

Experiencia en la Elaboración de un Plan de Estudios en Ingeniería del Software considerando los Requerimientos de la Nueva Ley Universitaria Peruana N° 30220, los Criterios de Acreditación de ABET y basado en Recomendaciones de ACM

Marco Aedo López, Ing.¹, Eveling Castro Gutiérrez, Mg.¹

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, maedol@unsa.edu.pe, ecastro@unsa.edu.pe

Abstract— *La elaboración de un plan de estudios de Ingeniería de Software debe tomar en cuenta criterios y recomendaciones internacionales ya que se debe formar profesionales tanto para el mercado nacional como para el internacional. Además, existen requerimientos nacionales procedentes del proceso de Reforma Universitaria y de la Nueva Ley Universitaria N° 30220 producto de este proceso de reforma. El presente trabajo muestra la experiencia de elaboración de un plan de estudios en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú. El plan de estudios consideró los criterios de Acreditación de ABET, la Nueva Ley Universitaria N° 30220, opiniones de representantes de la industria nacional e internacional y experiencias de otros programas de Ingeniería de Software ya acreditados y aplicó las recomendaciones de la ACM para Programas de Ingeniería de Software SE2014. Este nuevo plan de estudios se implementó a partir del 2017 y para este año ingresamos al quinto año de su implementación. Destacamos las dificultades encontradas y los resultados obtenidos de la elaboración del plan de estudios.*

Keywords— *Mejora Curricular, Ley Universitaria N° 30220, ABET, Ingeniería de Software, ACM SE2014.*

I. INTRODUCCIÓN

En la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú (UNSA), la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas [1] inició su funcionamiento en 1995 y en la actualidad cuenta con 22 promociones de estudiantes egresados. Inicialmente estuvo enfocada a cubrir todo el conocimiento relacionado al área de Computación, área que en las últimas tres décadas ha experimentado un crecimiento exponencial en conocimientos [2]. Los planes de estudio se implementaron en los años 1995, 1997, 2002, luego no hubo procesos de reestructuración o actualización hasta el 2013 y posteriormente en el 2017.

La elaboración e implementación del Plan de Estudios 2013 se realizó luego de un proceso de análisis de oportunidades, fortalezas, amenazas y debilidades, y se optó por alinear el plan de estudios al perfil de Ingeniería de Software, perfil que era el más adecuado debido al campo ocupacional que los egresados y profesionales ejercían [3].

Dicho plan de estudios se basó en las recomendaciones de

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.84>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

la Association for Computing Machinery (ACM) para Programas de Ingeniería de Software, Software Engineering 2004 – Curriculum Guidelines (SE2004) [4], además se consideraron los criterios de Acreditación de Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) [5], opiniones de la industria nacional e internacional y experiencias de otros programas de Ingeniería de Software ya acreditados [3].

Nuestro trabajo presenta la experiencia de elaboración del Plan de Estudios 2017 en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú. Dicha labor se constituyó en todo un reto, ya que el plan de estudios se basó en los requerimientos de la Ley Universitaria N° 30220 [6], consideró los criterios de Acreditación de Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) [5], además de las recomendaciones de la ACM para Programas de Ingeniería de Software, Software Engineering 2014 – Curriculum Guidelines (SE2014) [7]. Resaltamos fundamentalmente las dificultades encontradas al tener que congeniar requerimientos de diferentes fuentes, y resaltamos también, los resultados obtenidos.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: la sección II describe los requerimientos dados por la Ley Universitaria N° 30220. En la sección III se presentan los criterios de ABET y las consideraciones a tener en cuenta en la preparación de un plan de estudios de ingeniería. En la sección IV se describe las recomendaciones actualizadas de ACM para un programa de Ingeniería de Software. En la sección V presentamos el plan de estudios implementado, considerando todos los requerimientos y recomendaciones. En la sección VI resaltamos las dificultades encontradas y los resultados obtenidos. Finalmente presentamos las conclusiones.

II. LA LEY UNIVERSITARIA N° 30220

A. Reforma Universitaria

Según el Ministerio de Educación del Estado Peruano (MINEDU), es un proceso de cambio que busca que los jóvenes puedan acceder a una educación universitaria de calidad, que les brinde las herramientas necesarias para alcanzar sus metas [8]. La Ley Universitaria N° 30220 es el producto más importante de esta reforma universitaria emprendida por el Estado Peruano.

B. Ley Universitaria N° 30220

Fue promulgada el 8 de julio del 2014 y tiene por objeto normar la creación, funcionamiento, supervisión y cierre de universidades. Además, promueve el mejoramiento continuo de la calidad educativa en las universidades como entes fundamentales del desarrollo nacional, de la investigación y de la cultura [6].

La Ley Universitaria N° 30220 fue el punto de partida para que el MINEDU, como ente rector, asuma un compromiso formal con el futuro profesional de los jóvenes e inicie este proceso de reforma. Desde entonces, se han desplegado esfuerzos sin precedentes para elevar la calidad en las universidades públicas y privadas [8].

C. Requerimientos de la Ley Universitaria N° 30220 sobre el Diseño Curricular

En su Artículo 40, la Ley indica que los estudios de pregrado comprenden los estudios generales, los estudios específicos y de especialidad. Además, indica la inclusión de las prácticas preprofesionales y la enseñanza de un idioma extranjero o nativo.

En su Artículo 41, se indica que los estudios generales son obligatorios, deben tener una duración no menor de 35 créditos y estar dirigidos a la formación integral de los estudiantes.

En su Artículo 42, apunta que los estudios específicos y de especialidad de pregrado proporcionan los conocimientos propios de la profesión y de la especialidad correspondiente. El periodo de estudios que le corresponde no debe ser menor a 165 créditos.

D. Reglamento de Estudios Generales

En base a la Ley Universitaria N° 30220 y al Estatuto Universitario de la UNSA [9], el Consejo Universitario aprobó el Reglamento de Estudios Generales [10].

En el Reglamento se indica que los Estudios Generales se organizan a lo largo de la carrera profesional.

En su Artículo 3, se especifica que los Estudios Generales consideran un mínimo de 35 créditos y comprenden 2 franjas de cursos: Reforzamiento de capacidades de aprendizaje (mínimo 20 créditos) y Formación humanística, identidad y ciudadanía (mínimo 15 créditos).

En su Artículo 7, indica que los Estudios Generales se componen de cursos obligatorios definidos por el Vicerrectorado Académico (16 créditos), y cursos y actividades definidas por cada Facultad (mínimo de 19 créditos).

En la Tabla I se puede ver el detalle de los cursos obligatorios definidos por el Vicerrectorado Académico para todas las escuelas profesionales de la Universidad. Cabe destacar que se dio libertad para el establecimiento de los cursos definidos por la Facultad para la escuela profesional, Tabla II.

TABLA I
CURSOS DE ESTUDIOS GENERALES DEFINIDOS POR EL VICERRECTORADO ACADÉMICO PARA TODAS LAS ESCUELAS PROFESIONALES

Reforzamiento de las Capacidades de Aprendizaje		
Curso	Créditos	Horas
Razonamiento Lógico-Matemático	3	2Teo y 2Pr
Comunicación Integral	3	2Teo y 2Pr
Metodología del Trabajo Intelectual Universitario	2	4Pr
Formación Humanística, Identidad y Ciudadanía		
Ética General y Profesional	2	1Teo y 2Pr
Realidad Nacional	2	1Teo y 2Pr
Ciudadanía e Interculturalidad	2	1Teo y 2 Pr
Ecología y Conservación Ambiental	2	1Teo y 2 Pr
Total:	16	

Teo: horas teóricas

Pr: horas prácticas

TABLA II
CURSOS DE ESTUDIOS GENERALES DEFINIDOS POR LA FACULTAD PARA LA ESCUELA PROFESIONAL

Reforzamiento de las Capacidades de Aprendizaje		
Curso	Créditos	Horas
Matemática Básica	4	2Teo y 4Pr
Cálculo en una Variable	4	1Teo y 6Pr
Cálculo en Varias Variables	4	1Teo y 6Pr
Estadística Matemática, Probabilidades y Métodos Empíricos	4	2Teo, 2Pr y 2Lab
Física Computacional	3	2Teo y 2Lab
Inglés	2	1Teo y 2Pr
Formación Humanística, Identidad y Ciudadanía		
Relaciones Humanas en Empresas de Desarrollo de Software y Base Tecnológica	2	1Teo y 2Pr
Talleres de Psicología	2	2Teo
Innovación y Creatividad	3	2Teo y 2 Pr
Taller de Liderazgo y Colaboración	2	2Teo
Total:	30	

Teo: horas teóricas

Pr: horas prácticas

Lab: horas laboratorio

También se puede observar que se cumple lo indicado en el Artículo 3, ya que para la franja de Reforzamiento de capacidades de aprendizaje se alcanzan los 29 créditos (mínimo 20 créditos requeridos) y para la franja de Formación humanística, identidad y ciudadanía se alcanzan los 17 créditos (mínimo 15 créditos requeridos). Ambas franjas suman 46 créditos, cantidad mayor a los 35 créditos mínimos requeridos.

III. ABET

ABET [5] es una reconocida organización internacional dedicada a la acreditación de programas de educación universitaria en ingeniería. La acreditación busca asegurar que la institución satisface los criterios de calidad establecidos.

A. Resultados del Estudiante - Criterio 3

Nos basamos en el Criterio 3 de ABET, el cuál presenta once habilidades, conocimientos y conductas que los estudiantes de ingeniería deben poseer para cuando culminen sus estudios (ver Tabla III). Hay que considerar que se utilizó específicamente el Criterio para Acreditar Programas de Ingeniería 2016 – 2017 [11].

TABLA III
RESULTADOS DEL ESTUDIANTE - CRITERIO 3

(a) Habilidad para aplicar conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería
(b) Habilidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como para analizar e interpretar datos
(c) Habilidad para diseñar un sistema, componente, o proceso para satisfacer necesidades deseadas dentro de restricciones realistas (económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salubridad, seguridad, de manufactura y sostenibilidad)
(d) Habilidad para funcionar en equipos multi-disciplinarios
(e) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
(f) Entendimiento de responsabilidades profesionales y éticas
(g) Habilidad para comunicarse de manera efectiva
(h) La educación general necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social
(i) Reconocimiento de la necesidad de, y la habilidad para comprometerse al aprendizaje de por vida
(j) Conocimiento de asuntos contemporáneos
(k) Habilidad para usar las técnicas, habilidades, y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de la ingeniería

B. Consideraciones de Plan de Estudios – Criterio 5

ABET establece consideraciones generales para todas las carreras de ingeniería y consideraciones específicas a la Ingeniería de Software.

1) Consideraciones Generales

La institución debe asegurarse de que el programa de estudios dedica una atención adecuada y el tiempo para cada componente de acuerdo con los resultados y los objetivos del programa y la institución. El componente profesional debe incluir:

- (i) Un año de una combinación de las matemáticas a nivel universitario y de las ciencias básicas, algunas con experiencia experimental adecuada a la disciplina (mínimo 30 créditos).
- (ii) Un año y medio de ciencias de la ingeniería y de diseño de ingeniería para el campo de estudio específico. Las ciencias de la ingeniería tienen sus raíces en las matemáticas y las ciencias básicas, para llevar a un mayor conocimiento hacia la aplicación creativa. Diseño de ingeniería es el proceso de elaboración de un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas (mínimo 45 créditos).
- (iii) Un componente de estudios generales que complementa el contenido técnico del plan de estudios y es coherente con los objetivos del programa y la institución. Los estudiantes deben estar preparados para la práctica de la ingeniería a través de un programa de estudios que culminaron con una gran experiencia en diseño basado en el conocimiento y habilidades adquiridas en los cursos anteriores y la incorporación de las

normas adecuadas de ingeniería y múltiples limitaciones realistas.

2) Consideraciones específicas a Ingeniería de Software

El plan de estudios debe proporcionar tanto la amplitud y profundidad en toda la gama de temas de ingeniería y ciencia de la computación que implica el título y los objetivos del programa.

El plan de estudios debe preparar a los graduados para analizar, diseñar, verificar, validar, implementar, aplicar y mantener sistemas de software, para aplicar adecuadamente las matemáticas discretas, probabilidad y estadística, y los temas relevantes en ciencia de la computación y disciplinas de apoyo a los sistemas de software complejos, para trabajar en uno o más dominios de aplicación importantes, y para gestionar el desarrollo de sistemas de software.

IV. SOFTWARE ENGINEERING 2014

SE2014 [7] se constituye en un documento de la ACM que define las recomendaciones para Programas de Ingeniería de Software a nivel de pregrado. En él se definen aquellos conocimientos que deben tener los egresados. Además, describe recomendaciones pedagógicas, algunos ejemplos de cursos y patrones de planes de estudio. SE2014 define un cuerpo de conocimiento base, áreas de especialización sugeridas y las competencias del egresado.

A. Cuerpo del Conocimiento

En la Tabla IV se presenta diez áreas de conocimiento. El término área de conocimiento describe una subdisciplina en la Ingeniería de Software. Cada área contiene a su vez unidades, las cuales representan módulos temáticos dentro de cada área [7].

TABLA IV
CUERPO DEL CONOCIMIENTO SE2014: SUBDISCIPLINAS

Área de Conocimiento/ Unidad de Conocimiento	Título	Horas
CMP	Elementos esenciales de Computación	152
FND	Fundamentos de Matemática e Ingeniería	80
PRF	Práctica Profesional	29
MAA	Modelado y Análisis de Software	28
REQ	Análisis y Especificación de Requerimientos	30
DES	Diseño de Software	48
VAV	Verificación y Validación de Software (V&V)	37
PRO	Proceso de Software	33
QUA	Calidad de Software	10
SEC	Seguridad	20

B. Áreas de Especialización para la Ingeniería de Software

También se presentan diferentes alternativas de especialización dentro de la Ingeniería de Software. Estas alternativas no son limitantes ni únicas, podría haber más, y

tampoco indican que se deban seguir todas, lo cual es imposible. Pero dependiendo de las fortalezas de la institución, del mercado laboral objetivo y de la especialización de sus profesores se deberán elegir las más apropiadas para el plan de estudios. En [7] se muestran dichas especializaciones y su descripción.

C. Competencias del Egresado (Outcomes)

Se identifican siete competencias que un egresado de una carrera profesional de Ingeniería de Software debe poseer:

1) Conocimiento Profesional: mostrar dominio de los conocimientos y habilidades de ingeniería de software, y los estándares profesionales necesarios para comenzar la práctica como ingeniero de software.

2) Conocimiento Técnico: demostrar una comprensión y aplicación de las teorías actuales, los modelos y técnicas que proporcionar una base para la identificación y análisis de problemas, diseño de software, desarrollo, aplicación, verificación y documentación.

3) Trabajo en Equipo: el trabajo como individuo y como parte de un equipo para desarrollar y entregar los artefactos de software de calidad.

4) Consideración del Usuario Final: demostrar una comprensión y aprecio por la importancia de la negociación, hábitos de trabajo efectivos, liderazgo y buena comunicación con las partes interesadas en un ambiente típico de desarrollo de software.

5) Diseñar Soluciones en Contexto: diseñar soluciones apropiadas en uno o más dominios de aplicación utilizando los enfoques de Ingeniería de Software que integran las preocupaciones éticas, sociales, jurídicas y económicas.

6) Realizar Concesiones: conciliar los objetivos contrapuestos de los proyectos, la búsqueda de compromisos aceptables dentro de las limitaciones de costo, tiempo, conocimiento, sistemas existentes, y las organizaciones.

7) Desarrollo Profesional Continuo: aprender nuevos modelos, técnicas y tecnologías que van surgiendo y apreciar la necesidad del desarrollo profesional continuo.

V. LA PROPUESTA

Basándonos en los requerimientos de la Ley Universitaria N° 30220, los criterios establecidos por ABET, las recomendaciones de ACM para programas de Ingeniería de Software y el análisis del mercado laboral, se elaboraron el perfil del estudiante, las competencias a desarrollar y el plan de estudios propuesto.

A. El Perfil

El egresado de Ingeniería de Sistemas es competente para emprender y gestionar proyectos de desarrollo de software y de tecnologías de la información, realizando las actividades de análisis, diseño, construcción, verificación, validación, despliegue, documentación y mantenimiento; gestionando el ciclo de desarrollo, los recursos involucrados, el riesgo, costos y seguridad; haciendo uso de los principios de la matemática,

de la computación y de los procesos y prácticas de la ingeniería de modo que satisfagan requerimientos del usuario, cliente o sociedad en el ámbito local, regional, nacional o internacional tanto en el sector privado y/o público.

El egresado de Ingeniería de Sistemas será un profesional comprometido con la problemática de la región y del país y su interacción con la realidad mundial contemporánea, a fin de aportar en el desarrollo del país por medio de una práctica profesional responsable e integral que entienda el impacto de las soluciones de software y de tecnologías de la información considerando otras posiciones, evaluando las implicancias y/o consecuencias de sus propuestas. El egresado de Ingeniería de Sistemas trabaja en equipos multidisciplinarios adaptándose a diferentes entornos laborales, comunicando sus ideas de manera efectiva y reconociendo la necesidad del aprendizaje permanente como herramienta para adaptarse a los rápidos cambios tecnológicos, organizacionales y sociales con una actitud proactiva y de liderazgo y como agente de cambio con propuestas innovadoras.

El egresado de Ingeniería de Sistemas es un investigador nato, indaga en fuentes de información diversas para adquirir conocimiento que le permita resolver problemas que le sean propuestos, constituye propuestas originales, las cuales son susceptibles de publicación en medios nacionales e internacionales de reconocido prestigio.

B. Competencias

Nuestra propuesta de plan de estudio considera como base los once resultados del estudiante indicados por ABET (a - k) y además incluye habilidades derivadas de las consideraciones específicas a Ingeniería de Software (l, m, n, o, p, q r). La Tabla V muestra detalladamente dichas competencias.

TABLA V
COMPETENCIAS DEL NUEVO PERFIL PROFESIONAL

(a). Aplica de forma transformadora conocimientos de matemática, computación e ingeniería como herramienta para evaluar, sintetizar y mostrar información como fundamento de sus ideas y perspectivas para la resolución de problemas.
(b). Genera de forma responsable prototipos, experimentos y modelos, con el fin de analizar e interpretar información para la toma de decisiones fundamentadas y objetivas.
(c). Diseña responsablemente sistemas, componentes o procesos para satisfacer necesidades dentro de restricciones realistas: económicas, medio ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud, de seguridad, manufacturación y sostenibilidad.
(d). Trabaja éticamente, de manera efectiva, en equipos multidisciplinarios, adaptándose a diferentes entornos laborales y nuevas situaciones, con colaboradores de diversa formación y cultura.
(e). Identifica de forma reflexiva y responsable, necesidades a ser resueltas usando tecnologías de información y/o desarrollo de software en los ámbitos local, nacional o internacional, utilizando técnicas, herramientas, metodologías, estándares y principios de la ingeniería.

(f). Asume su responsabilidad profesional y ética, en el desempeño de las tareas o actividades de su profesión, contribuyendo de manera competente y con prácticas innovadoras a la industria, la academia y/o el sector público.
(g). Comunica con tolerancia, a público de diferentes especialidades, culturas y jerarquías de forma clara y efectiva ideas, resultados y productos relacionados al desarrollo de su ejercicio profesional.
(h). Asume una posición reflexiva sobre el impacto de las soluciones de software y tecnología de la información, en un contexto local, nacional, global, económico, ambiental y sustenta mediante la evaluación de evidencia relevante a dicha posición, evaluando las implicancias y/o consecuencias.
(i). Practica el aprendizaje permanente, como herramienta para adaptarse a los rápidos cambios tecnológicos, organizacionales y sociales, con una actitud proactiva y de liderazgo y como agente de cambio.
(j). Conoce la problemática social, histórica, política, económica, cultural, y medioambiental de la región y del país y su interacción con la realidad mundial contemporánea, a fin de aportar en el desarrollo del país por medio de una práctica profesional responsable e integral.
(k). Aplica responsablemente, teorías, modelos, procesos y técnicas apropiadas que brindan las bases para la identificación de problemas, el análisis, diseño, desarrollo, implementación, verificación y documentación de productos de software y tecnología de la información.
(l). Gestiona de forma ética, Proyectos de Software y/o Tecnologías de la Información conciliando objetivos mediante la negociación de requerimientos dentro de las limitaciones de recursos para lograr satisfacer necesidades del usuario tanto locales como nacionales o internacionales.
(m). Construye responsablemente soluciones siguiendo un proceso adecuado llevando a cabo las pruebas ajustadas a los recursos disponibles del cliente.
(n). Mantiene responsablemente Software para que se adecue a las necesidades cambiantes del usuario, cliente o sociedad mediante la aplicación de técnicas y procedimientos establecidos que siguen estándares de calidad.
(o). Asegura la calidad del software mediante la aplicación de pruebas, validaciones y estándares de seguridad para garantizar el correcto funcionamiento del producto considerando el impacto productivo y social.
(p). Aplica de forma flexible técnicas, métodos, principios, normas, estándares y herramientas de ingeniería necesarias para la construcción de software e implementación de sistemas de información.
(q). Diseña soluciones informáticas apropiadas para uno o más dominios de aplicación utilizando los principios de ingeniería que integran consideraciones éticas, sociales, legales y económicas entendiendo las fortalezas y limitaciones del contexto.
(r). Investiga nuevos modelos, metodologías, técnicas, herramientas y tecnologías por ser necesarias para mantener la vigencia en el desempeño profesional.

C. Plan de Estudios

Considerando todas las fuentes descritas previamente se elaboró el Plan de Estudios 2017.

Respetando las recomendaciones generales y específicas de ABET, en [12] se muestra el Plan de Estudios 2017 con los cursos y el match correspondiente con las competencias por cada curso.

En la Fig. 1 se muestra la malla correspondiente al Plan de Estudios 2017, pero dando énfasis a los requerimientos de la Ley Universitaria N° 30220, ahí se pueden observar la estructura de prerequisites de los cursos y la codificación por colores según el tipo de componente. Así, se pueden observar las dos franjas de los cursos de los Estudios Generales y los cursos de los Estudios Específicos y de Especialidad. También se observan la cantidad de créditos, horas teóricas, horas prácticas y horas laboratorio de cada curso. En la Tabla VI se muestra el resumen de los cursos y los créditos por componente, observándose el cumplimiento a los requerimientos de la Ley Universitaria N° 30220.

En la Fig. 2 se muestra la malla correspondiente al Plan de Estudios 2017, pero dando énfasis a las recomendaciones de ACM y al proceso de Acreditación de ABET, ahí se pueden observar la estructura de prerequisites de los cursos y la codificación por colores según el área y subárea de cada uno. Así, se pueden observar las áreas de: Tópicos de Ingeniería, Educación General, Matemáticas y Ciencias Básicas, y otros. Se muestra, además, la cantidad de créditos, horas teóricas, horas prácticas y horas de laboratorio para cada curso.

En la Tabla VII se muestra el resumen de los cursos y los créditos por área y subárea y se puede observar el cumplimiento de los requerimientos de ABET y ACM.

Cabe destacar que el área de Educación General indicada por ABET coincide en parte con los cursos de Estudios Generales requeridos por la Ley Universitaria N° 30220.

Además, se han considerado para el Plan de Estudios 2017, tres áreas de especialización que se exponen en la Tabla VIII: (i) Multimedia, Juegos y Sistemas de Entretenimiento, (ii) Sistemas para Plataformas Móviles y (iii) Sistemas de Información y Procesamiento de Datos. Dicha especialización se produce en los tres últimos semestres con el sistema de cursos electivos y dónde los estudiantes deben seguir 2 áreas de especialización para alcanzar el creditaje de 220 para lograr egresar.

Es importante resaltar que además de los 220 créditos indicados, el estudiante durante sus 5 años de estudios, deberá lograr obligatoriamente 6 créditos en Actividades Artístico, Culturales y Deportivas para lograr alcanzar la condición de egresado, requerimiento especificado en el Reglamento de Estudios Generales de la UNSA.

PLAN CURRICULAR INGENIERÍA DE SISTEMAS - UNSA 2017

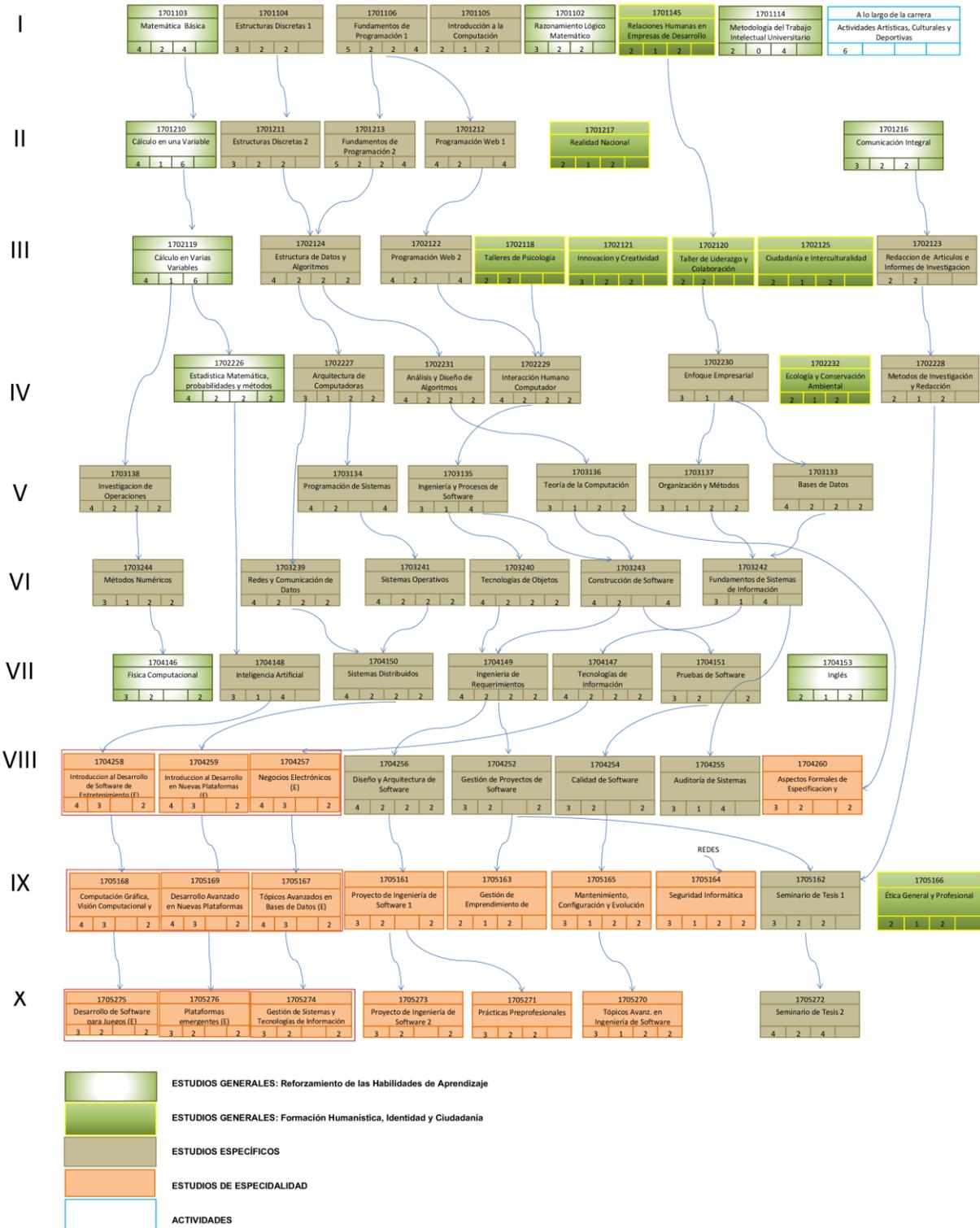


Fig. 1 Malla del Plan de Estudios 2017 - Vista Ley Universitaria N° 30220

PLAN CURRICULAR INGENIERÍA DE SISTEMAS - UNSA 2017

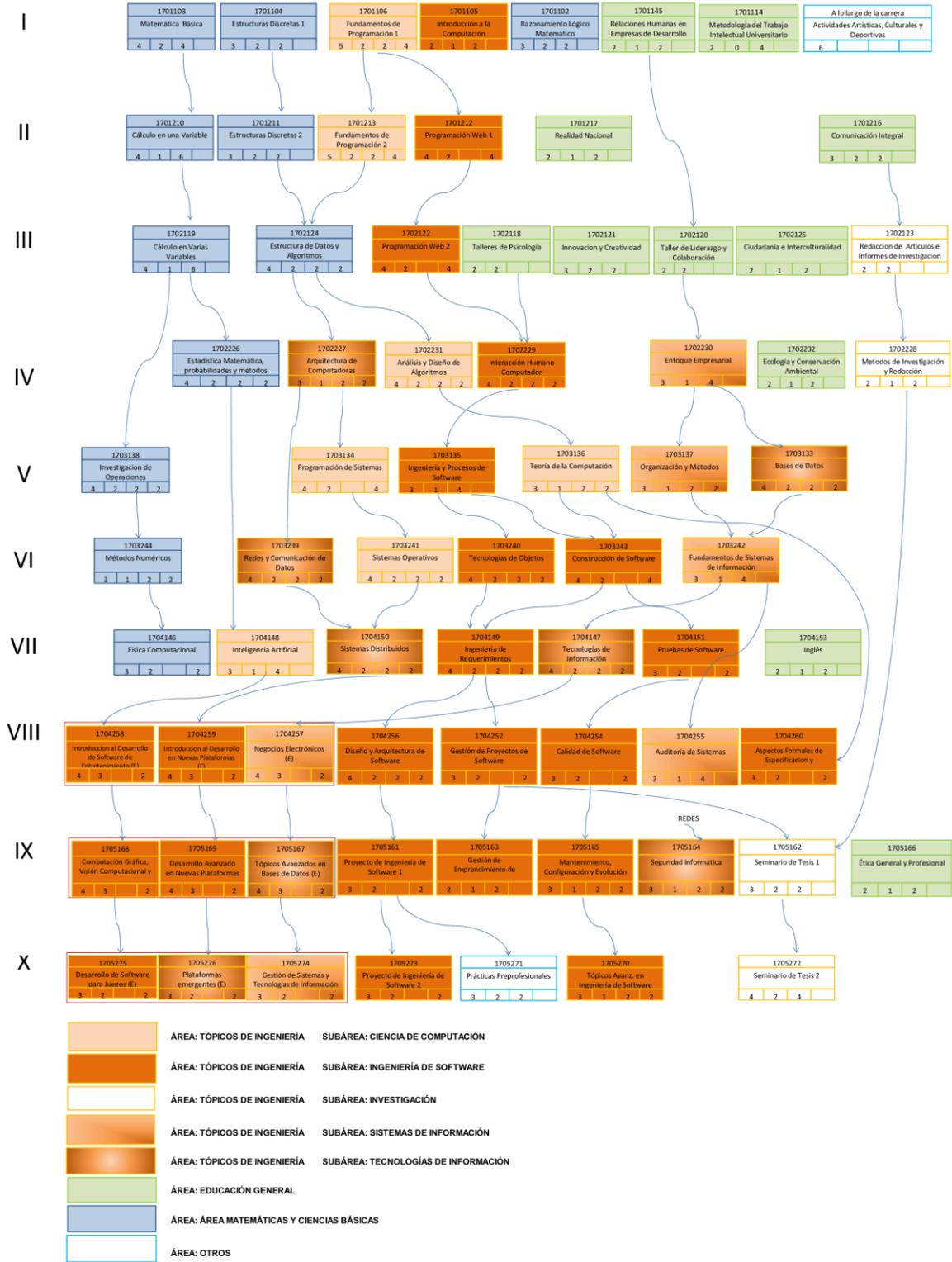


Fig. 2 Malla del Plan de Estudios 2017 - Vista ABET y ACM

TABLE VI
RESUMEN DE CURSOS Y CRÉDITOS POR COMPONENTE SEGÚN LEY
UNIVERSITARIA N° 30220

Comp.	Tipo de Curso	Número de Cursos			Total de Créditos	
		N°	Oblig	Elect.	Oblig	Elect.
D	Estudios Generales: Capacidades de Aprendizaje	9	9	0	29 ^a	0
E	Estudios Generales: Formación Humanística, Identidad y Ciudadanía	8	8	0	17 ^a	0
F	Estudios Específicos	37	37	0	129 ^b	0
G	Estudios de Especialidad	17	8	9	23 ^b	33 ^b
	Actividades Artístico, Culturales y Deportivas	1	1	0	6 ^c	0
	Total:	72	63	9	204	33
	Total Ofertados		72			237 ^c
	Total para Egresar		69			226 ^b

^aSegún la Ley Universitaria N° 30220, los cursos de los Estudios Generales deben tener un mínimo de 35 créditos, tenemos 46 créditos.

^bSegún la Ley Universitaria N° 30220, los cursos de los Estudios Específicos y de Especialidad tienen un mínimo de 165 créditos, tenemos 185 créditos (considerando 152 créditos de cursos obligatorios y se ofrecen 33 créditos electivos en total, aunque sólo se requieren 22 créditos de cursos electivos para lograr egresar).

^cEl estudiante durante sus 5 años de estudios deberá llevar además 6 créditos en Actividades Artístico, Culturales y Deportivas para lograr egresar. Completando un total de 226 créditos.

TABLE VII
RESUMEN DE CURSOS Y CRÉDITOS POR ÁREAS Y SUBÁREAS
SEGÚN ABET Y ACM

Área	Subárea	Número de Cursos		Total de créditos
		Oblig.	Elect.	
Matemáticas y Ciencias Básicas	Matemáticas y Ciencias Básicas	11	0	39 ^a
Tópicos de Ingeniería	Ciencia de Computación	7	0	28 ^b
Tópicos de Ingeniería	Ingeniería de Software	18	5	78 ^b
Tópicos de Ingeniería	Sistemas de Información	4	2	19 ^b
Tópicos de Ingeniería	Tecnologías de Información	6	2	29 ^b
Tópicos de Ingeniería	Investigación	4	0	11 ^b
Educación General	Educación General	11	0	24 ^c
Otros	Otros	2	0	9 ^d
	Total Ofertados		72 ^d	237 ^d
	Total para Egresar		69 ^c	226 ^e

^aABET considera un mínimo de 30 créditos en el Área de Matemáticas y Ciencias Básicas. Tenemos 39 créditos.

^bABET considera un mínimo de 45 créditos en el Área de Tópicos de Ingeniería. Tenemos 165 créditos.

^cABET considera un componente de estudios generales que complementa el contenido técnico del plan de estudios y es coherente con los objetivos del programa y la institución. Tenemos 24 créditos.

^dEn el área Otros se incluye los 6 créditos en Actividades Artístico, Culturales y Deportivas para lograr egresar.

^eDe las 3 líneas de especialización (electivos) es necesario seguir sólo 2 líneas para completar el creditaje requerido y lograr egresar.

TABLE VIII
LÍNEAS DE ESPECIALIZACIÓN Y SUS CURSOS

Línea Especialización	Cursos	Sem.
SAS.mm: Multimedia, Juegos y Sistemas de Entrenamiento	<ul style="list-style-type: none"> Introducción al Desarrollo de Software de Entrenamiento Computación Gráfica, Visión Computacional y Multimedia Desarrollo de Software para Juegos 	VIII IX X
SAS.mob: Sistemas para Plataformas Móviles	<ul style="list-style-type: none"> Introducción al Desarrollo en Nuevas Plataformas Desarrollo Avanzado en Nuevas Plataformas Plataformas Emergentes 	VIII IX X
SAS.inf: Sistemas de Información y Procesamiento de Datos	<ul style="list-style-type: none"> Negocios Electrónicos Tópicos Avanzados en Bases de Datos Gestión de Sistemas y Tecnologías de Información 	VIII IX X

VI. DIFICULTADES ENCONTRADAS Y RESULTADOS

A. Dificultades encontradas

1) *Requerimientos de diferentes fuentes:* considerando la Ley Universitaria N° 30220, ABET y ACM, encontramos requerimientos variados y que incluso generaban conflicto, compitiendo entre sí por los recursos disponibles.

2) *Cursos generales obligatorios impuestos:* el Vicerrectorado Académico impuso 7 cursos generales obligatorios (16 créditos), los cuales debían ser considerados, pero quitaban espacio a otros cursos que eran importantes.

3) *Cantidad mínima de créditos:* tanto la Ley Universitaria N° 30220 como ABET especifican cantidades mínimas de créditos para los diferentes tipos de curso o áreas. Requerimientos que muchas veces se contraponían.

B. Resultados

El plan de estudios expuesto entró en funcionamiento en el 2017 y para el 2020 ya se ha implementado completamente hasta el cuarto año de estudios ya que dicha implementación se da progresivamente y de forma anual. Los resultados de dicha implementación se describen a continuación.

1) *Cumplimiento de la Ley Universitaria N° 30220:* todos los requerimientos estipulados en la Ley Universitaria fueron cumplidos.

2) *Alineación a estándares internacionales:* se siguieron las recomendaciones dadas por ACM para el perfil de Ingeniería de Software.

3) *Acreditación:* el Plan de Estudios 2017 está basado en los criterios de ABET y todos sus requerimientos fueron cumplidos, lo cual nos facilitará el proceso de Acreditación Internacional con dicha acreditadora. Este proceso ya ha sido iniciado y estamos realizando el autoestudio correspondiente, esperando acreditar para el periodo 2020-2021.

4) *Contenidos de cursos:* nos permitió uniformizar los contenidos de los cursos. Así, cursos importantes como Fundamentos de Programación 1 y 2 [13],[14], Programación Web 1 y 2, Construcción de Software utilizan material complementario de universidades como Stanford University [15], Massachusetts Institute of Technology (MIT) [16],

National University of Singapore [17] y University of Ottawa [18]. Dentro del desarrollo de los cursos, los estudiantes desarrollan actividades de dichas universidades.

5) *Cursos Capstone*: en quinto año hay 2 cursos capstone de Proyecto de Ingeniería de Software que buscan reunir todas las competencias adquiridas en una experiencia específica de desarrollo de software que dé solución a problemas complejos reales. Dichos cursos son muy importantes para la acreditación internacional con ABET.

6) *Habilidades Blandas*: los cursos generales pertenecientes a la franja de Formación Humanística, Identidad y Ciudadanía contribuyen en gran medida al desarrollo de las habilidades blandas, lo que nos permite formar mejores profesionales, no sólo con conocimientos técnicos y científicos, sino con capacidades humanas.

7) *Investigación*: se tiene toda una subárea de investigación, donde basados en el curso de Redacción de Artículos e Informes de Investigación y el curso de Métodos de Investigación y Redacción, se realizaron publicaciones que fueron aprobadas en conferencias de nivel internacional como LACCEI los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 [19] y en otras conferencias y revistas indexadas.

8) *Proyección social*: en algunos cursos generales, tales como Relaciones Humanas en Empresas de Desarrollo de Software, Taller de Liderazgo y Colaboración se ha fomentado la obligación que tiene la Universidad con colaborar con la mejora de la calidad de vida de la sociedad.

9) *Prácticas preprofesionales*: al ser un curso específico en el plan de estudios, el 100% de los estudiantes egresados han realizado prácticas preprofesionales en empresas y en cargos ligados al desarrollo de software, inclusive algunos de ellos egresaron con un puesto de trabajo seguro. Se les hace un monitoreo exhaustivo y se les brinda las facilidades de tiempo para realizar sus prácticas de la mejor manera posible.

10) *Relación Universidad – Empresa*: se crearon nexos importantes para que nuestros estudiantes realicen sus prácticas e incluso accedan a puestos de trabajo. Entre las principales empresas internacionales contactadas cabe resaltar [20],[21],[22],[23].

11) *Innovación y Emprendimiento*: el curso general de Innovación y Creatividad, y el curso de especialidad de Gestión de Emprendimientos de Software han despertado en nuestros estudiantes el deseo de innovar, emprender y crear sus propias empresas.

12) *Actividades Artísticas, Culturales y Deportivas*: han contribuido a que la cultura organizacional evolucione sorprendentemente, con una nueva generación de estudiantes identificados y comprometidos con la UNSA.

13) *Los docentes*: un plan de estudios más ordenado y motivador ha contribuido a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, favoreciendo a una mejor formación profesional.

14) *Aprendizaje continuo*: se propicia que los estudiantes estén preparados para la adquisición de nuevos conocimientos, situación natural en el área de la Computación y de Ingeniería.

15) *Inglés*: al ser implementado como curso general se logra que los estudiantes comprendan lecturas en inglés, redacten artículos e inclusive logren realizar exposiciones en dicho idioma. Hay que aclarar que si bien existe un curso de Inglés, la capacidad de dominar dicho idioma se desarrolla transversalmente desde los primeros cursos del plan de estudio por medio de lecturas, redacción de documentos, exposiciones, etc.

16) *Replicación*: creemos que esta experiencia podría ser replicada en cualquier universidad, especialmente nacional (debido a la Ley Universitaria N° 30220), o internacional que deseé alinearse a referencias internacionales y que adopte el perfil de Ingeniería de Software.

CONCLUSIONES

En el presente artículo se presentó la experiencia de elaboración e implementación de un Plan de Estudios en Ingeniería de Software. Se consideraron los requerimientos obligatorios de la Ley Universitaria N° 30220, pero de acuerdo a las recomendaciones internacionales de la ACM para carreras de pregrado en Ingeniería de Software establecidas en el documento SE2014 y considerando como base los criterios de ABET, con miras a una futura acreditación internacional que ya está en desarrollo. El trabajo de congeniar diferentes fuentes de requerimientos fue complejo, así en algunos casos incluso generaron conflictos entre ellas, pero se logró dar una solución que satisfaga todos los requerimientos indicados.

El utilizar el SE2014 nos permitió basarnos en el perfil de Ingeniería de Software de ACM y tener una línea base ordenada, actualizada y dar un mejor marco de trabajo para el desarrollo de la carrera. Aplicamos un enfoque de proyectos de desarrollo de software desde primeros años, siendo esto perfectamente factible, siempre y cuando se sigan los principios de ingeniería. La experiencia de un año completo en el desarrollo de software por medio de los cursos capstone de Proyecto de Ingeniería de Software 1 y 2, cursados los 2 últimos semestres de la carrera, brindan una experiencia invaluable para nuestros estudiantes y un requerimiento importante para la acreditación.

Las actividades de investigación también se desarrollan desde los años iniciales y los resultados son cada vez mejores. El desarrollo de las habilidades blandas, fomentadas principalmente por los cursos generales de la franja de Formación Humanística, Identidad y Ciudadanía ha contribuido a la formación integral del estudiante, así los conocimientos técnicos y científicos se complementan con las habilidades sociales para formar un mejor profesional y persona para nuestra sociedad y nuestro mundo.

La Ley Universitaria N° 30220 contribuye a llevar a cabo una reforma universitaria que fue necesaria por muchos años y que ahora va mostrando resultados en el fomento de un mejor futuro profesional para los estudiantes universitarios, desplegando esfuerzos sin precedentes para elevar la calidad en las universidades públicas y privadas.

REFERENCIAS

- [1] Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa - Perú. <http://fips.unsa.edu.pe/ingenieriadesistemas/>
- [2] ACM Computing Curricula 2005 – The Overview Report, 2005. <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2005-march06final.pdf>
- [3] M. Aedo, E. Vidal & E. Castro, “Implementación de un Plan de Estudios de Ingeniería de Software basada en ACM y ABET: Una Experiencia Peruana”, 17th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI) - International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, Jamaica, 2019
- [4] Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Software Engineering 2004. <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/se2004volume.pdf>
- [5] ABET. <http://www.abet.org>
- [6] Ley Universitaria N° 30220, 2014. <https://www.sunedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-universitaria-30220.pdf>
- [7] Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Software Engineering 2014. <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/se2014.pdf>
- [8] MINEDU. Reforma Universitaria. <http://www.minedu.gob.pe/reforma-universitaria/>
- [9] Estatuto Universitario de la UNSA. http://www.unsa.edu.pe/transparencia/docs/ESTATUTO_UNSA_FINAL_2016_aprobado.pdf
- [10] Reglamento de Estudios Generales de la UNSA. <http://www.unsa.edu.pe/transparencia/docs/REGLAMENTO%20DE%20ESTUDIOS%20GENERALES%20DE%20LA%20UNSA.pdf>
- [11] ABET. Criteria for Accrediting Engineering Programs 2016 – 2017 <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2016-2017/>
- [12] Plan de Estudios 2017 – Match de Competencias del Perfil de Egreso. <http://fips.unsa.edu.pe/ingenieriadesistemas/wp-content/uploads/sites/2/2020/02/matchCompetencias2017.pdf>
- [13] M. Aedo, E. Vidal, E. Castro & A. Paz, “Aproximación orientada a Entornos Lúdicos para la primera sesión de CS1 - Una experiencia con nativos digitales”, 15th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI) - International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, United States, 2017.
- [14] M. Aedo, E. Vidal & E. Castro, “Experiencia en la enseñanza de Fundamentos de Programación Orientada a Objetos a través de la implementación de un Videojuego de Estrategia”, 17th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI) - International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, Jamaica, 2019.
- [15] Programming Methodology – Stanford University, <https://see.stanford.edu/Course/CS106A>
- [16] Introduction to Computer Science and Programming – Massachusetts Institute of Technology, <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computerscience/6-00-introduction-to-computer-science-and-programming-fall2008/>
- [17] Programming Methodology - National University of Singapore, <http://www.comp.nus.edu.sg/~cs1101x/>
- [18] Software Construction – University of Ottawa, <https://www.site.uottawa.ca/~bochmann/SEG-2106-2506/Notes/index.html>
- [19] Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI) Proceedings 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020, <http://www.laccei.org/index.php/publications/laccei-proceedings>
- [20] BANTOTAL. <http://www.bantotal.com/>
- [21] BELATRIX. <https://www.belatrixsf.com/>
- [22] TATA CONSULTANCY SERVICES. <https://www.tcs.com/>
- [23] ZAGILE. <https://www.zagile.com/>