

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA Y EXPERIENCIAS EN PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN”**

GIOVANNA SÁNCHEZ CELIS

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRICOLA**

LIMA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA Y EXPERIENCIAS EN PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERA AGRÍCOLA**

Presentado por:

BACH. GIOVANNA SÁNCHEZ CELIS

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Arq. VÍCTOR FILIBERTO AGUILAR VIDANGOS
Presidente

Mg. Sc. ROSA MARÍA MIGLIO TOLEDO
Asesor

Mg. Sc. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
Miembro

Mestre JORGE LUIS DÍAZ RIMARACHIN
Miembro

LIMA – PERÚ
2020

*Dedico este trabajo a mi gran compañero de vida,
Pedro Jayo. Por su apoyo incondicional, en cada
intento de alcanzar esta meta.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cada logro alcanzado hasta ahora y por haber puesto en mi camino personas maravillosas que han contribuido en mi formación personal y profesional.

A Pedro, mi apoyo incondicional y fortaleza. Compañero de sueños y aventuras desde nuestra época universitaria. Agradezco su paciencia en los momentos de desesperación y aliento cuando pensaba en desistir.

A mi madrina, Rosa Chávez y a mi mamá, Esperanza Celis; quienes me recordaban constantemente que había algo pendiente y me motivaron a concluir esta etapa.

A Moisés por los momentos divertidos que, aunque no lo sepa, ayudaban a hacer una pausa y retomar el trabajo con un mejor enfoque.

A mi asesora, Mg.Sc. Rosa Miglio, por mantener el ánimo, amabilidad y buena disposición para atender todas las consultas incluso los fines de semana.

Al Dr. José Calle, por sus enseñanzas en el área de gestión y confianza en mi persona para iniciar juntos el trabajo en la Unidad de Investigación.

A mis amigos Natalia, Rocío, Sandrita y Eduardo por su amistad, orientación y consejos. Además de motivarme siempre a seguir creciendo profesionalmente.

A mis grandes amigas Grace y Blanca, por las amanecidas juntas y control del estrés hasta la culminación de este trabajo.

INDICE

PRESENTACIÓN	1
I. INTRODUCCIÓN	4
II. GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1 ASPECTOS GENERALES	8
2.2 ESTUDIO DE CASO: CREACIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA-UNALM	10
2.2.1 CONTEXTO INSTITUCIONAL	10
2.2.2 OBJETIVOS	11
2.2.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO	12
2.2.4 RESULTADOS O LOGROS RELACIONADOS A LA GESTIÓN	32
2.2.5 CONCLUSIONES	34
III. EXPERIENCIAS EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	35
3.1 ASPECTOS GENERALES	35
3.2 ESTUDIO DE CASO: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN LA LÍNEA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO HUMEDALES ..	36
3.2.1 CONTEXTO INSTITUCIONAL	36
3.2.2 OBJETIVOS	38
3.2.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO	38
3.2.4 RESULTADOS O LOGROS VINCULADOS AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	50
3.2.5 CONCLUSIONES	51
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
VI. ANEXOS	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Situaciones problemáticas identificadas desde la Unidad de Investigación.....	15
Tabla 2: Líneas de investigación actualizadas luego de una autoevaluación interna.....	18
Tabla 3: Círculos de investigación de la facultad de Ingeniería Agrícola.....	25
Tabla 4: Grupos de investigación consolidados en la facultad de Ingeniería Agrícola.....	26
Tabla 5: Porcentaje de docentes de la facultad registrados en CTI-Vitae (antes DINA)	29
Tabla 6: Docentes de la FIA calificados en el RENACYT a la fecha.....	29
Tabla 7: Actividad de las líneas de investigación.....	33
Tabla 8: Proyectos desarrollados como co-investigadora	39
Tabla 9: Características de los humedales en las dos líneas de tratamineto.....	42
Tabla 10: Situaciones problemáticas identificadas.....	43
Tabla 11: Parámetros de caracterización de aguas analizados en los sistemas de colecta evaluados por el equipo GESAD.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Razones por la que los centros de investigación no realizaron proyectos de I+D durante el 2014 - 2015	9
Figura 2. Organigrama del Vicerrectorado de Investigación	10
Figura 3. Organigrama de las Facultades de la UNALM	11
Figura 4. Actividades de apoyo en gestión de la investigación a los miembros de la Facultad de Ingeniería Agrícola	13
Figura 5. Visita del responsable técnico de CONCYTEC para verificación de instalaciones en el marco de la Ley 30309. (a) Área de Topografía y Geomática (b) Reservoirios y bombas en el área de riego tecnificado del campus (c) Laboratorio de Recursos Hídricos (d) Laboratorio de Riegos.....	21
Figura 6. Secciones de la plataforma RITTA-UNALM en modo usuario	22
Figura 7. Representación esquemática de los elementos de un proceso	23
Figura 8. Capacitación dirigida a docentes en la sala de la BAN.....	27
Figura 9. Áreas de investigación del Centro de Investigación Extensión e en Riegos (CIER-FIA)	28
Figura 10. Plataforma inicial con secciones diferenciadas por actores involucrados.....	40
Figura 11. Esquema de distribución de la PTAR UNALM antes del inicio de proyecto.....	41
Figura 12. Esquema de distribución de la PTAR piloto de la UFSC construida en el marco del proyecto	41
Figura 13. Remoción de Nitrógeno y Fósforo por el tejido foliar en un humedal vertical con fondo saturado	45
Figura 14. Remoción de Nitrógeno y Fósforo por el tejido foliar en un humedal vertical de flujo libre	46
Figura 15. Remoción de nitrógeno y fósforo por el tejido foliar en un humedal de flujo horizontal	46
Figura 16. Planta piloto de tratamiento de la Universidad Federal de Santa Catarina	47
Figura 17. Panel de operación y control de bombas con timmer	48
Figura 18. Colecta de muestras en el sistema del Barrio Agronómica con más de 10 años de operación.....	48
Figura 19. Identificación de problema de comatación en un humedal de flujo vertical.....	49

Figura 20. Humedal instalado en un condominio residencial con funcionamiento por cuadrantes alternados.....	49
---	----

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se centra en la descripción de las actividades profesionales realizadas como egresada de la facultad de Ingeniería Agrícola (FIA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), desempeñando los roles de gestor de investigación e investigador en proyectos en la línea de Saneamiento, resaltando la importancia de este campo de acción por el aporte en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Las funciones de un gestor de investigación se pueden orientar a diversas áreas de estudio; sin embargo, para asumir el cargo de Investigador Agrario de la Facultad de Ingeniería Agrícola, se requería tener conocimientos de los diferentes campos temáticos de la carrera. Este cargo fue ejercido por mi persona durante tres años y once meses, iniciando con la creación de la Unidad de Investigación de la FIA-UNALM en el año 2016.

Como gestor de investigación en la FIA, el conocimiento adquirido durante los cinco años de carrera fue ampliamente valorado para el cumplimiento de las funciones del cargo, principalmente en la búsqueda y difusión de convocatorias para financiamiento de proyectos en las líneas de investigación de la facultad; apoyo en la gestión y elaboración de proyectos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i), y coordinación de actividades que involucren el fortalecimiento de capacidades de docentes, estudiantes y equipos de investigación (grupos, círculos, centros e institutos). Para ello, se pusieron en práctica aspectos aprendidos en la carrera, como planificación para el desarrollo de políticas (en este caso por parte del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación - SINACYT); adicionalmente, se aplicaron los conceptos de gestión abordados en cursos como Administración General, Planeamiento Estratégico y Proyectos de Inversión; los cuales también continúan siendo aplicados en mi labor como coordinadora de I+D+i en el Centro de Innovación del Cacao.

Por otro lado, desde hace varios años, he podido también orientar mis actividades a la investigación propiamente dicha; principalmente en el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante sistemas de humedales; desde los primeros años como egresada participando en proyectos de investigación y extensión con fondos nacionales e internacionales, cumpliendo diferentes cargos como asistente de investigación, investigador colaborador y actualmente co-investigadora. En estos proyectos se ponen en práctica aspectos y consideraciones para el diseño y monitoreo de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas como: análisis fisicoquímicos y microbiológicos, selección de materiales de construcción y relleno como medio filtrante, selección de plantas, definición de la carga orgánica e hidráulica, entre otros; aplicando los conocimientos adquiridos en los cursos de Materiales de Construcción, Mecánica de Suelos, Hidráulica, Fundamentos de Suelos y Plantas, Ingeniería del Agua y Medioambiente y Saneamiento.

En el periodo 2014 a 2016 he podido integrar el Grupo de Estudio en Saneamiento Descentralizado de la Universidad Federal de Santa Catarina en Brasil y desde el año 2016 a la fecha, formo parte del Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento Sostenible de la UNALM. Por ello, en el presente trabajo se hace mención a tres proyectos ejecutados durante este periodo, vinculados a la temática de agua y saneamiento, teniendo como propuesta innovadora la combinación de líneas de tratamiento conformadas por un pretratamiento seguido de diferentes sistemas de humedales construidos. Estos sistemas son reconocidos mundialmente por su eficiencia en el tratamiento; sin embargo, en Latinoamérica, aún no se establecen criterios de diseño para las condiciones específicas de cada región, los mismos que permitan incluirlos dentro de las Normas Nacionales de Saneamiento.

En estos proyectos de investigación, se ponen en práctica aspectos y consideraciones para el diseño y monitoreo de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, parámetros de caracterización y técnicas de muestreo. La construcción de estos sistemas implica la selección de un correcto material en función a la disponibilidad de materiales de la zona o al presupuesto, siempre que se garantice la impermeabilización. Por otra parte, la elección del material de relleno en función a la granulometría, este ensayo se pudo aprender en cursos como materiales de construcción y mecánica de suelos. Para el correcto funcionamiento de sistemas se debe tomar en cuenta cálculos hidráulicos, selección de

bombas y válvulas adecuadas e identificación de problemas operacionales en la automatización relacionados al tablero eléctrico.

Así también, ha sido evidente que tanto como gestor e investigador, es de suma importancia el conocimiento de herramientas estadísticas que sirvan para evaluar la información colectada, logrando revelar la tendencia y evolución de las actividades de investigación en el tiempo; así como la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que se están evaluando hasta la fecha. De forma general, se puede identificar que las competencias adquiridas a lo largo de la carrera han contribuido en el desarrollo y fortalecimiento profesional, así como el de las instituciones donde se ha laborado. Las competencias del gestor de investigación y del investigador no son necesariamente las mismas; sin embargo, se pueden complementar para una adecuada ejecución de proyectos.

Este documento ha sido desarrollado en dos capítulos, en los cuales se presenta un estudio de caso desde Gestión de la Investigación y otro enfocado en la investigación propiamente dicha, con las Experiencias en Proyectos de Investigación. En el capítulo 1, se presenta como estudio de caso, la creación de una oficina encargada de integrar las actividades de investigación de la FIA-UNALM, la Unidad de Investigación; destacando el aporte como profesional frente a situaciones problemáticas presentadas, las competencias adquiridas como egresada y el logro o resultado favorable para la institución. El capítulo 2, se compone de experiencias en proyectos de investigación, vinculados principalmente al tratamiento de aguas residuales mediante humedales construidos. Asimismo, en estos proyectos se demuestra la aplicación del conocimiento adquirido considerando revisión de literatura actualizada, las competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional y la contribución al fortalecimiento de los grupos de investigación. Finalmente, en el capítulo 3, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido a partir de la realización de este trabajo demostrando que la formación universitaria ha contribuido efectivamente para desempeñar ambos roles.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha otorgado mayor importancia a la investigación en el país, reconociendo su contribución al desarrollo de la sociedad en diferentes áreas temáticas. Todo ello, ha generado que las autoridades regulen procedimientos desde el Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica, a cargo del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC); principalmente en la búsqueda de fortalecer y a su vez supervisar a las instituciones del sector educativo, con enfoque en la calidad educativa. Esto ha involucrado no solo el uso de recursos económicos, sino también la formación de personal altamente capacitado, desarrollo de infraestructura adecuada y el fortalecimiento de la vinculación universidad-sector empresarial.

De acuerdo al Registro Nacional de Investigadores en Ciencia y Tecnología (RENACYT) de CONCYTEC, en las universidades públicas, existe únicamente un docente investigador por cada 100 alumnos, y solo tres universidades con este tipo de gestión, ubicadas en Lima, concentran el 63% de investigadores registrados. Asimismo, la tasa de investigadores por cada 100 alumnos es de 0.12 en universidades públicas, cifra bastante inferior a la de otros países de la región como Colombia (0.82), Chile (0.95) y Brasil (9.01). Según el II Censo Nacional Universitario, menos del 30% de los docentes de las universidades públicas participan o forman parte de algún grupo científico. Respecto a la participación de los alumnos en actividades de investigación, sólo el 40% participó en algún grupo de investigación. Estas estadísticas de afiliaciones, demuestran que la gestión de investigación en las universidades públicas tiene oportunidades por mejorar su desempeño (INEI, 2011).

Las universidades son las instituciones que producen el mayor número de artículos científicos en revistas indexadas, concentrando el 81.4 %. En cuanto a la pertinencia, el Censo Nacional de Investigación y Desarrollo a centros de Investigación publicado en el

2016, señala que “alrededor del 35% de centros de investigación de las universidades públicas se vincula con alguna entidad para realizar proyectos de I+D. Asimismo, alrededor del 25% del total de centros de investigación se vincula con las empresas” (CONCYTEC, 2016).

De los centros de investigación existentes, más de la mitad están dedicados a las áreas de Ingeniería y Tecnología (21.7%). Se podría esperar entonces que las temáticas del número de proyectos de investigación vayan en línea con esta distribución de centros de investigación; sin embargo, no se observa eso en todos los casos (INEI, 2014).

Ante este reto, como parte de la política nacional de promoción de la investigación, de acuerdo a la Ley N° 30220 - Ley Universitaria, en las universidades se crea el vicerrectorado de investigación, organismo responsable de orientar, coordinar y organizar los proyectos y actividades que se desarrollan a través de las diversas unidades académicas; organizar la difusión del conocimiento y promover la aplicación de los resultados de las investigaciones, así como la transferencia tecnológica y el uso de las fuentes de investigación, vinculando a la universidad, la empresa y las entidades del Estado.

En esta misma Ley se propone la implementación de una unidad de investigación encargada de integrar las actividades de investigación de las facultades; y es por ello que en el año 2016 se oficializa la creación de una oficina para cada facultad de la Universidad Nacional Agraria La Molina, cumpliendo con las disposiciones del Estado; descentralizando la gestión, pero centralizando la información para una adecuada toma de decisiones a nivel institucional.

Así, la investigación es la segunda misión de las universidades, a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías acordes con las necesidades de la sociedad; asignando a docentes, estudiantes y graduados, un rol activo en la actividad investigadora en la propia institución o en redes de investigación nacionales o internacionales. Esto se puede impulsar a través de diversos mecanismos; entre ellos se tienen las convocatorias que realiza el CONCYTEC para el financiamiento de proyectos de investigación y

capacitación de investigadores y estudiantes de postgrado, así como el Programa Innóvate Perú del Ministerio de la Producción, el Programa Nacional de Innovación Agraria del Instituto Nacional de Innovación Agraria, entre otros.

El impacto de los proyectos de investigación, toma importancia por su aporte a la solución de problemas de la sociedad, así como por su contribución para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los mismos que buscan poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el 2030. Los ODS reemplazan a los antiguos Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM) del año 2000, los cuales estaban limitados a 8 objetivos y dirigidos principalmente a las acciones que podrían adoptar los países en desarrollo. Los ODS se han propuesto cumplir 17 objetivos, dentro de ellos está el ODS 6, que propone garantizar la disponibilidad, calidad y gestión sostenible del agua y saneamiento para todos; y cobra mayor importancia en nuestro país porque las cifras de atención de los servicios de saneamiento son desalentadoras.

El Perú genera aproximadamente 2 217 946 m³ por día de aguas residuales, las que son descargadas a la red de alcantarillado de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS). Solo el 65 % de estas aguas, recibe tratamiento y es por ello que se puede afirmar que existe un déficit de cobertura a nivel nacional. Además, de acuerdo al Plan Nacional de Agua y Saneamiento 2017-2021 (MVCS, 2017), de las 50 EPS que brindan el servicio de alcantarillado, sólo se brinda cobertura al 88.3 % de la población urbana, situación que lleva a la población no cubierta a verter directamente sus aguas residuales sin tratamiento al mar, ríos, lagos, quebradas o, las emplean para el riego de cultivos.

Hay sobrecarga de aguas residuales en las plantas de tratamiento, cuya infraestructura es insuficiente, lo cual origina que los efluentes tratados excedan los límites máximos permisibles (LMP), y no se cumplan con los estándares de calidad ambiental (ECA). Esto genera problemas ambientales como la contaminación de los cuerpos de agua y la generación de malos olores que causan conflictos con la población. La disposición de aguas residuales sin tratamiento alguno y las aguas residuales tratadas inadecuadamente contaminan los cuerpos de agua natural. En ese sentido, los proyectos de I+D+i que puedan desarrollarse desde las universidades y centros de investigación en general,

contribuyen al alcande del ODS 6; a través de la propuesta de nuevas tecnologías de tratamiento o mejora de las ya existentes, así como mediante la reutilización del agua tratada.

En el presente trabajo se desarrollan dos estudios de caso que abordan dos problemáticas identificadas como profesional de Ingeniería Agrícola, la primera desde la Gestión de la Investigación y la segunda desde la Investigación propiamente dicha en el sector Saneamiento.

II. GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 ASPECTOS GENERALES

La gestión de la investigación es un concepto relativamente nuevo, en la actualidad se ha convertido cada vez más en un campo profesional especializado. El gestor de la investigación es un visionario capacitado para la acción, que posee claro entendimiento y visión sobre la misión, fines y objetivos de la investigación en su institución y en el país. Debe poseer además, competencias profesionales para crear, alistar las condiciones y conducir a su organización, brindar los recursos y apoyo requerido para que todo su personal (en cooperación de acciones y en inteligencia colectiva) actúe como un cuerpo de investigadores, es decir, logren la misión de producir conocimiento y ponerlo al servicio de la sociedad (Facundo, 2009).

De acuerdo con Chávez (2017), la gestión integral de investigación universitaria debe considerar: Políticas institucionales de promoción, Procesos de formulación de proyectos de investigación, Convocatorias para fondos internos y externos, Reconocimientos a la calidad, Fortalecimiento de capacidades, Evaluación de la investigación y Seguimiento de los procesos que conduce.

Según lo reportado en el I Censo Nacional de Investigación (INEI, 2016) , un total de 278 Centros de Investigación no realizaron proyectos de I+D en el año 2015. El principal obstáculo que enfrentaron para ejecutar proyectos en I+D, fue la falta de recursos financieros (58.6 por ciento de censados indicó que esta es la principal causa), seguido por la falta de conocimiento de fondos que financian I+D y por la falta o deficiencia de coordinación dentro de la institución o con otras instituciones, que representaron el 29.5 y 28,4 por ciento (Figura 1).

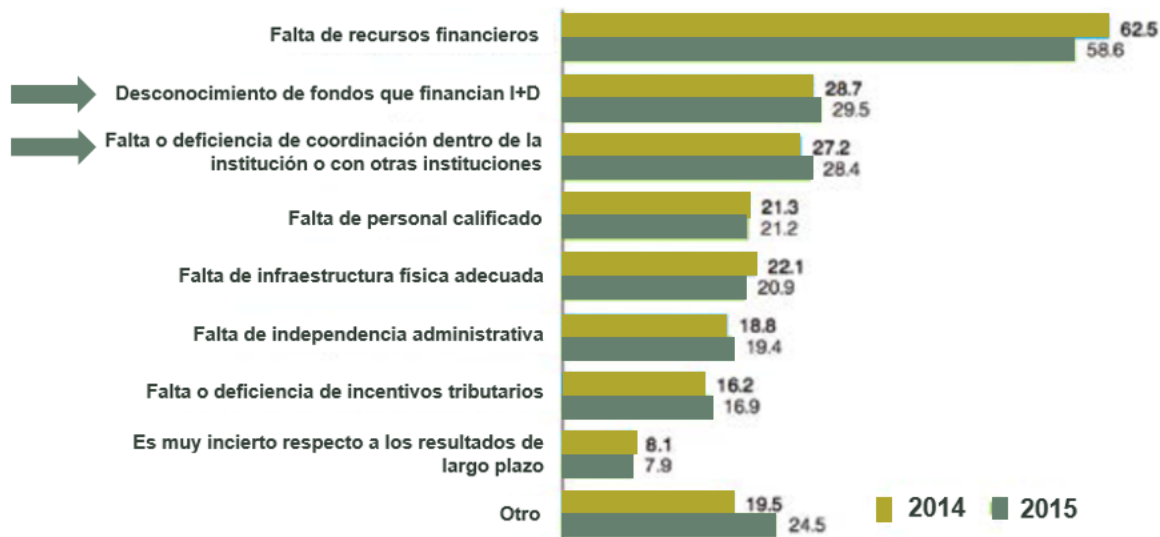


Figura 1. Razones por la que los centros de investigación no realizaron proyectos de I+D durante el 2014 - 2015

Fuente: INEI, 2016

Marco Normativo Nacional

- Nueva Ley Universitaria (Ley N°30220)
- Ley 28303, Ley marco de ciencia, tecnología e innovación tecnológica
- Ley 28613, Ley del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC)
- Ley 30309 de Beneficios Tributarios, Ley que Promueve la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica
- Decreto Supremo N° 032-2007-ED, Texto único ordenado de la Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
- Decreto Supremo N° 020-2010-ED, Reglamento del texto único ordenado de la Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
- Decreto Supremo N° 188-2015-EF, Reglamento de la Ley 30309 Ley que Promueve la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica
- Decreto Legislativo N° 1444, Decreto legislativo que modifica la ley N° 30225, ley de contrataciones del estado

2.2 ESTUDIO DE CASO: CREACIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA-UNALM

2.2.1 CONTEXTO INSTITUCIONAL

La Universidad Nacional Agraria La Molina, consciente de la importancia del desarrollo de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación; y en cumplimiento con las disposiciones del sector, aprobó a través de su Consejo Universitario, la creación del Vicerrectorado de Investigación (VRI), a fines del año 2011. Este es un órgano de gobierno, que fomenta y apoya a los investigadores en la conducción de sus proyectos, en la búsqueda de financiamiento y en la difusión de resultados, mediante publicaciones en revistas científicas.

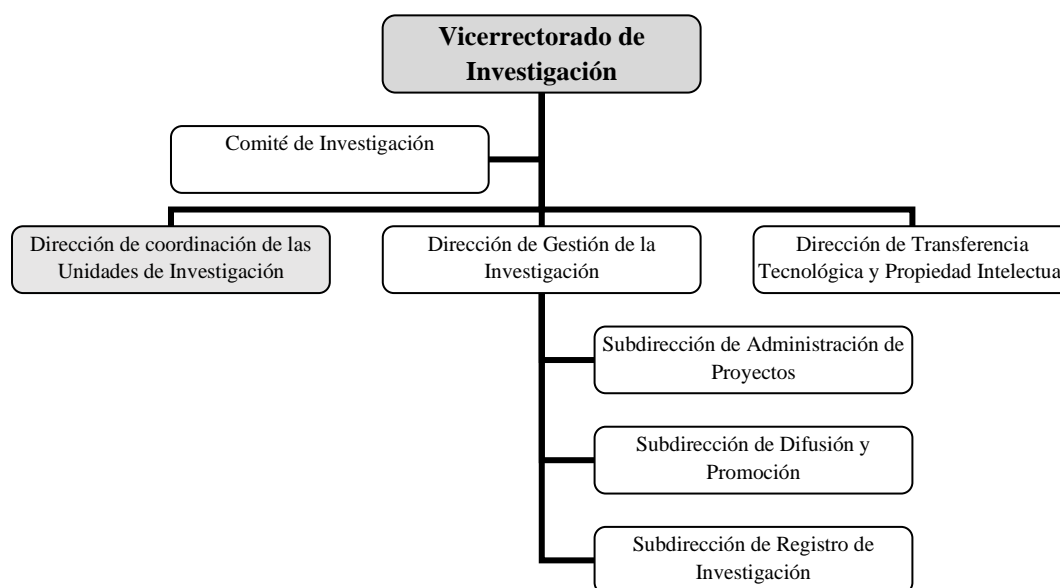


Figura 2. Organigrama del Vicerrectorado de Investigación

Fuente: Unidad de Racionalización y Estadística de la Oficina de Planeamiento

Actualmente, el VRI-UNALM cuenta con tres direcciones bajo su cargo: Dirección de Gestión de la Investigación, Dirección de Transferencia Tecnológica y Propiedad Intelectual y Dirección de coordinación de las Unidades de Investigación (Figura 2). Así también, un Comité de Investigación conformado por un Director de Investigación en cada facultad.

Entre los años 2015 y 2016, se aprobó la creación de tres dependencias adscritas a las facultades, de acuerdo con la Nueva Ley Universitaria: Unidad de Posgrado, Unidad de Investigación y Unidad de Extensión Universitaria y Proyección Social (Figura 3). Así también, se creó la Unidad de Calidad y Acreditación de las carreras.



Figura 3. Organigrama de las Facultades de la UNALM

Fuente: Unidad de Racionalización y Estadística de la Oficina de Planeamiento

En este contexto, surge la necesidad de mantener una comunicación efectiva entre el Vicerrectorado de Investigación y la Facultad de Ingeniería Agrícola, a través de una dependencia propia de la facultad, que provea de información actualizada sobre las actividades de investigación, respaldando así la implementación de la Unidad de Investigación.

2.2.2 OBJETIVOS

a. Objetivo general

Implementar la oficina de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agrícola a fin de integrar todas las actividades de investigación de sus miembros.

b. Objetivos específicos

- Elaborar el diagnóstico de las actividades de investigación de la facultad.

- Proponer procedimientos para facilitar la comunicación entre la facultad y las dependencias relacionadas, en la búsqueda de financiamiento para la ejecución de proyectos individuales, en asociación o con empresas.
- Elaborar bases de datos, para la recopilación de información relevante, que fundamente la construcción de indicadores relacionados a los estándares requeridos para el proceso de acreditación de la carrera.

2.2.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO

La Unidad de Investigación de la facultad de Ingeniería Agrícola fue creada mediante resolución de Facultad N° 098-16, el 18 de abril de 2016, designando como director al Ph.D. José Luis Calle Maraví, docente principal de la Facultad de Ingeniería Agrícola; por un periodo de dos años, pudiendo ser renovado por un periodo adicional. El director representa a los programas, círculos y centros de investigación establecidos oficialmente en ella y cuenta con el apoyo de un profesional especializado, asignado por el VRI. Como parte de su organización se designa al comité de investigación presidido por el director, integrado por un representante de cada departamento de la facultad, y un representante de los programas de investigación, círculos y centros de investigación, nombrados por el consejo de facultad.

La creación de esta dependencia, tuvo como base:

- La Ley Universitaria N°30220, promulgada el 09 de julio del 2014, en su Artículo 37. Funciones y dirección de la Unidad de Investigación.
- El Estatuto de la UNALM (Resolución N°01-2015-AE-UNALM del 23 de febrero del 2015), en adecuación a la Ley Universitaria N° 30220.
- El proceso de acreditación de las carreras profesionales, maestrías y doctorados, que requieren demostrar la producción de investigación científica.

Como personal de apoyo en la coordinación de las Unidades de Investigación, se designó un Investigador Agrario, quién cumplió el rol de gestor de investigación, y con la supervisión del director, se encargaban de velar por el cumplimiento de las funciones de la oficina (Figura 4). Este cargo fue realizado por mi persona desde el inicio de la implementación de la Unidad de Investigación.

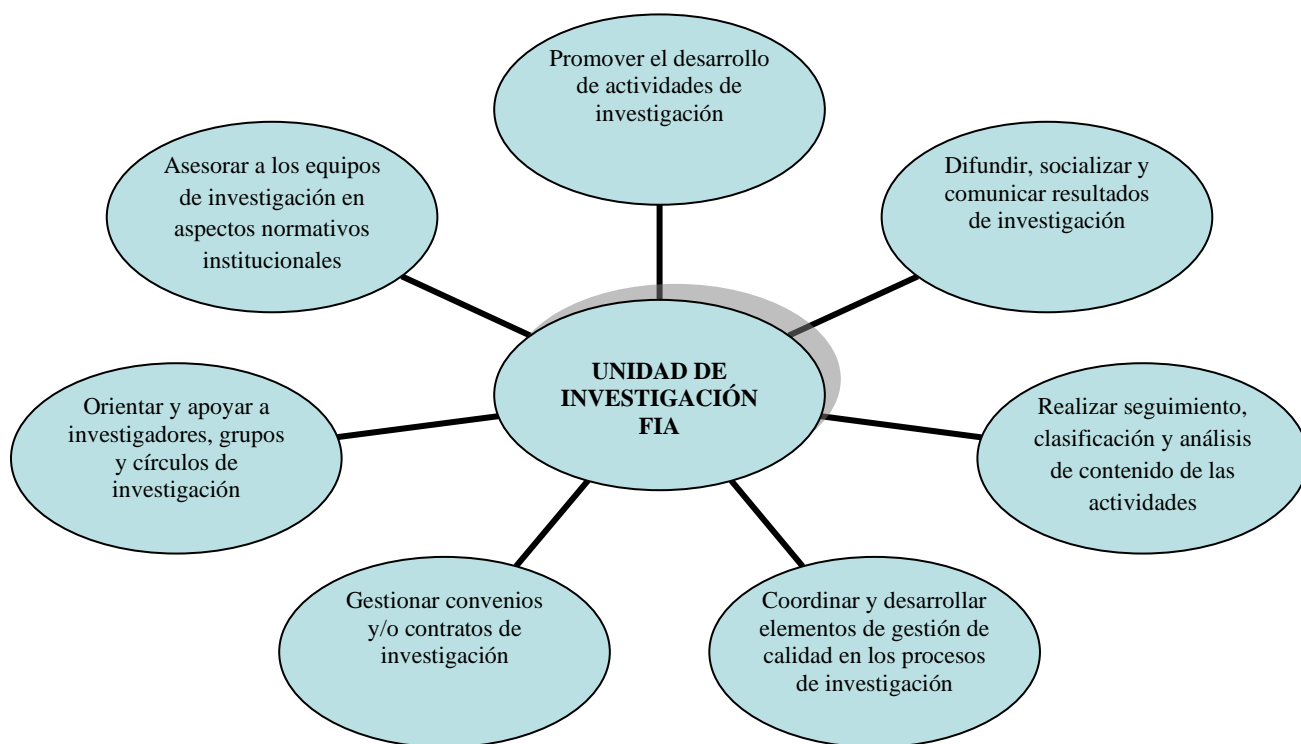


Figura 4. Actividades de apoyo en gestión de la investigación a los miembros de la Facultad de Ingeniería Agrícola

En este mismo año de creación, la UNALM se presentó a la evaluación para el licenciamiento institucional ante la Superintendencia Nacional de Educación (SUNEDU); asignando una primera tarea a las Unidades de Investigación para el cumplimiento de uno de los requisitos, que indicaba que a manera institucional, se debía contar con líneas de investigación que permitieran trabajar bajo cierta guía; este y otros indicadores de investigación fueron definidos y presentados, logrando ser la primera universidad pública licenciada.

Entre las principales funciones desempeñadas como Investigador Agrario se mencionan:

- Implementación completa de la oficina de la Unidad de Investigación de la Facultad
- Coordinación de actividades con el Vicerrectorado de Investigación
- Recopilación de información relacionada a las actividades de investigación, al registro de investigadores de la Facultad
- Difusión de información de convocatorias, proyectos, convenios, oportunidades de financiamiento internas y externas.

- Promoción y atención de consultas en el uso de los sistemas en línea, para la presentación de proyectos de investigación a docentes y alumnos.
- Establecimiento de vínculos con investigadores externos, nacionales e internacionales
- Apoyo en la gestión documentaria para presentación de proyectos a convocatorias para financiamiento.
- Elaboración de la memoria anual de investigación de la facultad
- Monitoreo del desempeño de los docentes, grupos, círculos y centro de investigación

A continuación, se describen las diferentes situaciones problemáticas identificadas, la forma como se abordaron soluciones como profesional de la carrera de Ingeniería Agrícola y el análisis de las competencias y habilidades adquiridas, aplicadas en el desempeño de las labores.

a. Identificación de situaciones problemáticas en diferentes niveles de coordinación

Tal como se mencionó, la Oficina de la Unidad de Investigación es una dependencia de reciente creación, inicialmente se le proporcionó equipamiento e infraestructura adecuada para el desarrollo de sus actividades; sin embargo, no se contaba con ningún registro o base de datos pre-existente de las actividades de investigación realizadas por los miembros de la Facultad.

En ese contexto, en la Tabla 1 se describen las situaciones problemáticas más relevantes durante el periodo laboral (julio de 2016 a noviembre de 2019), desde dos niveles de coordinación: (i) El Vicerrectorado de Investigación, como autoridad competente de toda actividad de investigación de la UNALM y (ii) La Facultad de Ingeniería Agrícola cuyas actividades deben conducirse de acuerdo con las políticas y normativas institucionales vigentes

Tabla 1: Situaciones problemáticas identificadas desde la Unidad de Investigación

Dependencia de coordinación directa	Situación problemática identificada
Vicerrectorado de Investigación (VRI)	<ul style="list-style-type: none"> • Inexistencia de una dependencia que mantenga un registro actualizado de las actividades de investigación de la FIA en coordinación directa con el VRI • Registro incompleto de proyectos de investigación, publicaciones y número de investigadores de las facultades. • Poca o nula participación de la FIA en convocatorias internas y externas para el desarrollo de proyectos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación. • Falta de identificación de líneas de investigación propias de la facultad y transversales a los departamentos académicos.
Facultad de Ingeniería Agrícola (FIA–UNALM)	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de los miembros de la FIA sobre el uso del sistemas en línea, para el registro de actividades de investigación de carácter institucional (RITTA). • Falta de centros o institutos que permitan el desarrollo de proyectos en las líneas de acción de la FIA. • Baja producción científica de los docentes o información no reportada ante el VRI • Poco interés de docentes sobre los requisitos para postulación a fondos concursables internos y externos para el desarrollo de proyectos y del uso de plataformas de postulación • Desconocimiento de la normativa nacional referente a investigación por muchos cambios en los últimos años • Falta de mecanismos que incentiven la vinculación universidad-empresa para actividades en colaboración • Poca participación de estudiantes en concursos para financiamiento de tesis o proyectos junior

b. Estrategias de solución propuestas

Las actividades realizadas en la Oficina de la Unidad de Investigación, fueron supervisadas en todo momento por el Director de la Oficina y el Coordinador de las Unidades de

Investigación, como enlace directo con el Vicerrectorado de Investigación. Por ello, es importante considerar que si bien cada facultad cuenta a la fecha con su propia Unidad de Investigación, las situaciones problemáticas no necesariamente fueron las mismas. Debido al constante trabajo multidisciplinario, las estrategias de solución fueron aplicadas con resultados efectivos demostrados en el periodo de labores.

Algunas de las soluciones propuestas pueden atender una o más situaciones problemáticas; y es por ello que se presenta a continuación una breve descripción:

- **Preparación de herramientas para recopilación de información por parte de docentes, investigadores y estudiantes de la FIA**

Inicialmente en el año 2016, la colecta de información y generación de bases de datos se realizó teniendo en cuenta las actividades de cada departamento académico (Ordenamiento Territorial y Construcción - DOTyC; Recursos Hídricos – DRH y Mecanización y Energía – DmyE) vinculadas a investigación. Sin embargo, a fines del mismo año, con el reinicio del proceso de evaluación de la FIA con fines de acreditación, estos formatos fueron codificados bajo el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015; con la visión de atender los estándares relacionados con investigación cuando sea solicitada la evaluación en dicho proceso.

Se elaboraron y completaron diez formatos de registro, los cuales fueron:

- INV-FOR-01_Registro de Docentes en RENACYT
- INV-FOR-02_Registro de Proyectos Financiados por Fondos Nacionales e Internacionales:Docentes
- INV-FOR-03_Registro de Círculos de Investigación
- INV-FOR-04_Registro de Participación de Docentes en Eventos Científicos
- INV-FOR-05_Registro de Docentes en CTI Vitae
- INV-FOR-06_Registro de Trabajos de Investigación para la Obtención de Grado de Bachiller
- INV-FOR-07_Registro de Proyectos de tesis y Tesis para Titulación
- INV-FOR-08_Registro de Proyectos Financiador por Fondos Nacionales e Internacionales: Estudiantes y/o Egresados (hasta 2 años)

- INV-FOR-09_Registro de Publicaciones Científicas
- INV-FOR-10_Registro de Participación de la UI-FIA en eventos, seminarios y/o reuniones de coordinación
- **Establecimiento de pautas para la definición de líneas de investigación, considerando su variación en el tiempo**

El modelo de licenciamiento propuso una serie de condiciones básicas de calidad relacionadas con la investigación en las facultades. Así, en el indicador 33 se menciona la existencia de líneas de investigación reconocidas institucionalmente por la autoridad competente.

Como primera medida se convocó a todos los docentes adscritos a la FIA, a participar en el “Taller de Validación de las líneas de Investigación”, donde se les presentó un primer diagnóstico en base a la información previamente procesada brindada por la facultad y por el rectorado. Resultado de este taller se acordó la creación de 10 líneas de investigación, las cuales fueron:

- Riego y Drenaje
- Hidrología e Hidráulica
- Gestión Integral de Cuencas
- Hidrográficas y Prevención de Desastres
- Topografía y Geomática
- Planeamiento y ordenamiento territorial
- Medioambiente, saneamiento y energía
- Materiales y construcciones
- Mecánica de Materiales
- Tecnología para la pequeña agricultura
- Administración y gestión de la maquinaria

Las líneas de investigación no son de carácter estático y pueden cambiar en el tiempo debido a diferentes factores como: poca actividad en investigación, actualización de temáticas o problemas de la sociedad, entre otros. En este sentido, luego de tres años se

realizó nuevamente un taller, donde participaron el 70% de docentes, en el cual se acordó reducir a la mitad las líneas; justificando los cambios ante la Dirección de Coordinación de las Unidades y el Vicerrectorado de Investigación. Finalmente, se acordó mantener únicamente 5 Líneas principales de Investigación, aprobadas por Resolución N° 230-19/FIA, de fecha 23 de julio del 2019

Tabla 2: Líneas de investigación actualizadas luego de una autoevaluación interna

Línea de Investigación	Descripción
Ordenamiento territorial y manejo de cuencas hidrográficas	Generar conocimiento sobre el ordenamiento territorial, cuencas hidrográficas y la gestión de los recursos, en el marco del desarrollo sostenible.
Hidrología, hidráulica, saneamiento, energía y cambio climático	Investigar sobre la disponibilidad, calidad y uso eficiente del recurso hídrico en el espacio y tiempo, promoviendo su conservación. Tratamiento y reúso de aguas residuales, gestión de residuos líquidos y sólidos. Utilización de energías renovables, eficiencia y generación energética. Todo en el marco de adaptación al cambio climático.
Geotecnia, materiales, maquinaria y construcción,	Desarrollar estudios en geotecnia, materiales de construcción y prevención de desastres. Utilizar y optimizar el uso de maquinaria. Diseño y construcción de infraestructura social y productiva.
Riego y drenaje	Investigar sobre las tecnologías en la aplicación del agua a los cultivos, conservación y recuperación de suelos afectados por drenaje y salinidad.
Mecanización agrícola	Desarrollar estudios asociados al diseño, selección, ensayos, control y planeamiento de máquinas agrícolas para los ámbitos de preparación de suelos, siembra, mantenimiento de cultivos, cosecha y post cosecha. Investigar factores y procesos de producción de un determinado cultivo y tecnología que envuelva sistemas de información, evaluación, desarrollo e innovación en máquinas agrícolas.

- **Difusión de fuentes de financiamiento internas y externas para la ejecución de proyectos entre docentes y estudiantes**

La mayoría de fuentes de financiamiento están disponibles mediante concursos. Desde el Vicerrectorado de Investigación, se han difundido muchas convocatorias que no lograron captar el interés de los docentes o estudiantes; demostrando una baja participación en comparación con otras facultades. Sin embargo, desde la implementación de la UI-FIA se ha visto necesario realizar la revisión de cada una de las convocatorias internas como externas y realizar una difusión masiva entre los docentes.

Durante el periodo laboral se realizó la difusión de 34 convocatorias a diferentes fuentes de financiamiento, orientadas principalmente a la ejecución de proyectos en los campos de acción del Ingeniero Agrícola (Anexo 2). Se revisaron las bases de cada convocatoria transmitiendo aspectos relevantes vía correo electrónico e indicando el apoyo desde la UI-FIA en la gestión documentaria, buscando que el investigador se enfoque en la calidad de la propuesta.

- **Preparación de expediente para solicitud de reconocimiento de la UNALM como un centro de I+D en la disciplina de la OCDE: Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua, ante el CONCYTEC**

Durante el año 2016, mientras se realizaba la actualización y registro de las diferentes actividades de investigación de la facultad de Ingeniería Agrícola, se identificó la poca vinculación entre la facultad de Ingeniería Agrícola y las empresas, en la ejecución de proyectos; poniendo en desventaja el desarrollo de la facultad en temas de I+D+i. Desde el Vicerrectorado de Investigación surgió el interés de aprovechar los beneficios que podrían generarse en la institución con la aplicación a la Ley N°30309, Ley que promueve la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación tecnológica.

La Ley N°30309 y su reglamento fueron aprobados en el 2015, mediante Decreto Supremo N° 188-2015-EF, con el objetivo de promover la inversión privada en proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación tecnológica (I+D+i) mediante un beneficio tributario aplicado al Impuesto a la Renta. Con esta ley se busca incentivar

que las empresas peruanas innoven y se diversifiquen. Estos proyectos puede ser realizados directamente por la empresa o mediante centros de investigación científica, desarrollo tecnológico o innovación tecnológica.

En ese sentido, las Unidades de Investigación fueron consultadas sobre la identificación de fortalezas de cada facultad relacionadas a las disciplinas de la OCDE. En calidad de Investigador Agrario de la FIA y con la información obtenida como línea base de la oficina, se puede garantizar que la facultad cuenta con los medios de verificación necesarios para ser responsable de la solicitud como centro autorizado en la disciplina de Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua.

El desarrollo de esta tarea estuvo bajo mi coordinación directa y contó con la participación activa de los docentes del Departamento de Recursos Hídrico, el mismo que en los últimos años ha incrementado el número de publicaciones en revistas científicas, implementado nuevas áreas de investigación como laboratorios y áreas demostrativas y adquirido equipamiento moderno para el desarrollo de nuevos proyectos. Luego de la revisión de requisitos de la ley, la recopilación de información del departamento y la verificación preliminar de infraestructura, se accedió a la plataforma de postulación y se envió la solicitud.

Como siguiente etapa, representantes del CONCYTEC nos informaron que se aceptaron las cuatro solicitudes presentadas por la UNALM y se procedió con la visita de inspección y verificación (Figura 5) de la información declarada en los expedientes de solicitud respecto a equipamiento, infraestructura, sistemas de información, así como la experiencia de los investigadores.

El proceso en general duró varios meses obteniendo la aprobación de las solicitudes mediante resolución sub-directorial y declarando a la universidad como Centro autorizado para desarrollar proyectos de I+D en tres disciplinas: Conservación de la Biodiversidad (Resolución Sub Directorial N° 036-2016-CONCYTEC/SDCTT), Protección y Nutrición de Plantas (Resolución Sub Directorial N° 033-2016-CONCYTEC/SDCTT) y Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua, destacando la fortaleza en Hidrología y

Recursos del Agua (Resolución Sub Directorial N° 037-2016-CONCYTEC/SDCTT). En los tres casos, por un periodo de cuatro años como se especifica en el Reglamento de la Ley de Beneficios Tributarios (Ley N°30309).



Figura 5. Visita del responsable técnico de CONCYTEC para verificación de instalaciones en el marco de la Ley 30309. (a) Área de Topografía y Geomática (b) Reservoirs y bombas en el área de riego tecnificado del campus (c) Laboratorio de Recursos Hídricos (d) Laboratorio de Riegos

- **Organización de capacitaciones en el uso de sistemas en línea para el registro de actividades de investigación**

En el 2018, se buscó la manera de agilizar el registro de actividades de investigación y el llenado de formatos; es por ello que adaptándonos al uso de nuevas herramientas se creó la plataforma de Registro de Investigación y Transferencia Tecnológica de la Agraria (RITTA).

La plataforma RITTA fue diseñada para que pueda ser visualizada en tres diferentes niveles: el primero, en modo usuario con contraseña propia que permite gestionar documentación requerida para postular a concursos de investigación internos y externos (Figura 6); el segundo, a modo administrador para que las facultades obtengan datos de

apoyo que serán de utilidad para la acreditación ante el SINEACE; y finalmente, el tercero, desde el Vicerrectorado de Investigación, para ver el avance en toda la UNALM.



Figura 6. Secciones de la plataforma RITTA-UNALM en modo usuario

Con la creación de esta plataforma, los formatos empleados desde la creación de la oficina, dejaron de tener vigencia y se oficializó el uso de la plataforma RITTA.

- **Asesoría en la búsqueda y selección de revistas científicas en las líneas de investigación FIA para publicación de artículos**

Durante las actividades ejecutadas, se brindó atención personalizada a los docentes, estudiantes de pregrado y posgrado en la selección de las revistas científicas acordes con los campos temáticos de la Ingeniería Agrícola. Asimismo, desde el Vicerrectorado de Investigación, se brindaron talleres para la redacción de artículos científicos y apoyo en la edición de sus manuscritos por parte de la empresa ENAGO, con la cual se tiene un convenio de colaboración.

- **Redacción del contenido de los estándares vinculados a la investigación, con fines de acreditación de la carrera frente al SINEACE**

La redacción de contenidos fue preparada para el informe de acreditación, y refiere a los estándares 22 - Gestión y calidad de la I+D+i realizada por docentes, 23 - I+D+i para la obtención de un grado y título, 24 - Publicaciones de los resultados de I+D+i y 12 - Articulación de I+D+i con Responsabilidad Social.

Cabe destacar que el informe presentado fue sustentado durante la visita de los miembros del SINEACE, por el Director de la Unidad de Investigación y mi persona; logrando el calificativo de “logrado plenamente” en los estándares 22, 23 y 24, y “logrado” en el estándar 12.

- **Elaboración de propuesta de los procedimientos propios de las unidades de investigación, en coordinación con el VRI**

Los procedimientos o coordinaciones realizadas desde las unidades de investigación fueron desarrollados bajo un enfoque de procesos. La Figura 7 muestra una representación esquemática de un proceso y muestra la interacción de sus elementos. Los puntos de control del seguimiento y la medición, que son necesarios para el control, son específicos para cada proceso y variarán dependiendo los riesgos relacionados.

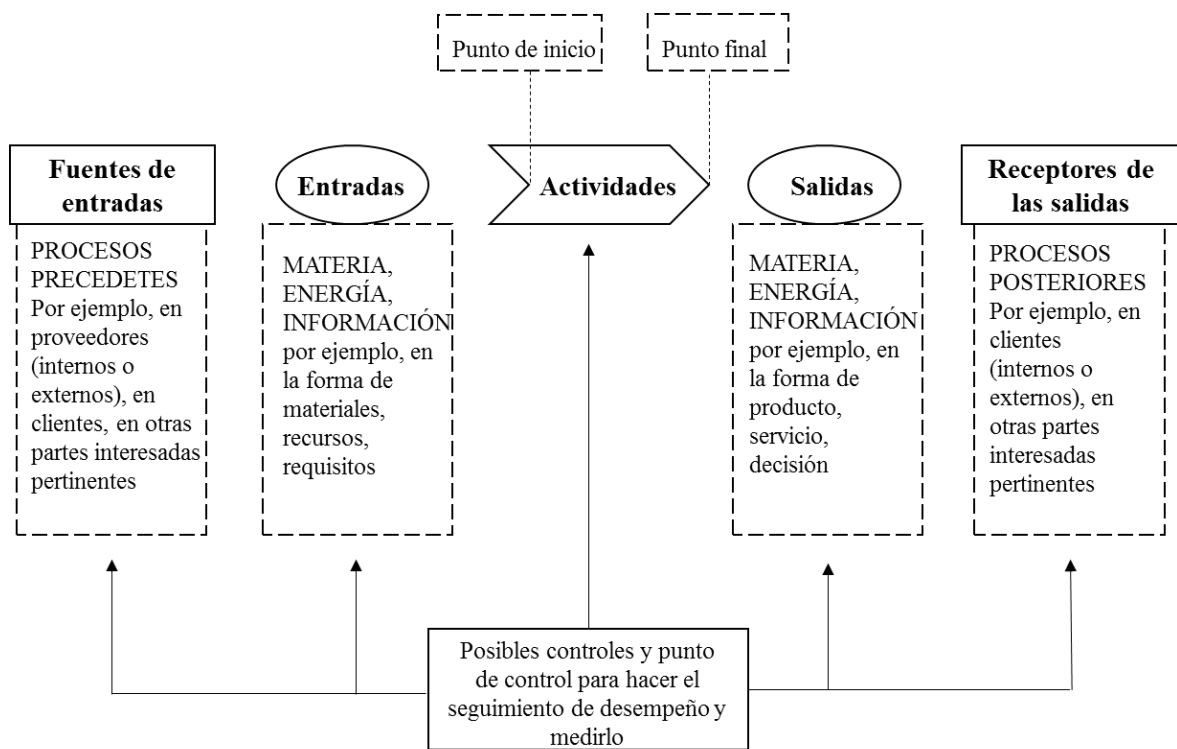


Figura 7. Representación esquemática de los elementos de un proceso

La elaboración de esta documentación, no era una función propia de las unidades de investigación; sin embargo, teniendo estas oficinas poco tiempo de creación, únicamente los propios trabajadores conocían el desarrollo de actividades, los documentos asociados y

la vinculación con otras dependencias. La versión preliminar se envió a la Oficina de Calidad de la UNALM, quiénes se encargaron de ajustar los procedimientos en coordinación con las oficinas. Se desarrollaron siete procedimientos, los mismos que se mencionan a continuación:

- Evaluación y registro de publicaciones científicas
- Gestión de trabajos de tesis para la obtención del título profesional
- Obtención del grado de bachiller
- Gestión de Círculos de Investigación
- Gestión de Centros de Investigación
- Gestión del Fondos de Investigación-docente
- Participacion estudiantil en proyectos de I+D+i

Es importante tomar en cuenta que los productos y procesos siempre presentarán una mejora continua, ya sea por quejas después de la fase de comercialización o por posibilidades de corrección detectadas por los propios empleados.

- **Promoción del reglamento de creación de círculos de investigación de estudiantes**

Mediante la promoción del reglamento entre estudiantes y docentes asesores de los círculos, se crearon 10 círculos de investigación con resolución del Consejo de Facultad (Tabla 3). Cada círculo enfoca sus actividades en más de una línea de investigación; sin embargo, se manifiesta mayor actividad en su línea principal. Se destaca el interés de los estudiantes año a año; en el 2017 se crearon 2 círculos, en el 2018 fueron 4 y en el 2019 fueron 3 hasta el mes de noviembre.

Desde la creación de círculos de investigación, la facultad se hizo presente con al menos una propuesta de proyecto en los concursos internos de financiamiento de proyectos.

Tabla 3: Círculos de investigación de la facultad de Ingeniería Agrícola

Nombre del círculo	Resolución		Líneas de Investigación
Desarrollo de los recursos hídricos	CIDRHI	Res.203-17/FIA	Hidrología e Hidráulica
Pirolisis y biomasa	CIPB	Res.389-17/FIA	Medioambiente, Saneamiento y Energía
Mechanization and clean energy	M&CE	Res.103-18/FIA	Medioambiente, Saneamiento y Energía
Tratamiento y reuso de aguas residuales y lodos	CITARYL	Res.104-18/FIA	Medioambiente, Saneamiento y Energía
Construcción de presas de tierra	CICPREST	Res.286-18/FIA	Materiales y Construcción
Viviendas rurales	CIVIRU	Res.395-18/FIA	Materiales y Construcción
Energías renovables y eficiencia energética	CIEREE	Res.137-19/FIA	Medioambiente, Saneamiento y Energía
Desarrollo de energía hidráulica	CIDEH	Res.168-19/FIA	Medioambiente, Saneamiento y Energía
Materiales de construcción para infraestructura ambiental	CIAMAT	Res.310-19/FIA	Materiales y Construcción

- **Difusión de requisitos y/o condiciones para la creación de grupos de investigación**

La creación de grupos de investigación en la UNALM es de manera voluntaria, y se fomenta su creación por los beneficios que se pueden obtener para el desarrollo de proyectos de investigación. Se crearon 10 grupos de investigación liderados por un docente de la facultad (Tabla 4).

Con apoyo de CONCYTEC, se brindaron capacitaciones para que los grupos puedan registrarse en el Directorio Nacional de Instituciones (DANI), el cual cuenta con una sección especial para el registro de grupos (Figura 8). De esta manera, es estado puede tener información relevante para su establecimiento de políticas y redistribución u orientación de financiamiento, en función a las necesidades de los principales actores.

Tabla 4: Grupos de investigación consolidados en la facultad de Ingeniería Agrícola

Nombre del grupo	Líder	Departamento académico del líder de grupo
Aplicaciones y potencial energético de la biomasa	José Calle Maraví	Ordenamiento Territorial y Construcción
Construcción y Acondicionamiento Territorial (COAT)	Víctor Linares Zaferson	Ordenamiento Territorial y Construcción
Gestión Ambiental y Cambio Climático	Víctor Aguilar Vidangos	Ordenamiento Territorial y Construcción
Materiales de Construcción y Geotecnia para la Infraestructura Ambiental	Alfonso Cerna Vásquez	Ordenamiento Territorial y Construcción
Ingeniería para el Desarrollo Integral de los Recursos Hídricos	Eduardo Chávarri Velarde	Recursos Hídricos
Hidrología, Hidráulica, Riego y Cambio Climático	Jesús Abel Mejía Marcacuzco	Recursos Hídricos
Transporte y Dinámica de contaminantes en Recursos Hídricos: Modelación y Gestión	Teresa Velásquez Bejarano	Recursos Hídricos
Teledetección y Cambio Climático sobre los cultivos y Recursos Hídricos	Lia Ramos Fernández	Recursos Hídricos
Geomática y Recursos Hídricos en la Seguridad Alimentaria	Néstor Montalvo	Recursos Hídricos
Agricultura de Conservación: Modernización en Mecanización Agrícola Peruana	Santiago Campos Maguiña	Mecanización y Energía
Agua y Saneamiento Sostenible	Rosa María Miglio Toledo	Ordenamiento Territorial y Construcción



Figura 8. Capacitación dirigida a docentes en la sala de la BAN

- **Promoción de directivas institucionales para la creación de centros de investigación propios de cada facultad**

Los centros de investigación tienen objetivos, líneas de investigación, proyectos de investigación, proyectos de investigación financiados en ejecución al momento de su formación y además cuentan con un plan de investigación quinquenas que es aprobado por Consejo de Facultad, se estructuran dentro de las unidades de investigación de las facultades y están formados por al menos tres docentes ordinarios y un estudiante.

A fines del 2019, se presentó el expediente de creación del Centro de Investigación y Extensión en Riego (Figura 9) ante la unidad de investigación. El Comité de Investigación de la FIA dio dictamen positivo y posteriormente fue ratificado en Consejo de Facultad mediante Resolución FIA N°397-18. Como parte del procedimiento, se elevó el expediente ante Consejo Universitario contando con el visto bueno del Vicerrectorado de Investigación y el Comité de Investigación UNALM. En este camino el expediente fue observado, designando al investigador agrario de la FIA para apoyar en la mejora del documento. Este documento con las observaciones subsanadas fue revisado en Consejo Universitario, ratificando el dictamen positivo, el mismo que se oficializó mediante Resolución N°0041-2019-CU-UNALM



Figura 9. Áreas de investigación del Centro de Investigación Extensión e en Riegos (CIER-FIA)

Este centro tiene como misión desarrollar, implementar y difundir conocimiento, ciencia, tecnología e innovación en riego a través de la investigación básica y aplicada y a través de programas de capacitación, entrenamiento y extensión sobre tecnología del riego a nivel nacional. Actualmente está dirigido por la Dra.Lia Ramos Fernández, docente principal del departamento académico de Recursos Hídricos e investigadora calificada en la categoría Carlos Monge de acuerdo al Sistema Nacional de Investigación.

- **Apoyo personalizado en el registro de docentes de la FIA en el CTI Vitae con miras a su calificación como investigadores en el Registro Nacional de Ciencia, Tecnología y de Innovación Tecnológica (RENACYT)**

Esta iniciativa se puso en práctica desde la implementación de la Unidad de Investigación, teniendo importancia por el porcentaje mínimo requerido de docentes inscritos en el CTI Vitae como requisito del proceso de licenciamiento. Es así, que para el 2018, el 89% de docentes estaba registrado; verificando su correcta filiación principal como Universidad Agraria La Molina (Tabla 5).

En el 2016, la FIA contaba con 4 docentes calificados como investigadores a nivel nacional como parte del SINACYT, los cuatro eran docentes del Departameto Académico de Recursos Hídricos. Al respecto, se brindó todo el apoyo y orientación para nuevos candidatos, atendiendo a los interesados en la unidad de investigación.

Tabla 5: Porcentaje de docentes de la facultad registrados en CTI-Vitae (antes DINA)

Departamento Académico	Total de docentes	Docentes registrados en el DINA		Docentes no registrados en el DINA	% Docentes por departamento registrados en el DINA
		Con afiliación UNALM	Sin afiliación UNALM		
DOTyC	17	15	0	2	88%
DRH	25	24	0	1	96%
DMyE	15	13	0	2	87%
TOTAL	57	48	0	7	84%

Fuente: CONCYTEC actualizado al 27 de diciembre del 2018

Durante los años siguientes, la cifra se mantuvo estática principalmente debido a las exigencias en número de publicaciones y solo hasta el 2019 por disposición del Ministerio de Educación, las universidades tuvieron la oportunidad de presentar la relación de sus investigadores, que cumplan con el Reglamento vigente. Es así que, luego de realizar las nuevas disposiciones se identificó a 5 docentes con posibilidad de calificación y se solicitó completar correctamente su registro en el CTI Vitae; es decir, colocando los medios de verificación respectivos. Como resultado de esta gestión, la facultad cuenta actualmente con nueve investigadores calificados en el RENACYT (Tabla 6).

Tabla 6: Docentes de la FIA calificados en el RENACYT a la fecha

Docentes Renacyt	Código Renacyt	Vigencia	Grupo
Ingol Blanco, Eusebio Mercedes	P0003588	2019-2022	María Rostworowski
Espinoza Villar, Raúl Arnaldo	P0029547	2019-2021	Carlos Monge Medrano
Ramos Taipe, Cayo Leonidas	P0003385	2019-2022	María Rostworowski
Mejia Marcacuzco, Jesus Abel	P0003022	2019-2021	Carlos Monge Medrano
Ramos Fernandez, Lia	P0003191	2019-2021	Carlos Monge Medrano
Chavarri Velarde, Eduardo Abraham	P0002962	2019-2021	Carlos Monge Medrano
Montalvo Arquiniño, Néstor	P0003388	2019-2022	María Rostworowski
Ascencios Templo, David Ricardo	P0002946	2019-2022	María Rostworowski
Miglio Toledo, Rosa María	P0003248	2019-2022	María Rostworowski

c. Competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional en relación al desempeño

El desempeño de las funciones asignadas como investigador agrario, permitió la puesta en evidencia de las competencias genéricas y específicas adquiridas durante los años de formación profesional. Adicionalmente, podemos también identificar competencias transversales que son compartidas por distintas áreas de conocimiento y pueden ejercitarse en equipo o individualmente.

La experiencia de trabajo como Investigador Agrario de la Facultad de Ingeniería Agrícola, ha sido beneficiosa en la consolidación del desempeño en un equipo multidisciplinario. Si bien el trabajo estuvo coordinado directamente con el Director de la Unidad de Investigación, periódicamente desde el Vicerrectorado de Investigación se contó con la Dirección de Coordinación de Unidades y con los demás Investigadores Agrarios de las otras facultades de la UNALM, logrando anualmente establecer cronogramas de trabajo que iban siendo adaptados a medida de las necesidades de cada facultad.

Asimismo, desde el cargo se tuvieron diferentes niveles de comunicación para el desarrollo de actividades, desde el personal administrativo, estudiantes, docentes, investigadores y autoridades, a fin de transmitir adecuadamente las políticas generadas para el fortalecimiento de la investigación en la UNALM. Del mismo modo, difundir adecuadamente las políticas de Ciencia y Tecnología a nivel nacional que beneficien a la comunidad científica en todos sus niveles.

Adicionalmente, con la identificación de las líneas de investigación y su actualización en función a la actividad demostrada en el tiempo; se incentivó y apoyó a los docentes y estudiantes en la participación a convocatorias de diferentes fuentes de financiamiento con proyectos que contemplen soluciones a problemas en el ámbito de acción del Ingeniero Agrícola. Esto permitió demostrar las competencias en el manejo de instrumentos de planificación y formulación de proyectos en ingeniería en función a la demanda e interés de los docentes y estudiantes.

En términos generales, se puede decir que las competencias específicas adquiridas durante la formación profesional han sido ampliamente demostradas en las actividades realizadas y logros alcanzados. En cuanto a competencias específicas se destaca el conocimiento de instrumentos de planificación y formulación en proyectos de ingeniería.

En cuanto a la adquisición de competencias transversales, estas fueron principalmente la capacidad de análisis y síntesis, comunicación oral y escrita, la capacidad de gestión de la información y razonamiento crítico siempre que se realizaba la revisión de las normas, reglamentos o políticas institucionales así como los reglamentos nacionales que regulan y fomentan el desarrollo de actividades en ciencia y tecnología. Las mismas que fueron transmitidas de manera concreta a docentes y estudiantes. Así, la última ley derogada se refiere a la promoción del desarrollo del investigador científico (Ley N° 30948), la cual tiene por objeto promover la labor del investigador científico altamente especializado, seleccionado mediante procesos competitivos y transparentes, que permita contar con una plataforma de desarrollo científico y tecnológico a favor del país.

Las acciones concretas realizadas en la búsqueda de definir, elaborar y proponer una metodología para la evaluación de líneas de investigación de manera institucional no logró su objetivo; sin embargo, el Estado en la necesidad de orientar a todas las instituciones de educación superior elaboró en el 2019 el documento titulado “Guía práctica para la identificación, categorización, priorización y evaluación de líneas de investigación” donde se indica que la identificación es un proceso clave para fortalecer la investigación de las instituciones de investigación y para orientar los esfuerzos de los investigadores a temas de interés regional, nacional o incluso internacional (CONCYTEC, 2019).

Otra de las aptitudes desarrolladas fue el interés por la innovación demostrado en la constante búsqueda y revisión de boletines de vigilancia tecnológica relacionados con las líneas de investigación para poder promover proyectos de investigación que conlleven a un desarrollo tecnológico hasta la innovación. Particularmente, en el desempeño profesional también se demuestra la capacidad para la identificación de problemas, lo que permite tener una visión más amplia de diferentes problemáticas en los sectores agrícola, energético y ambiental como ideas para nuevos proyectos.

2.2.4 RESULTADOS O LOGROS RELACIONADOS A LA GESTIÓN

En términos concretos se presentan algunos resultados o logros alcanzados en la Unidad de Investigación bajo la dirección del Dr. José Calle y apoyo y coordinación de mi persona en todas las actividades.

- La oficina de la Unidad de Investigación ha sido totalmente implementada contando en su estructura con el director de investigación, un investigador agrario y el comité de investigación, además del equipamiento adecuado para el desarrollo de sus funciones.
- El apoyo a los docentes en su registro en el CTI Vitae así como la participación activa de los docentes en la definición de las líneas de investigación de la FIA contribuyeron al logro del licenciamiento de la UNALM.
- Luego de una evaluación basada en evidencias, actualmente la facultad cuenta con 05 líneas de investigación aprobadas mediante resolución.
- Aproximadamente el 90% de los docentes de la facultad están inscritos en el CTI Vitae con filiación institucional correcta.
- Incremento de docentes calificados en el Registro Nacional de Investigadores en el último año. Actualmente 09 han recibido la calificación de Investigadores del SINACYT.
- Se logró la calificación máxima de “logrado plenamente” en los estándares de acreditación relacionados directamente con investigación, evaluados por la Superintendencia Nacional de Educación (SUNEDU)
- La facultad demostró que la UNALM cuenta con los recursos humanos, infraestructura y sistemas de información especializados para el reconocimiento como un centro de I+D+i en la disciplina de Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua con mención en Hidrología y Recursos del Agua.
- Se ha publicado el primer Compendio de Investigación de la FIA del periodo 2016 – 2018
- Se ha incrementado el número de postulaciones a fondos concursables internos y externos, demostrando un mayor interés de docentes y estudiantes
- La centralización de información en la Unidad de Investigación, ha contribuido a mejorar y facilitar la comunicación con el Vicerrectorado de Investigación, la Dirección de Gestión de la Investigación y la Dirección de Transferencia Tecnológica y Propiedad Intelectual.

De manera general en la Tabla 7, se muestra que durante el periodo 2016 al 2018 las líneas con mayor actividad fueron la línea de Hidrología e Hidráulica, seguida de Riego y Drenaje y Medioambiente, Saneamiento y Energía.

Tabla 7: Actividad de las líneas de investigación

Línea de Investigación	Convocatorias de Investigación		Publicaciones en revistas científicas			Titulaciones por modalidad de tesis		TOTAL
	N° de proyectos		N° de artículos por base de datos			N° de tesis		
	Finalizados	En ejecución	Scopus o Web of Science	Scielo o Dialnet	Otras	Pregrado	Posgrado	
Riego y drenaje	5	4	3	3	0	22	6	43
Hidrología e hidráulica	0	0	6	4	1	46	23	80
Gestión integral de cuencas hidrográficas y prevención de desastres	1	0	1	1	0	2	8	13
Topografía y Geomática	0	0	1	1	0	3	1	6
Planeamiento y ordenamiento territorial	0	0	1	0	1	1	0	3
Medioambiente, saneamiento y energía	6	6	4	4	0	8	4	32
Materiales y construcciones	0	0	0	1	0	15	0	16
Mecánica de materiales	0	0	0	0	0	0	0	0
Tecnología para la pequeña agricultura	0	0	0	0	0	3	0	3
Administración y gestión de la maquinaria	0	0	0	1	0	1	1	3

2.2.5 CONCLUSIONES

Se implementó la oficina de la Unidad de Investigación bajo los estándares del Sistema de Gestión de Calidad logrando proponer procedimientos para una adecuada gestión de la investigación.

El uso regular de la plataforma RITTA y constante actualización de la información declarada, permitirán realizar un análisis integral de la actividad de las líneas de investigación de manera más rápida y confiable.

Como gestor de investigación se han tomado decisiones y desarrollado propuestas de solución a problemas tomando en consideración el conocimiento adquirido durante los cinco años de estudio, principalmente en los cursos que brindaron conceptos de planificación, administración y gestión estratégica.

III. EXPERIENCIAS EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

3.1 ASPECTOS GENERALES

De acuerdo con el I Censo Nacional de Investigación, en el 2015 se iniciaron 3 mil 394 proyectos de investigación, lo que significó un incremento de 6.1 por ciento respecto a los proyectos iniciados en el año 2014 (3 mil 200 proyectos). Las áreas de conocimiento con mayores proyectos iniciados en el año 2015 fueron las de Ciencias Sociales, Ciencias Naturales e Ingeniería y Tecnología, con una participación del 23.5, 21.6 y 21.3 por ciento respectivamente del número total de proyectos de investigación iniciados.

Respecto al tipo de investigación, los proyectos iniciados en los años 2014 y 2015 fueron clasificados, principalmente, en investigación básica e investigación aplicada con poco más de 40 por ciento cada uno en ambos años. El porcentaje restante corresponde a proyectos de desarrollo tecnológico; es decir que solo el 20% desarrolla un nuevo o mejorado producto o servicio.

En el año 2018, a través la oficina de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) en Apurímac, se presentó la Agenda de Investigación en Agua y Saneamiento, como un acercamiento a los lineamientos y temas prioritarios que se deben investigar desde las universidades para fortalecer la gestión de los servicios de saneamiento en la región; por ello, la agenda aborda 05 ejes temáticos: las fuentes de agua y los ecosistemas productores de agua, infraestructura y tecnología de saneamiento; calidad del agua; organización y gestión de los servicios de saneamiento; la dimensión económica y valoración del agua en los servicios de saneamiento.

Las cifras en el mundo son alarmantes:

- 4 billones de personas carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, como retretes o letrinas.

- Más del 80% de las aguas residuales resultantes de actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación.
- Cada día, alrededor de 1000 niños mueren debido a enfermedades diarreicas asociadas a la falta de higiene.

Frente a esta situación, los Objetivos de Desarrollo Sostenible proponen metas hasta el 2030, entre ellas mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial

3.2 ESTUDIO DE CASO: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN LA LÍNEA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO HUMEDALES

3.2.1 CONTEXTO INSTITUCIONAL

La Universidad Nacional Agraria La Molina en Perú (UNALM) y la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) en Brasil, son instituciones de régimen público, sus sistemas de investigación son similares y están conformados por: centros, grupos, laboratorios e institutos de investigación.

Adicionalmente, tienen en común el desarrollo de proyectos en temas de saneamiento desde sus grupos de investigación, como son: el Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento Sostenible (GIASS), liderado por la profesora Rosa Miglio Toledo en la UNALM y el grupo de Estudios en Saneamiento Descentralizado (GESAD), liderado por el profesor Pablo Heleno Sezerino en la UFSC.

▪ Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento Sostenible-GIASS

El grupo de investigación está adscrito a la Facultad de Ingeniería Agrícola y liderado por la Profesora e Investigadora Rosa Miglio. Tiene por objetivo el desarrollo de proyectos de

investigación en temas relacionados con el abastecimiento de agua para poblaciones rurales, uso de fuentes alternativas de agua (lluvia, neblina), sistemas domiciliarios como filtros cerámicos, filtros bioarena y desinfección solar), tratamiento de aguas residuales con humedales artificiales, tecnologías de saneamiento sostenible, higienización de sub productos de saneamiento (aguas residuales, aguas grises, lodos de plantas de tratamiento, heces y orina), manejo de residuos sólidos y medidas de mitigación de gases de efecto invernadero desde el tratamiento de aguas residuales.

▪ **Grupo de Estudios en Saneamiento Descentralizado – GESAD**

El Grupo GESAD está adscrito al Departamento de Ingeniería Ambiental y fue creado oficialmente en el año 2004. Desde su implementación, tiene por objetivo el desarrollo y promoción de investigaciones relacionadas a la mejora de los servicios de saneamiento, envolviendo actividades de tratamiento de efluentes sanitarios, domésticos e industriales, empleando principalmente la tecnología conocida como **humedales construidos**, separación de aguas grises y negras y su correcta gestión buscando su reutilización.

En la presentación de ambos grupos se puede identificar que el estudio y aplicación de sistemas de humedales construidos es un tema de interés aplicado al tratamiento de aguas residuales. Estos sistemas vienen siendo estudiados en la UNALM, incluso antes de la oficialización de creación de grupos; sin embargo, los trabajos culminaban muchas veces con la tesis de pregrado; donde los periodos de evaluación son cortos y la cantidad de datos colectados no son suficientes para evidenciar o validar la eficiencia del tratamiento. A diferencia del grupo brasilero, las exigencias desde el nivel de pregrado son mayores porque su política de investigación promueve y genera mayor competitividad y competencia entre investigadores; logrando redactar un artículo científico desde la culminación de su Trabajo de Conclusión de Curso (equivalente a una tesis de pregrado en Perú).

3.2.2 OBJETIVOS

a. Objetivo general

Promover el uso de humedales construidos, para el tratamiento de aguas residuales domésticas

b. Objetivos específicos

- Desarrollar proyectos de investigación, aplicando humedales construidos en condiciones de clima cálido.
- Establecer estrategias operacionales en sistemas de humedales construidos, que permitan alcanzar un nivel de tratamiento que cumpla con las normativas de las instituciones reguladoras competentes.
- Identificar experiencias de grupos de investigación vinculados a la línea de estudio, para la definición de criterios de diseño de humedales construidos en climas cálidos.

3.2.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO

En este estudio se describen las principales funciones desempeñadas en actividades de investigación propiamente dicha, como miembro de dos grupos de investigación en diferentes periodos. En la UFSC durante el periodo de marzo 2014 a marzo 2016, y en la UNALM de enero 2017 a la actualidad; en ambos casos se participó en el equipo de investigación, y los proyectos se desarrollaron para el tratamiento de aguas residuales, empleando diferentes configuraciones de humedales.

Las principales funciones desempeñadas se enlistan a continuación :

- Apoyo en la formulación del proyecto, selección de materiales y equipos, preparación y ajuste de cronograma de actividades y presupuesto estimado.
- Coordinación de actividades con miembros del equipo de investigación.
- Preparación, adaptación y/o elaboración de instrumentos para colecta de información relevantes a la temática del proyecto.
- Análisis y procesamiento de información colectada a nivel internacional sobre sistemas de humedales de tratamiento.

- Búsqueda de revistas y selección de artículos científicos para discusión de resultados
- Apoyo en la realización de análisis de calidad de agua y colecta de muestras.
- Discusión de resultados con miembros del equipo de investigación.

Actualmente participo en dos proyectos ganadores de fondos concursables del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación de CONCYTEC: (i) 3ra Convocatoria Conjunta Multi-Temática ERANetLAC y (ii) Concurso de Proyectos de Investigación Aplicada en Construcción y Saneamiento. Como tercer proyecto considero importante incluir el proyecto brasilero, financiado por la Fundación Nacional de la Salud en la misma línea temática de los dos mencionados anteriormente (Tabla 8); aplicación de humedales en el tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales.

Tabla 8: Proyectos desarrollados como co-investigadora

Nombre del proyecto	Instituciones participantes	Tópicos desarrollados
The Constructed Wetlands Knowledge Platform for sustainable development (CWetlandsData)	Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover (LUH) – Alemania AGH University of Science and Technology – Polonia University of San Carlos of Guatemala (USAC) – Guatemala Cultura Ambiental – Uruguay Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú	Tecnologías de la Información y Comunicación Soluciones basadas en la naturaleza
Optimización del diseño de humedales contruidos para el tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales con fines de reúso de efluente tratado (HUMEDART)	Universidad Nacional Agraria La Molina – Perú	Construcción y Saneamiento
Filtros plantados con macrófitas (Wetlands contruidos) empregados no tratamiento descentralizado de esgotos	Universidad Federal de Santa Catarina - Brasil	Tratamiento de aguas y efluentes domésticos Sistemas de saneamiento descentralizado

Proyecto: The Constructed Wetlands Knowledge Platform for sustainable development (CWetlandsData)

Inicialmente, se llevó a cabo un análisis de los requisitos de los usuario a través de una encuesta de expertos de dos pasos, distribuida globalmente a través de las redes sociales y las redes objetivo. Esto permitió definir parámetros clave, información y funciones a implementar en la plataforma. A partir de esto, se seleccionaron datos preestablecidos, destacando alrededor de 70 parámetros relacionados a los humedales construidos, en una plataforma basada en GIS de nivel piloto en colaboración con una empresa especializada del TICs (Figura 10).

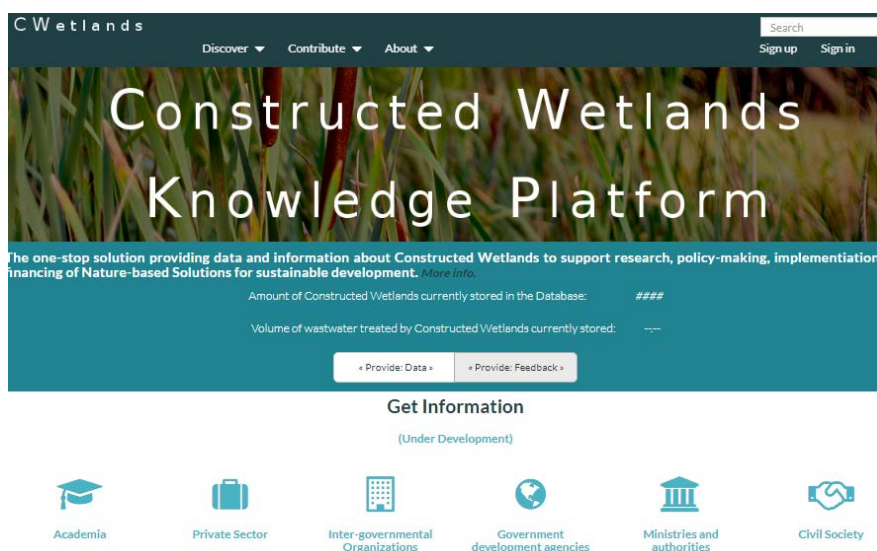


Figura 10. Plataforma inicial con secciones diferenciadas por actores involucrados

Proyecto: Optimización del diseño de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales con fines de reúso de efluente tratado (HUMEDART)

El proyecto HUMEDART busca determinar las condiciones de diseño y operación de humedales construidos, combinando los diferentes tipos de sistemas, adaptados al clima cálido de costa peruana y enfocada en reusar el efluente tratado con fines de riego.

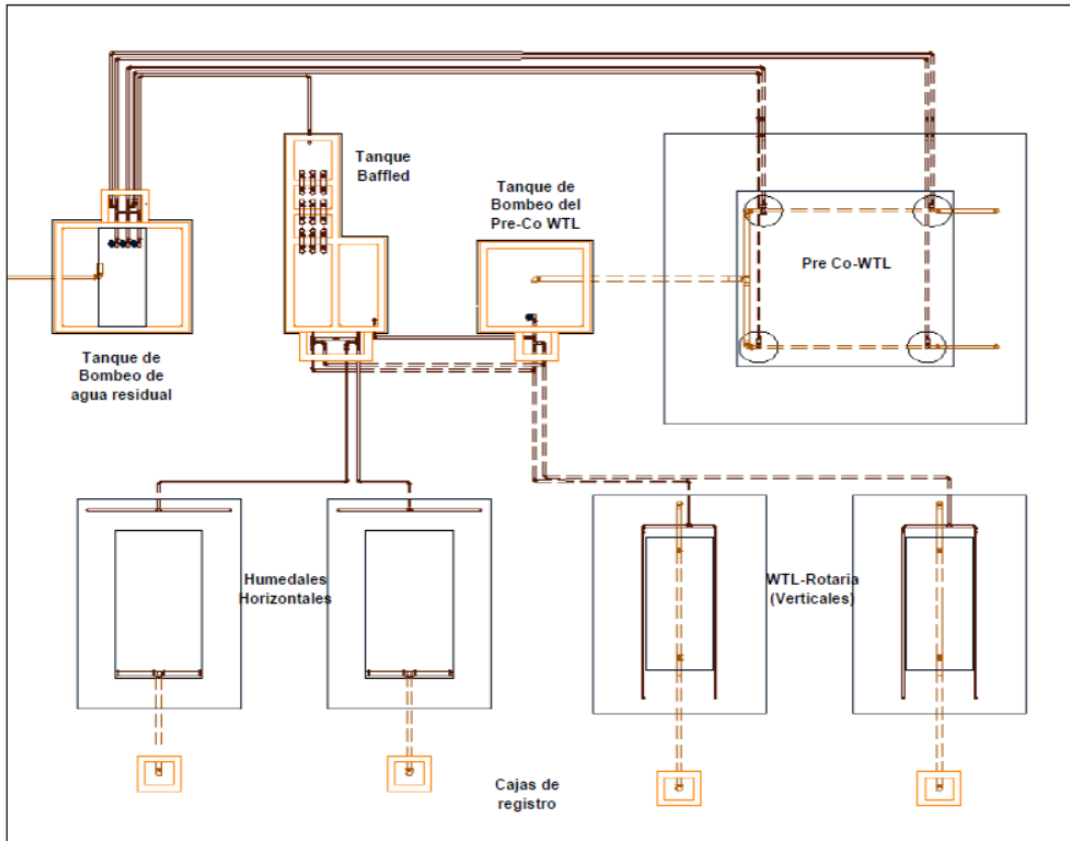


Figura 11. Esquema de distribución de la PTAR UNALM antes del inicio de proyecto

Proyecto: Filtros plantados con macrófitas (Wetlands construidos) empregados no tratamiento descentralizado de esgotos

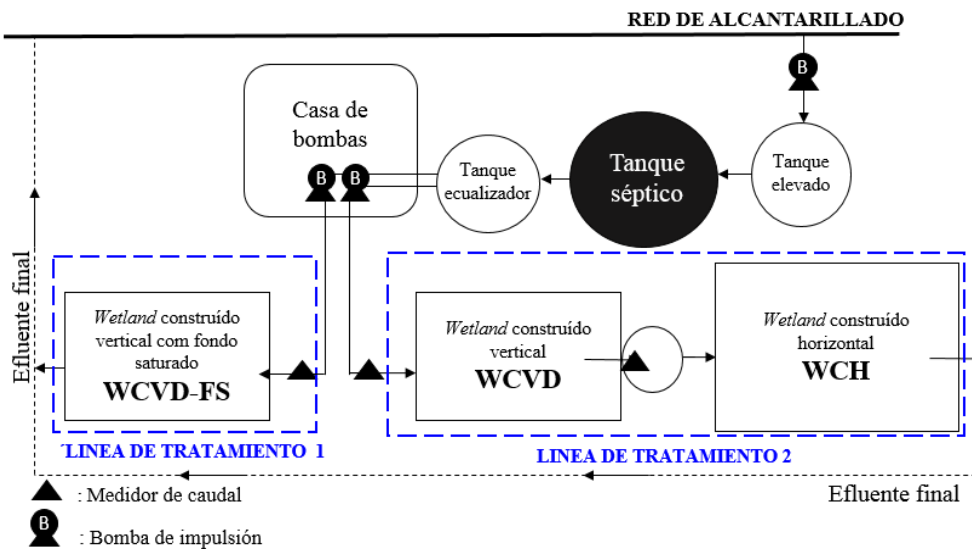


Figura 12. Esquema de distribución de la PTAR piloto de la UFSC construida en el marco del proyecto

Tabla 9: Características de los humedales en las dos líneas de tratamiento

Característica	Línea de tratamiento 1	Línea de tratamiento 2	
	WCVD-FS	WCVD	WCH
Sentido de flujo	Vertical descendente	Vertical descendente	Horizontal
Saturación del material filtrante	Constante	Intermitente	Constante
Altura de saturación desde o fondo (m)	0,40	-	0,73
Área superficial (m ²)	7,3	7,6	16,0
Número de macrófitas transplantadas	27	32	53
Densidad de transplante (plantas.m ⁻²)	3,7	4,2	3,3

Como se menciona anteriormente, los proyectos buscan brindar solución a la problemática ambiental de la contaminación de fuentes de agua mediante el uso de humedales construidos para el tratamiento de las aguas residuales; asimismo, en uno de los proyectos se incluye el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), buscando generar una base de datos que albergue información importante de los diferentes sistemas implementados a nivel mundial. Para este proyecto se ha formado un consorcio con instituciones de cinco países: Alemania, Polonia, Uruguay, Guatemala y Perú.

Asimismo, Pastor *et al.* (2017) consideran que el dimensionamiento y las características físicas del humedal construido dependen de la localización de la planta, de las características climáticas de la zona, de la calidad del agua afluente, de la calidad del agua deseada y de las restricciones de calidad de vertido de aguas tratadas, exigida por las autoridades locales.

a. Identificación de situaciones problemáticas específicas en los grupos de investigación

Las situaciones problemáticas han sido abordadas desde el aporte o contribución como capital humano, además del aporte de conocimientos adquiridos en el campo del saneamiento, específicamente en el tratamiento de aguas residuales (Tabla 10).

Tabla 10: Situaciones problemáticas identificadas

Órgano o dependencia	Situación problemática identificada
Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento Sostenible (GIASS-UNALM)	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de sistematización de experiencias propias del grupo del trabajo con humedales de tratamiento • Falta de un miembro del equipo especializado para la formulación de proyectos • Poca información sobre experiencias en diseño y monitoreo de humedales de tratamiento para Perú • Inexistencia de una base de datos de la aplicación y uso de humedales de tratamiento en Latinoamérica que incluya la geolocalización, • Poco confiabilidad del uso de los sistemas de humedales por falta de inclusión de la tecnología en los manuales o guías de saneamiento del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento
Grupo de Estudio en Saneamiento Descentralizados (GESAD – UFSC)	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa información sobre macrófitas en el tratamiento de aguas residuales en los trabajos del grupo • Necesidad de monitoreo de la operación diaria de la planta de tratamiento • Levantamiento de información de sistemas de humedales en escala real instalados próximos a la universidad • Falta de personal técnico y presupuesto para ensayos en suelos y plantas

b. Estrategias de solución propuestas

Como miembro del GIASS-UNALM

- **Recopilación de información histórica o antecedentes para la elaboración de línea base del grupo para proyectos de investigación**

Como fuente primaria de información se revisaron las tesis de pregrado de los últimos 7 años o actas de sustentación que garanticen actividades en relación a la aplicación de humedales en el tratamiento de aguas residuales.

- **Apoyo en la formulación de proyecto de investigación considerando las indicaciones de las bases de la convocatoria**

De acuerdo con las políticas de la universidad sobre postulación a fondos concursables, el aporte que puede realizar la UNALM es de tipo no monetario, siendo uno de los principales requisitos a verificar. Adicionalmente, siendo una fortaleza el conocimiento de diferentes plataformas de postulación, se puede aplicar a más de una convocatoria sin problemas.

- **Formulación de proyectos en la búsqueda de generar data validada sobre sistemas de humedales con diferentes condiciones de operación y cargas.**

En el grupo de investigación, cada miembro es responsable por el logro de un objetivo del proyecto; sin embargo, actualmente los sistemas estudiados son los de la planta piloto ubicada en la UNALM; es por ello que se puede compartir algún dato.

Los proyectos disponen de personal de apoyo, así como la participación de tesis de pregrado y posgrado; lo que hace que mi participación en esta primera etapa sea más desde la supervisión; sin embargo, el grupo busca unificar metodologías que sean propias del laboratorio para el análisis de aguas residuales, así como también lodos provenientes de diferentes sistemas de tratamiento.

- **Preparación de herramientas de colecta de datos para elaboración de diagnóstico de sistemas de humedales de tratamiento en Latinoamérica, considerando diferentes actores involucrados: empresa, academia, organismos de gobierno, entre otros.**

Esta estrategia de solución o propuesta está relacionada al proyecto con fondos de ERANet LAC, porque debido a problemas administrativos el proyecto se paralizó desde hace varios meses y en el mes de julio de este año ha reiniciado. Apenas hemos logrado identificar la demanda de diferentes sectores en el uso de sistemas de humedales y la adaptación de una encuesta que permita tener un primer diagnóstico de los usuarios.

Sobre la colecta de datos es importante diseñar nuevas herramientas para la colecta de datos de manera uniforme entre los miembros del grupo; es decir que los resultados de medición de parámetros físico-químicos y microbiológicos se mantengan en copia en el laboratorio.

- **Revisión de normativa existente referente a otras tecnologías en la búsqueda de proponer una guía de diseño, operación, mantenimiento y monitores de sistemas de humedales en condiciones de costa peruana**

Como uno de los resultados o productos del proyecto de investigación aplicada en construcción y saneamiento, es la elaboración de una guía de diseño se estos sistemas en condiciones de costa peruana, se está realizando la sistematización de las normas vigentes para comparación de eficiencias de otras tecnologías frente a los humedales.

Como miembro del GESAD

- **Evaluación técnica de macrófitas en diferentes configuraciones de humedales**

En sistemas de humedales muchos autores indican que las plantas cumplen un función importante en el tratamiento; sin embargo, hay otros que difieren de ello. De cualquier manera, la cuantificación de esta participación en la remoción de nutrientes debe considerarse para un correcto balance de cargas en los sistemas.

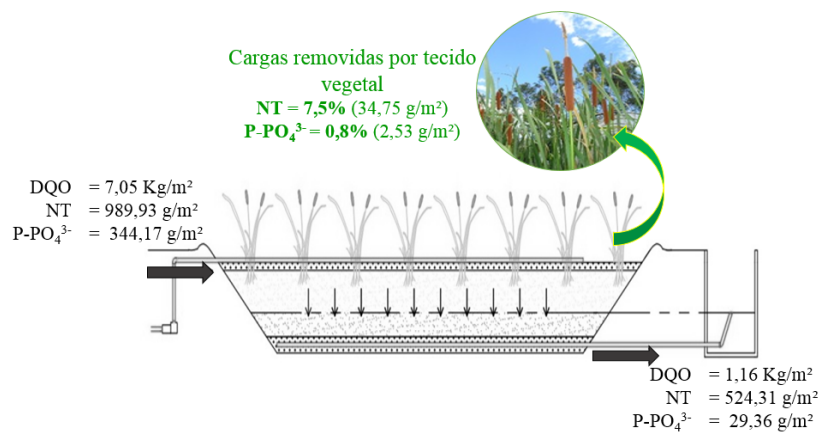


Figura 13. Remoción de Nitrógeno y Fósforo por el tejido foliar en un humedal vertical con fondo saturado

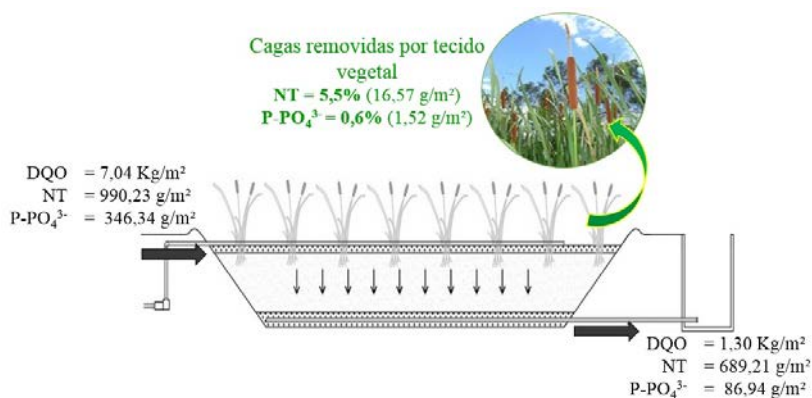


Figura 14. Remoción de Nitrógeno y Fósforo por el tejido foliar en un humedal vertical de flujo libre

Como parte de la evaluación realizada se obtuvieron valores menores al 10 % de remoción en términos de carga de nitrógeno, para humedales de flujo vertical, mostrando mejor performance el humedal de fondo saturado (Figura 13 y Figura 14); en tanto que en el humedal de flujo horizontal se obtuvo 16% de remoción (Figura 15).

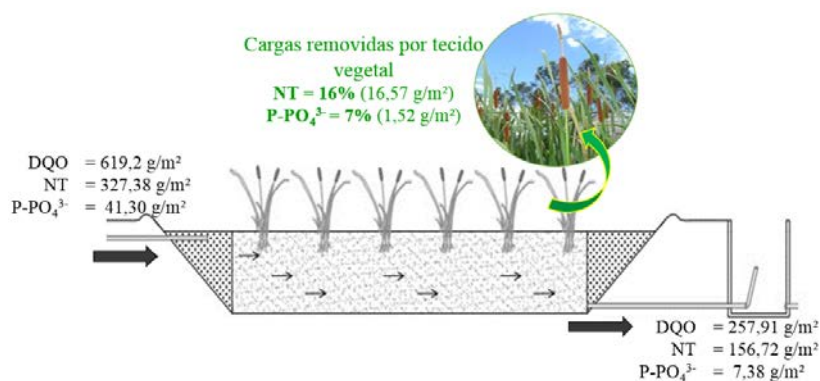


Figura 15. Remoción de nitrógeno y fósforo por el tejido foliar en un humedal de flujo horizontal

- **Definición de metodologías, análisis en laboratorio y discusión de resultados periódica**

Para la caracterización de aguas residuales se emplearon métodos de laboratorio de acuerdo con la *American Public Health Association* (Tabla 11).

Tabla 11: Parámetros de caracterización de aguas analizados en los sistemas de colecta evaluados por el equipo GESAD

Parámetros	Unidad	Metodología empleada
pH	-	Método potenciométrico (APHA, 2005)
Alcalinidad	mg.CaCO ₃ .L ⁻¹	Método titulométrico (APHA, 2005)
DQO	mg.L ⁻¹	Digestión en reflujo cerrado - (APHA, 2005)
DBO ₅	mg.L ⁻¹	Método manométrico - (APHA, 2005)
ST	mg.L ⁻¹	Método gravimétrico - (APHA, 2005)
SS	mg.L ⁻¹	Método gravimétrico - (APHA, 2005)
NT	mg.L ⁻¹	Método colorimétrico –Digestión de persulfato – Kit Hach®
N-NH ₄ ⁺	mg.L ⁻¹	Método de Vogel - (1981)
N-NO ₃ ⁻	mg.L ⁻¹	Método brucina - (APHA, 1998)
N-NO ₂ ⁻	mg.L ⁻¹	Método colorimétrico - (APHA, 1998)
P-PO ₄ ³⁻	mg.L ⁻¹	Método colorimétrico do ácido vanadomolibdofosfórico - (APHA, 1998)

- **Revisión de cada componente de la PTAR (Pre-tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, medidores de caudal, sistema de bombeo, otros)**



Figura 16. Planta piloto de tratamieto de la Universidad Federal de Santa Catarina



Figura 17. Panel de operación y control de bombas con timmer

- **Monitoreo periódico de diferentes sistemas de humedales y reporte del estado actual y operacional**

Se realizaron diferentes monitoreos para evaluar la eficiencia de los sistemas luego de varios años de operación. En el barrio Agronómica, localizado a 5 Km de distancia desde la universidad, se evaluó un sistema de flujo horizontal con más de 10 años de operación (Figura 18). Asimismo, en la empresa PLASC ubicada a 20 Km de la UFSC, se evaluó un sistema compuesto por un reactor anaerobio y un humedal vertical para el tratamiento de las aguas residuales de sus oficinas y cafetería de uso exclusivo del personal (Figura 19).

Finalmente, se realizó el monitoreo periódico de un sistema condominial, siendo uno de los más grandes al sur de Brasil y con alta eficiencia desde su inicio de operación (Figura 20).



Figura 18. Colecta de muestras en el sistema del Barrio Agronómica con más de 10 años de operación



Figura 19. Identificación de problema de comatación en un humedal de flujo vertical



Figura 20. Humedal instalado en un condominio residencial con funcionamiento por cuadrantes alternados.

c. Competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional en relación al desempeño

Durante el desempeño como miembro de los equipos de investigación en las universidades, es claro el logro o alcance de objetivos con trabajo en equipos multidisciplinarios que puedan enriquecer a las discusiones de resultados o desde las propuestas metodológicas aplicadas.

Así también, toda investigación atiende o responde a una problemática claramente identificada en la sociedad o en un sector productivo; y es por ello que la divulgación científica cobra importancia. La capacidad de transmitir las ideas de manera clara dirigidas

a todo tipo de público se pudo poner en práctica, e incluso se ha ido mejorando con la práctica constante debido a la participación en eventos científicos que facilitan el intercambio de conocimientos con otros especialistas de la misma área.

En los proyectos se pudieron poner en práctica los conocimientos adquiridos en los cursos de Saneamiento, principalmente en la aplicación de técnicas y/o métodos de laboratorio para la caracterización de aguas residuales, identificación del cumplimiento de la normativa de calidad del agua, aplicación de criterios de diseño y construcción de sistemas de saneamiento, entre otros.

3.2.4 RESULTADOS O LOGROS VINCULADOS AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En el GIASS-UNALM

- 01 Proyecto en ejecución en consorcio con instituciones académicas y empresas de diferentes países en la línea de Saneamiento y Tecnologías de la Información y Comunicación (Proyecto CWetlands data - Contrato N°138-2018-FONDECYT)
- 01 Proyecto en ejecución como entidad solicitante con fondos adjudicados por concurso a nivel nacional (Proyecto Humedart - Contrato N°128-2018-FONDECYT)
- Información histórica de actividades de investigación del grupo liderado por la Profesora e Investigadora Rosa Miglio.
- 01 Base de datos con listado de eventos periódicos y futuros para la divulgación de resultados de la investigación en el tratamiento de aguas residuales.
- A la fecha se cuenta con resultados preliminares de la eficiencia de los tratamientos desde el inicio del proyecto.

En el GESAD-UFSC

- Se logró identificar el papel de la macrófita *Typha domingensis*, en la remoción de nutrientes bajo condiciones de carga específicas del sistema y condiciones de operación por pulsos de alimentación.

- Definición de una metodología para la medición y evaluación de las macrófitas, en coordinación con especialistas del Departamento de Agronomía del Centro de Ciencias Agrarias.
- Monitoreo del primer año de operación de la planta piloto de la UFSC, a cargo del GESAD.
- 01 Base de datos de condiciones operacionales que se registraba en cada uno de los sistemas en evaluación.
- 01 Base de datos de caracterización fisicoquímica y microbiológica durante el primer año de operación de la planta piloto.
- Apoyo en el monitoreo de sistemas de humedales instalados en diferentes ciudades cercanas - Sistema Condominial, Sistema Agronómica y Sistema de Empresa.
- 01 Artículo científico publicado en la revista brasilera Engenharia y Construcción Civil (ISSN 2358-0259) como co-autor.
- 02 Trabajos aceptados como presentación oral (1) y poster (1) en el II Simposio Brasileiro de Humedales Construidos
- 03 Trabajos aceptados como presentación oral (2) y poster (1) en la III Conferencia Panamericana de Sistemas de Humedales para el Tratamiento y Mejoramiento de la Calidad del Agua

3.2.5 CONCLUSIONES

Actualmente el diseño de humedales no se incluye en la normativa peruana, lo que dificulta su promoción como una tecnología eficiente; a pesar de mostrar resultados similares o en algunos casos mejores que las tecnologías convencionales y con menor demanda de energía para su operación.

El grupo de investigación de la UNALM, viene desarrollando proyectos sobre humedales desde hace más de 10 años; consolidándose en estos últimos años por el incremento de las tesis y artículos publicados, además de proyectos en ejecución.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La formación brindada durante los años de estudio de la carrera de Ingeniería Agrícola ha permitido el desempeño laboral desde dos ámbitos profesionales, como gestor de investigación e investigador en la línea de tratamiento de aguas residuales; brindando una visión general de las diferentes problemáticas y la capacidad de proponer soluciones viables con un enfoque integral.

Se recomienda mantener contacto con los egresados, como aliados en la búsqueda de mejora continua para contribuir a lograr la acreditación de la carrera ante el Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa (SINEACE).

Debe considerarse reforzar las capacidades de docentes y estudiantes en temas de propiedad intelectual e innovación, para lograr una vinculación universidad-empresa que permita el despliegue de fondos por parte del sector privado, en la búsqueda de soluciones a diferentes problemas que puede atender un profesional de la carrera de Ingeniería Agrícola.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capítulo 1

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2011). *II Censo Nacional Universitario: Principales resultados 2010*.

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. (2016). *I Censo Nacional de Investigación y Desarrollo a Centros de Investigación 2016*.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2014). *Encuesta Nacional de Egresados Universitarios y Universidades 2014*.

Facundo, D. (2009). La Gestión De La Investigación: Una Exigencia De La Sociedad Del Conocimiento. *Revista Científica “General José María Córdova,”* 5(7), 23–32. [fecha de Consulta 14 de Agosto de 2020]. ISSN: 1900-6586. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4762/476248849005>

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. (2019). *Guía práctica para la identificación, categorización, priorización y evaluación de líneas de investigación*.

Gestión de la Investigación: Entrevista Mg. Carlos Chávez, Director de Gestión de Investigación PUCP. (2014, 4 diciembre). [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=8WY_tHBuuOM

Capítulo 2

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2017). Plan Nacional de Agua y Saneamiento 2017-2021.

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. (2016). *I Censo Nacional de Investigación y Desarrollo a Centros de Investigación 2016*. Lima: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

Towards the Constructed Wetlands Knowledge Platform for sustainable. (2020, 3 julio). EU-CELAC. Disponible en <https://www.eucelac-platform.eu/project/towards-constructed-wetlands-knowledge-platform-sustainable-development>

Pastor, R., Arias, C., & Miglio, R. (2017). Humedales construidos para la depuración de aguas residuales. Universidad Nacional Agraria La Molina.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Definiciones Básicas

Línea de investigación: es un eje temático (disciplinario o interdisciplinario) lo suficientemente amplio y con orientación disciplinaria y conceptual, que se utiliza para organizar, planificar y construir, con una cierta programación, sistematización y prospectiva, el conocimiento científico en un campo específico de la ciencia y la tecnología. La línea de investigación se enmarca dentro de un área de investigación.

Investigación Científica: Es todo aquel estudio básico o aplicado, original y planificado, que tiene como finalidad obtener nuevos conocimientos científicos o tecnológicos. Ejemplo: Una empresa realiza experimentos para investigar plantas de camu camu utilizando modelos estadísticos que identifican a las que tienen mejores propiedades físicas y químicas.

Desarrollo Tecnológico: Es la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, a un plan o diseño en particular para la producción de materiales, productos, métodos, procesos o sistemas nuevos o sustancialmente mejorados, antes del comienzo de su producción o utilización comercial. Ejemplo: Una empresa desarrolla una formulación nutraceutica (ejemplo: una bebida), utilizando las especies con mejores propiedades físicas y químicas identificadas en la investigación.

Innovación Tecnológica: Interacción entre oportunidades del mercado y el conocimiento base de la empresa y sus capacidades. Implica la creación, desarrollo, uso y difusión de un nuevo producto, proceso o servicio y los cambios tecnológicos significativos del mismo. Consideran la innovación de producto y la de proceso. Ejemplo: Realización de pruebas,

validaciones, empaquetamiento y formulación final para el desarrollo de una bebida nutracéutica dirigida a infantes basada en Camu Camu. Este proceso debe derivar en el producto final a ofrecerse al usuario, con las características de la bebida, dosis idóneas, contraindicaciones, y toda información relevante para su adecuada comercialización e ingreso al mercado.

Revista Indizada: Documento de publicación periódica que contiene artículos de investigación y que forma parte de bases de datos, luego de analizar sus procedimientos de selección (participación de pares, calidad de contenido, metodología y factor de impacto).

Sistema de Gestión de Calidad: Conjunto de elementos del programa de estudios o institución interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos, relacionado con la calidad.

Anexo 2. Relación de convocatorias nacionales e internacionales difundidas entre docentes durante el periodo 2016 - 2019

Agencia de Fomento a la Investigación	Convocatorias identificadas relacionadas a las líneas de investigación FIA
Vicerrectorado de Investigación UNALM	<ul style="list-style-type: none"> - Concurso para subvención de tesis de pregrado (Edición 2019, 2018) - Concurso Participación en eventos científicos (Edición 2018, 2019) - Concurso de Proyectos de Investigación Junior (Edición 2018) - Concurso de Proyectos de Investigación Junior con base tecnológica (Edición 2018) - Concurso de Proyectos de Investigación Junior “Reto Hersil” (Edición 2018) - Subvención de tesis de pregrado (Edición 2018) - Subvenciones para asistencia a congresos y reuniones científicas internacionales “VLIR” (Edición 2016) - Fortalecimiento a semilleros de investigación (Edición 2016) - Reparación y Mantenimiento de Equipos para Investigación
Programa Innovate Peru (Ministerio de la Producción)	<ul style="list-style-type: none"> - Concurso de Proyectos de I+D+i “Reto Perú Resiliente”, 2017
Fondo Nacional de Ciencia Tecnología – FONDECYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos de Investigación Básica y Aplicada, 2017 - Concurso SENCICO - Concurso ERANET-LAC - Programas de doctorados en temas estratégicos y generales - Movilización en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica PASANTIAS (Edición 2018, 2019) - Movilización en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica PONENCIAS (Edición 2018, 2019) - Proyectos de Investigación Aplicada en Construcción y Saneamiento (2018, 2019) - Concurso de Círculo de Investigación en Glaciares, 2018 - Mejoramiento de la Infraestructura para Investigación. 2018 - Proyectos de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico, 2018 - Fondo Newton - Concurso Círculos de Investigación en Ciencia y Tecnología (Edición 2016) - Concurso Ideas Audaces (Edición 2016)
Programa Nacional (PNIA)	<ul style="list-style-type: none"> - Concurso Investigación Estratégica Priorizada, 2016 - Convocatoria N° 2-IE-PNIA
CGIAR	<ul style="list-style-type: none"> - Convocatoria CGIAR, 2017
PRONABEC	<ul style="list-style-type: none"> - Becas Alianza del Pacífico – Movilidad estudiantil y académica, 2019
CYTED	<ul style="list-style-type: none"> Proyectos en temas estratégicos, 2017 Redes temáticas
HORIZONTE 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de Investigación e Innovación H2020