopilación de información se hará en revistas y/o conferencias sobre la temática, pero también se buscará información en las páginas de los principales fabricantes de estos tipos de dispositivos.

Con la información obtenida se plantearán los modelos teóricos necesarios para la medición del NDVI. En base a esto se seleccionará el sensor (cámara) que mejor se adapte. Para esto último se tendrá en cuenta el costo, la disponibilidad en el mercado y factores intrínsecos como tamaño, interfaz, posibilidad de cambio de lentes, campo de visión, tasa de refresco, etc.

Luego de esto se implementará un prototipo de laboratorio conectado a una PC de escritorio. Sobre la misma se desarrollará el software de adquisición de datos desde los sensores y se realizarán las primeras pruebas de laboratorio. El software será realizado en lenguaje python, el cual tiene la ventaja de ser multiplataforma, esto significa que puede correr sobre muchos tipos de hardware y sistemas operativos. Además se utilizarán las siguientes librerías de código abierto: OpenCV, numpy y matplotlib. Para las pruebas de laboratorio se capturarán imágenes de plantas que se encuentren en macetas y también se llevará el montaje a un ambiente exterior para capturar las imágenes de las plantas.

Estos resultados serán analizados y en base a esto se discutirán e implementarán cambios o mejoras tanto en el hardware como en el software.

Después del diseño del primer prototipo y su evaluación en condiciones de laboratorio, se realizará un prototipo final sobre una SBC (Raspberry Pi). Con este prototipo se procederá a realizar pruebas de laboratorio y en ambientes exteriores. Por último se realizarán experimentos en condiciones de campo.

En paralelo a esto se confeccionarán informes documentando en detalle todas las tareas realizadas, los prototipos de hardware, el diseño del software, los experimentos y el análisis de los resultados obtenidos. Además se publicarán los resultados obtenidos en congresos nacionales como el Congreso de AgroInformática y en revistas de la materia y

Resultados Esperados

Los dispositivos de aplicación selectiva de agroquímicos disponibles en el mercado utilizan sensores infrarrojos difíciles de conseguir en el mercado y de baja resolución espacial. Esta baja resolución hace que los mismos solo puedan detectar plantas vivas, pero no permiten discriminar el tipo de planta, por lo que normalmente se los conoce como detectores de verde. Además el sistema completo tiene un costo muy alto (aproximadamente u\$s 2000 por dispositivo) y la principal razón de esto es que son importados. Con el uso de cámaras de bajo costo, fácilmente disponibles en el mercado se puede lograr una mejor resolución espacial en la medición del NDVI y la posterior detección de malezas. Además el uso de imágenes obtenidas con cámaras nos amplía las posibilidades de aplicaciones al poder aplicar diferentes algoritmos de reconocimiento visual. Por ejemplo nos brinda la posibilidad de detectar el tipo de maleza y la posibilidad de fumigar o no, o de fumigar con otro tipo de herbicida dependiendo del tipo de maleza; otra posibilidad aplicando algoritmos de visión por computadora es la de poder discriminar entre cultivo y malezas, para poder actuar en consecuencia. Por último, usando cámaras de bajo costo y computadoras de placas reducidas (SBC por sus siglas en inglés) como la Raspberry Pi se puede disminuir considerablemente el costo del dispositivo final, pero aumentando las prestaciones.

Se espera con este proyecto obtener un dispositivo capaz de detectar malezas a través de la medición de NDVI con una mejor resolución espacial que los existentes. Además brindará la posibilidad del desarrollo de otras aplicaciones al poder combinarse con diferentes algoritmos de reconocimiento visual. Por ejemplo detectar el tipo de maleza o discriminar entre cultivo y malezas, para poder actuar en consecuencia. El dispositivo estará conformado por componentes de bajo costo, pero con mayores prestaciones que los existentes.

El uso de estos dispositivos permiten reducir los costos en herbicidas hasta un 90%, reducir la resistencia a los herbicidas aplicando el producto adecuado en la cantidad adecuada y mejorar la sustentabilidad ambiental por el uso de una menor cantidad de agroquímicos entre otras.

Importancia del Proyecto

Desde el lado académico, este proyecto será llevado a cabo en la Facultad Regional San Francisco de la UTN. Esta regional, en general está empezando a dar sus primeros pasos en el área de Investigación y Desarrollo y más aún en esta área temática. Un proyecto de este tipo involucraría a 3 de las 4 ingenierías que se dictan en la misma (Electrónica, Electromecánica y Sistemas de Información) y a la Licenciatura en Administración Rural que también se dicta en la misma; y sería una ayuda muy grande para fomentar la investigación y desarrollo en di

chas disciplinas. También ayudaría con la formación de recursos humanos, principalmente alumnos que se integrarían al desarrollo del mismo, los cuales se espera que a futuro opten por el camino de la investigación. Otro factor importante es la creación de lazos entre esta facultad y la institución en donde desarrolla su actividad el tutor (Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería de la Facultad Regional Córdoba de la UTN). Por último permitirá dotar a la institución beneficiaria de equipamiento que servirá para la conclusión de este proyecto y de proyectos futuros.

Desde el lado de la industria el conocimiento o el prototipo generado puede ser fácilmente transferible a las empresas de implementos agrícolas no solo de la provincia de Córdoba, sino también de otras provincias que practican la agricultura intensiva como Santa Fe, Buenos Aires o La Pampa, entre otras.

Desde el punto de vista ambiental, es conocido que el control de malezas, en los distintos momentos del cultivo se realiza sin considerar los puntos donde efectivamente se encuentran las plantas no deseadas, aplicando los herbicidas en todo el lote considerado. Resulta claro que si pudiéramos aplicar la detección de malezas en las pulverizaciones de agroquímicos y aplicar solo en los lugares donde se encuentran, redundaría en un ahorro de la cantidad de agroquímico utilizado con el consiguiente ahorro económico. Pero mucho más importante es el beneficio al medio ambiente que conlleva la reducción en la aplicación de sustancias que, como sabemos, tienen efectos nocivos para la vida de las especies vegetales, animales, incluido el hombre y el ecosistema en que se desarrollan. De tal modo, que el proyecto que pretendemos llevar adelante, resultará en una vía para mitigar los problemas de la agricultura a gran escala y hacer más sustentable esta actividad económica.

Facilidades Disponibles

El plan propuesto no necesita de grandes recursos de infraestructura y equipamientos. Para el desarrollo de los modelos teóricos se necesita acceso a bibliografía sobre la temática, específicamente a revistas internacionales en las cuales se publican las últimas novedades.

Con respecto el desarrollo experimental, para el diseño del prototipo se necesitan un par de cámaras y una computadora del tipo Raspberry Pi.

En el lugar de trabajo propuesto se cuenta con acceso a las principales revistas internacionales y se cuenta con varias estaciones de trabajo para el desarrollo teórico y experimental. Además hay disponibilidad de Raspberry Pi y de cámaras. También existe una estrecha relación con el Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería (CIII) de la Facultad Regional Córdoba de la UTN en donde existe una estación de trabajo disponible y contacto con otros investigadores en el área de trabajo propuesta.

Bibliografía

[Ara16] "Detección de Objetos Usando Visión para Aplicaciones Industriales". PID UTN código UTI3923.CIII, UTN - FRC (Director) Dr. Araguás, Gastón. 2016/19.

[BBH+98] B Brisco et al. Precision agriculture and the role of remote sensing: a review. Canadian Journal of Remote Sensing, 1998.

[BMB+18] Busano, Facundo; Miretti, Marco; Bernardi, Emanuel; Pipino, Hugo; Peretti, Gastón. Aplicación del Procesamiento de Imágenes en la Caracterización y Clasificación de Áreas Agrícolas. CyTAL 2018, Facultad Regional Villa María. 2018.

[CPP+17] Costamagna, M., Panero, J., Peretti, G., Felissia et al. Detección en tiempo real de malezas a través de técnicas de visión artificial. WICC, Buenos Aires, 2017.

[Fel16] "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN EN TIEMPO REAL DE MALEZAS SOBRE BARBECHO EN CULTIVOS DE SOJA". PID UTN código EIUTNSF0004075, UTN - Facultad Regional San Francisco (Director) Ing. Felissia, Sergio. 2017/19.

[Gat80] Gates, David M. (1980) Biophysical Ecology, Springer-Verlag, New York.

[K+17] Anthony King et al. The future of agriculture. Nature, 2017.

[MBP+17] Miretti Marco, Bernardi Emanuel, Pipino Hugo, Peretti Gastón et al. Visión artificial aplicada al control de malezas en tiempo real. uEA, 2017.

[MBB+18] Miretti, Marco; Busano, Facundo; Bernardi, Emanuel; Pipino, Hugo; Peretti, Gastón. Estimación Híbrida de Posición Angular en Dispositivo

5.a Montaje de esquema evaluación en laboratorio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.b Pruebas y ensayos en laboratorio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.c Montaje de esquema evaluación en campo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.d Pruebas y ensayos en campo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Documentación y divulgación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.a Documentación diseño y resultados obtenidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.b Divulgación en congresos y revistas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Plan de Actividades y Cronograma

Actividad	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
1. Planificación Inicial	-	-	-	-	-	-
1.a. Especificaciones del Proyecto	-	-	-	-	-	-
1.b Definición de Objetivos	-	-	-	-	-	-
1.c Definición de Actividades y Recursos	-	-	-	-	-	-
2. Recopilación de Información	-	-	-	-	-	-
2.a Revisión sobre aplicaciones y transferencias	-	-	-	-	-	-
2.b Metodologías y dispositivos de detección.	-	-	-	-	-	-
3. Desarrollo de la Propuesta	-	-	-	-	-	-

3.a Estudio de las prop. ópticas de las malezas	-	-	-	-	-	-
3.b Estudio de métodos de detección con cámaras	-	-	-	-	-	-
3.c Selección del hardware a utilizar	-	-	-	-	-	-
3.d Definición de los trabajos experimentales	-	-	-	-	-	-
4. Implementación	-	-	-	-	-	-
4.a Montaje de la estructura de hardware adoptada	-	-	-	-	-	-
4.b Desarrollo del software de procesamiento	-	-	-	-	-	-
5. Evaluación	X	X	X	X	-	-
5.a Montaje de esquema evaluación en laboratorio	X	X	-	-	-	-
5.b Pruebas y ensayos en laboratorio	-	-	X	-	-	-
5.c Montaje de esquema evaluación en campo	-	-	X	X	-	-
5.d Pruebas y ensayos en campo	-	-	-	X	-	-
Documentación y divulgación	-	-	-	X	X	X
6.a Documentación diseño y resultados obtenidos	-	-	-	X	X	-
6.b Divulgación en congresos y revistas	-	-	-	-	X	X

Presupuesto

Rubro	Detalle	Monto
Insumos varios	Tóner de la impresora, elementos de oficina, informáticos, papelería, etc.	8000
Equipamiento	Cámaras	10000
Viajes y viáticos	Asistencia a congresos, dictado de seminarios	20000
Equipamiento	Raspberri Py	7000

Total (El monto total deberá ajustarse al monto del financiamiento solicitado: \$45.000)

45000

Justificación del Presupuesto

elementos de oficina, informáticos, papetería, etc. En el rubro viajes y viáticos se prevé la difusión de los resultados en congresos nacionales de la temática y se plantea la posibilidad de dar seminarios. En cuanto al rubro Equipamiento, el monto solicitado se empleará para la compra de las Raspberry Pi con su kit (fuente, memoria, etc.) y las cámaras necesarias para la implementación del dispositivo.

Datos de Integrantes

Firma	Integrante	Funcion	Hs Semana	Instit.
-	REDOLFI, Javier Andrés (DNI: 31385983)	DIRECTOR	20	UTN FACULTADO REGIONAL SAN FRANCISCO
-	FELISSIA, Sergio Francisco (DNI: 17372325)	CO-DIRECTOR	20	UTN FACULTADO REGIONAL SAN FRANCISCO
-	ARAGUÁS, ROBERTO GASTÓN (DNI: 22744699)	TUTOR	10	UTN FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA
-	PERETTI, Gastón Carlos (DNI: 23909248)	Investigador	10	UTN FACULTADO REGIONAL SAN FRANCISCO
-	BERNARDI, Emanuel (DNI: 32221387)	Becario Doctoral	10	UTN FACULTADO REGIONAL SAN FRANCISCO
-	Dovis, Emmanuel Mario (DNI: 32802476)	Investigador	10	UTN FACULTADO REGIONAL SAN FRANCISCO
-	MUSSO, Daniel José (DNI: 17372021)	Investigador	10	UTN FACULTADO REGIONAL SAN FRANCISCO

5) DATOS DEL TUTOR DE PROYECTO

Apellido y Nombre del Tutor	DNI	-	CUIL
ARAGUÁS, ROBERTO GASTÓN	22744699		20227446995

Domicilio Particular	Cod. Postal	Localidad	Departamento
Av. los naranjos 420	5187	Anisacate	Santa María

Celular	Telefono Laboral - Interno	Mail
351155928800	3515986044 - 1441	garaguas@frc.utn.edu.ar

¿Es usted empleado público provincial o docente del sistema educativo provincial?

NO

Merito Equivalente

DOCENTE-INVESTIGADOR 3 -

Cargo en el que se Desempeña

Docente Asociado

Versión 1.0

