

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Proyecto de Fin de Carrera Proyecto *Capstone*

Proceso de Mejora Continua

Dr. Ing. Antonio Morán Cárdenas

# **Acreditación ABET Temas a Tratar**

Proyecto de Fin de Carrera

Proceso de Mejora Continua

#### **Proyecto de Fin de Carrera**

#### PLAN DE ESTUDIOS 2011-1 DE LA ESPECIALIDAD DE FÍSICA

#### PRIMER CICLO

Código	Curso	Т	Р	L	S	Е	TH	С	Pre-requisito
CC101	Introducción a la Ciencia de la Computación	2	-	-	-	-	02	2	Ninguno
CF121	Física I	4	(3)	(3)	_	-	07	5	Ninguno
CM131	Cálculo Diferencial	4	2	-	-	-	06	5	Ninguno
CM141	Cálculo Vectorial I	4	2		_	-	06	5	Ninguno
CQ111	Química I	4	(3)	(3)	-	-	07	5	Ninguno
	Total:						28	22	

#### SEGUNDO CICLO

Código	Curso		Т	Р	L	S	Е	TH	С	Pre-requisito
CC102	Introducción a Programación	la	1	-	2	1	-	04	2	CC101
CF122	Física II		4	(3)	(3)	_	_	07	5	CF121
CM132	Cálculo Integral		4	2	_	-	-	06	5	CM131
CM142	Cálculo Vectorial II		4	2	_	_	_	06	5	CM141
CQ112	Química II		4	(3)	(3)	-	-	07	5	CQ111
	Total :							29	22	

#### TERCER CICLO

Código	Curso	Т	Р	L	S	Е	TH	С	Pre-requisito
CF221	Física III	4	(3)	(3)	-	-	07	5	CF122,CM132,CM142
CF251	Álgebra Lineal	4	3	-	-	-	07	5	CM142
CL002	Inglés I	1	-	3	-	-	04	2	Ninguno
CM211	Cálculo Diferencial e Integral Avanzado	6	3	-	-	-	09	7	CM132, CM142
	Total:						27	19	

#### CUARTO CICLO

Código	Curso	T	P	L	S	E	TH	С	Pre-requisito
CF222	Física IV	4	(3)	(3)	-	-	07	5	CF221, CM211
CF252	Métodos Matemáticos para Físicos I	6	4	-	-	-	10	8	CF221, CF251,CM211
CM214	Análisis Real	6	3	-	-	-	09	7	CM211
	Total:						26	20	

#### QUINTO CICLO

Código	Curso	Т	Р	L	S	Е	TH	С	Pre-requisito
CF371	Mecánica Teórica I	6	4	-	-	-	10	8	CF252
CF381	Introducción a la Física Moderna	4	3	-	-	-	07	5	CF222, CF252
CF391	Métodos Matemáticos para Físicos II	6	4	-	-	-	10	8	CF222,CF252 CM214, CC102
	Total:						27	21	

Diez semestres de cursos, laboratorios, trabajos, prácticas



#### Al final:

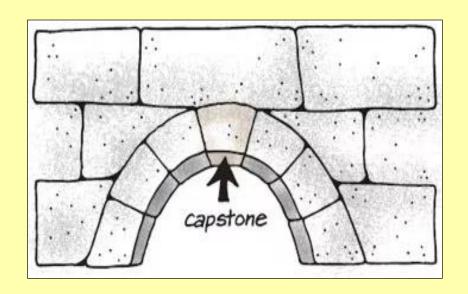
Demostrar la capacidad para resolver un problema real de la profesión

#### **Proyecto de Fin de Carrera**

Los estudiantes integran los conocimientos y habilidades adquiridos a lo largo del plan de estudios para solucionar un problema real y complejo de la profesión.

Tesis profesional que se desarrolla dentro del plan de estudios donde el estudiante demuestra que está preparado para la práctica profesional.

# **Capstone Project**







Solución completa y óptima a un problema real de la especialidad considerando restricciones y limitaciones reales

Los estudiantes demuestran el logro de todos (o la mayoría) de los Resultados del Estudiante

El proyecto es revisado con detalle por parte de los evaluadores ABET para verificar el cumplimiento de los criterios de acreditación

Proyecto de Aplicación

Se resuelve una necesidad o problema través del diseño

Aplica conocimiento

Proyecto de Investigación

Se prueba una hipótesis usando el método científico

**Genera** conocimiento

#### Proyecto de Aplicación

#### Diseñar:

Edificio multifamiliar
Planta de reciclaje
Robot industrial
Proceso de refinación
de petróleo
Proceso de secado de
maíz
Sistema de diagnóstico
automático

#### Proyecto de Investigación

Análisis de estabilidad de un puente Mejora en la resistencia del concreto Existencia de agua en Marte Demostración de un teorema matemático Determinar el tiempo de vida de un elemento

Los proyectos capstone se orientan principalmente a la propuesta, diseño o creación de un producto, sistema, proceso o procedimiento que satisface requerimientos y necesidades, y cumple restricciones y limitaciones dadas.

En el proyecto capstone se resuelven problemas complejos de la profesión.

### **Problema Complejo**

#### Incluyen una o mas de las siguientes características:

- Involucran asuntos técnicos conflictivos o abarcan un amplio rango de temas.
- No tienen solución obvia o que no se puede predecir.
- Incluyen varias partes, componentes o sub-problemas.
- Involucran a grupos de interés diversos (stakeholders).
- Tienen consecuencias significativas en diferentes contextos.
- Involucran varias disciplinas.
- Son de naturaleza iterativa.

#### **Asignaturas del Proyecto Capstone**

- Se puede considerar una o dos asignaturas pare el desarrollo de los proyectos capstone.
- En cada asignatura se puede desarrollar un proyecto distinto (de área distinta).

**Curso 1: Puentes y Obras de Arte** 

**Curso 2: Abastecimiento de Agua y Alcantarillado** 

 Un mismo proyecto se puede desarrollar en dos asignaturas consecutivas:

Curso 1: Proyecto de Investigación 1

**Curso 2: Proyecto de Investigación 2** 

### **Asignaturas del Proyecto Capstone**

# El proyecto capstone se puede desarrollar de varias maneras:

- Curso-Taller. En todo el semestre sólo se trabaja el proyecto: Seminario de Tesis, Proyecto Mecatrónico.
- Asignatura teórico-práctica. Se realiza un proyecto correspondiente a la parte teórica del curso: Diseño de Puentes, Diseño de Plantas, Evaluación de Proyectos.
- Práctica pre-profesional. Proyecto realizado en la industria.

### Docente de Asignatura Capstone

- Experiencia en el ejercicio de la profesión.
- Experiencia en el desarrollo de proyectos de la especialidad.
- Actualizado en los avances de la profesión.
- Conocedor de los problemas que enfrenta la industria o el avance de la profesión.
- Colegiado.
- Miembro de sociedades profesionales.
- Dedica tiempo a asesorar y evaluar el proyecto.

#### **Grupos de Trabajo del Proyecto**

- El proyecto se trabaja, de preferencia, de manera grupal, no más de cuatro alumnos.
- El tamaño del grupo lo aprueba el docente según el alcance del proyecto.
- Proyectos individuales también son posibles.

#### **Definición del Tema del Proyecto**

#### El tema del proyecto se puede fijar como:

- El docente propone los temas
  - El mismo tema para todos los grupos
  - Tema diferente para cada grupo
  - Cada grupo realiza una parte de un proyecto mayor que al final se integra
- Los estudiantes proponen los temas con aprobación del docente
  - Prácticas pre-profesionales, trabajo

### Definición del Tema del Proyecto

- Se puede completar en un semestre
- Se dispone de datos e información básica
- Referencia: buscar temas de tesis pasados en Cybertesis UNI
- El título debe ser descriptivo del proyecto:

"Propuesta de un Sistema de Reconocimiento Facial Usando Redes Neuronales Dinámicas con Aprendizaje Autónomo"

SIREFA

# Definición del Tema del Proyecto Cybertesis UNI

http://cybertesis.uni.edu.pe/

	nttp.//cybertesis.uni.edu.p	<b>C</b> /
2010	Instalación del sistema contra incendio en el establecimiento penitenciario Piedras Gordas II	Paccha Huamaní, Pablo Roberto; Rupay Obregón, Hernán Dante
2001	Problemática y alternativa de solución del abastecimiento de agua potable y disposición de excretas de la ciudad de Soritor, Provincia de Moyobamba departamento de San Martín	Tello Cebreros, Jorge Gilberto; Gonzáles Sánchez, Percy Esteban
2014	Reformulación del perfil del proyecto: ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado para el macro proyecto Pachacútec del Distrito de Ventanilla-Lima- Perú	Sánchez Merlo, Yuri Marco; Flores Gamarra Henry
2015	Instalaciones sanitarias y redes exteriores de agua y desagüe del conjunto habitacional proyecto Puente Piedra	Sifuentes Ortecho, Juan Manuel; Matos Huamán, Ronel David
2012	Instalaciones sanitarias (agua, desagüe e incendio) conjunto residencial multifamiliar Imperio Golf A.T. 51,180.24 m2 ubicado en el distrito de Santiago de Surco	Paccha Huamaní, Pablo Roberto; Martínez Patiño, Alfonso Eduardo
2012	Estudio de pre inversión a nivel de perfil reforzado del proyecto: Mejoramiento y ampliación de los servicios de saneamiento y fortalecimiento institucional integral de la EMAPA Pasco, en la provincia de Pasco	Sánchez Merlo, Yuri Marco; Ayvar Suárez, Uliamoff
2012	Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de las zonas periféricas en la localidad de Yanahuanca, distrito de	Huayta Huanca, Eduardo Cristhian

Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión - Pasco

#### Actividades del Proyecto Capstone

#### **Involucra:**

- Identificación de oportunidades / necesidades
- Desarrollo de requerimientos / especificaciones
- Análisis del problema y estado del arte
- Propuesta de soluciones y selección justificada de la mejor solución
- Desarrollo de la solución usando métodos apropiados
- Evaluación de la solución frente a requerimientos
- Ajuste de requerimientos si es necesario

#### Actividades del Proyecto Capstone

#### **Involucra:**

- Descripción de la solución usando simbología y terminología apropiada / especializada.
- Cuantificación y costeo de los recursos necesarios para implementar la solución.
- Formulación de cronogramas de desarrollo del proyecto o implementación de la solución.
- Elaboración de un informe final detallado resaltando las consideraciones y análisis de resultados, ecuaciones, gráficos, diagramas, planos, etc.

#### Proyecto en el Semestre Completo

- El proyecto capstone debe trabajarse en el semestre académico completo.
- El docente debe supervisar y calificar el desarrollo del proyecto a lo largo de todo el semestre.
- El estudiante debe presentar sus avances periódicamente. Por lo menos una vez a mitad del semestre.

## Cronograma de Desarrollo del Proyecto

Determinación del tema a desarrollar —	Sem 1-2
• Formación de grupos de trabajo ———	Sem 2-3
Definición de los objetivos y alcance —	Sem 3-4
Primera revisión ————————————————————————————————————	Sem 5
<ul> <li>Segunda revisión – Exámenes parciales –</li> </ul>	Sem 8
<ul> <li>Tercera revisión</li> </ul>	Sem 12
<ul> <li>Entrega de informe final – Fin de ciclo –</li> </ul>	Sem 14-16
Sustentación final ————————————————————————————————————	Sem 14-16

### **Proyecto Capstone - ABET**

Se aplican las ciencias básicas, las matemáticas y los ciencias aplicadas de la especialidad para convertir recursos en soluciones.

#### Se requiere:

- Aplicación de normas y recomendaciones técnicas, estándares, regulaciones, legislaciones.
- Consideración de restricciones realistas y fundamentadas.

# **Proyecto Capstone - ABET Normas, Estándares, Regulaciones ...**

- Ingeniería Mecánica Norma ASME B30: Seguridad de equipos de elevación vertical (grúas, montacargas, elevadores ....)
- Ingeniería Electrónica Norma IEEE 802.11
   Funcionamiento de los niveles inferiores de una red inalámbrica Wi-Fi
- Ingeniería Civil Norma ACI 211.1
   Proporciones de materiales para mezclas de concreto

### **Proyecto Capstone - ABET**

#### Normas, Estándares, Regulaciones ...

```
Civil ..... ASCE, ACI, AASHTO, ....

    Mecánica ...... ASME, IEEE, ASTM, ....

Electrónica .....
                  IEEE, ISA, ITU, CEN, ....
Minas .....
                  SME, ASTM, ....
Química ..... AICHE, ASTM ....
Petróleo .....
                  SPE, ASTM, ....
                  IIE, ISO, PMI ....
Industrial ......
• Sistemas ...... IEEE, ACM, ....
• INDECOPI, Ministerios, Leyes, .....
```

# **Proyecto Capstone - ABET Restricciones Realistas**

Costo Extensión

**Cronogramas Estética** 

**Ergonomía** 

**Accesibilidad** 

Interoperatividad Sostenibilidad

Manufacturabilidad

**Funcionabilidad** 

**Mantenibilidad** 

Comercialización

Aspectos legales, sociales, políticos, ambientales, ...

#### **Informe Final del Proyecto**

- Todo proyecto capstone debe culminar con un informe final completo.
- El informe es revisado con detalle por los acreditadores para verificar el logro de los Resultados del Estudiante.
- Informe de por lo menos 80 páginas (referencial) describiendo con detalle el desarrollo del proyecto, así como el producto final.

### Contenido del Informe Final (Refer.)

Resumen en inglés	1 página
Introducción	4 – 8 páginas
Fundamentos Teóricos	10 - 20 páginas
Materiales, Métodos, Procedimientos	15 – 25 páginas
Presentación y análisis de resultados	20 – 30 páginas
Conclusiones	3 – 6 páginas
Bibliografía	2 – 3 páginas
Anexos	Cronograma, presupuesto, normas

#### **Cronogramas y Presupuestos**

- El desarrollo de un proyecto profesional involucra siempre cronograma y presupuesto.
- El proyecto capstone debe incluir por lo menos un cronograma básico y un presupuesto básico.

#### **Cronogramas y Presupuestos**

Cronograma

Presupuesto

Del desarrollo del proyecto

De la implementación posterior del producto o proceso creado

# Elaboración de Cronogramas Diagramas de Gantt

Responsable	Actividades		Ma	rzo			Ab	ril			Ma	yo	
		1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta
Investigador responsable	Elección del tema de investigación	<b>→</b>											
Colaboradores	Búsqueda y elaboración del marco teórico										$\rightarrow$		
Investigador responsable y colaboradores	Planteamiento del problema, hipótesis y objetivos				_	$\Rightarrow$							
Investigador responsable y colaboradores	Diseño y aplicación de los instrumentos						_		$\Rightarrow$				
Investigador responsable	Análisis de resultados									_	$\rightarrow$		
Colaboradores	Discusión y conclusiones											$\Rightarrow$	
Investigador responsable y colaboradores	Presentación del proyecto												<b>→</b>

# Elaboración de Cronogramas Diagramas de Gantt

							pr	CURSOS			LUN	ES		- 10	- 0	MARTE	S	- 9		-			M	ERCO	LES		
N	ACTIVIDAD	DURACIÓN	F.INICIO	F.TERMINA	PRED.					1 HO		2 HORA	1 HOP		2 HORA	3 HOR		HORA		ORA		1 HO				HORA	
						materiales	humanos	tegnologicos	economicos	30	60	30 60	30	60	30 60	30	60 3	0 60	30	60	15	30	45	60	15	30	45 €
1	CREACIÓN Y CONSTITUCIÓN	3 DIAS	25-10-2010	27-10-2010	- 63					-	-		-	-	20	-	0	-	-	17		_		_			
2	. CONSTITUCION DE LA EMPRESA	2 HORAS	25-10-2010	27-10-2010	23																						
3	reunion de grupo	30 M.	04-01-2011	05-01-2011		lapiz y hojas	patricio, morayma, samuel, javier																				
4	reunir los requisitos para la conformación de la empresa	1 HORA	25-10-2010	27-10-2010	3	lapiz y hojas	javier	computadora , internet																			
5	Clasificar y ordenar documentos que se deberan conseguir	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	4	lapiz y hojas	morayma	computadora																			
6	ELABORACION DE DOCUMENTOS . PARA LA CONSTITUCION DE LA , EMPRESA	5 HORAS	25-10-2010	27-10-2010	2																						
7	adquisicion de documentos para la creacion de la empresa	1 HORA	25-10-2010	27-10-2010	5		samuel	computadora , internet	60 centavos																		
8	elaboracion de la escritura publica y acta do constitución	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		patricio	computadora	30 centavos																		
9	elaboracion del registro enfa _ superintendencia de compañías	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		javier	computadora	30 centavos																		
10	publicacion en el comercio de la constitucion de DIREVE.S.A	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		morayma	computadora	30 centavos																		
11	Elaboración del registro de sociedades	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		samuel	computadora	30 centavos																		
12	elaboracion de inscripcion de patente on el municipio	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		patricio	computadora	30 centavos																		
13	elaboraicon de la inscripcion en la CAMARA DE COMERCIO DE	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		javier	computadora	30 centavos																		
14	elboracion de la insripcion en el SRI, . por la adquisicion de RUC	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		morayma	computadora	30 centavos																		
15	Elaboracion del registro en el INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		samuel	computadora	30 centavos											П							
16	APROBACION DE DOCUMENTOS	2 HORAS	25-10-2010	27-10-2010	6																						
17	ordenar los documentos elaborados	30 M.	25-10-2010		7		morayma	computadora																			
18	igualar la presentacion de documentos	45 M.	25-10-2010	27-10-2010	7		samuel	computadora																			
19	imprimir documentos	15 M.	25-10-2010	27-10-2010	12		javier	Impresora	3 dolares																3		
20	Revisión del Documento	30 M.	25-10-2010	27-10-2010	14	0	patricio																				

- Determinar los recursos requeridos para completar el proyecto: Recursos tangibles: humanos, materiales, equipos, espacio, etc. Recursos intangibles: software, capacitación, consultoría, trámites
- Estimar un precio unitario (por hora, por Kg, por litro, por m<sup>2</sup>, etc.) o global según corresponda
- Determinar el costo total de cada recurso
- Determinar el costo total

Aspecto	Cantidad	Costo por Unidad	Total
Paquete de Hojas de maquina	1 paquete de 500 hojas	\$100.00	\$100.00
Impresiones b/n	80	\$1.00	\$80.00
Impresiones color	7	\$5.00	\$35.00
Engargolado	1	\$30.00	\$30.00
Copias	30	\$0.50	\$15.00
Plumas	10	\$6.00	\$60.00
Horas Computo	500	\$15.00	\$7,500.00
Lonche	30	\$50.00	\$1,500.00
Transporte	30	\$50.00	\$1,500.00
			Total: \$10,820.00

Recurso	Persona	Cantidad	Horas dedicadas	Costo Horas	Costo Individual	Costo total	Comentarios
	Un gerente de cuenta que se encargara de realizar las ventas y ser la internase con el		240	22 222 22	2 222 100 00	7 727 100 00	
	Cliente. Un miembro del personal de mercadeo	1	340 330		7,727,180.00 6,562,380.00	7,727,180.00 6,562,380.00	
Recursos Humanos	Un miembro del personal de TSD (Apoyo técnico, pruebas)	1	300	to agine	4,431,600.00	4,431,600.00	
	Un programador en China para realizar las actualizaciones.	1	90	9,090.00	818,100.00	818,100.00	
	Un coordinado de Servicio Técnico que realizara las pruebas y seleccionara los aliados del proceso.	1	163	9,090.00	1,481,670.00	1,481,670.00	
	Dos técnicos que serán enviados a dar el entrenamiento.	2	72	9,090.00	654,480.00	1,308,960.00	
	Telefonos modelo	6			65000	390,000.00	
Equipos	Antenas de Radio Frecuencia para realizar pruebas.	3			25000	75,000.00	
	Cargadores	6			15000	90,000.00	
	Manuales	3			4000	12,000.00	
Software	Nuevas versiones de Software	6			0	30.00	Incluido en el programador

Total 22,896,890.00

#### PRESUPUESTO DE INVERSION

CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		MONTOS	PROGRAMA		SOCIOS		TOTAL
ACTIVO FIJO										
TERRENO	m2	2000	\$ 38.00	\$	76,000.00		\$	76,000.00	5	76,000.00
CONTRUCCION DE ZAHURDA DE 18.5 X 22 M	presupuesto	1	\$ 111,358.00	\$	111,358.00	\$ 70,578.00	\$	40,780.00	\$	111,358.00
BASCULA DE 300 KILOS DIGITAL	Equipo	1	\$ 4,500.00	\$	4,500.00		\$	4,500.00	\$	4,500.00
CARRETILLA, PALA, BIELDO, PACHETES, ETC.	lote	1	\$ 3,710.00	\$	3,710.00		\$	3,710.00	\$	3,710.00
TONACO 2500 LITROS DE CAPACIDAD	lote	1	\$ 3,900.00	Ş	3,900.00		\$	3,900.00	\$	3,900.00
MOLINO FORRAJERO MARCA AZTECA DE #12	Pieza	1	\$ 33,000.00	Ş	33,000.00	\$ 33,000.00			5	33,000.00
HEMBRAS PORCINAS DE RAZA LANDRACE	cabeza	20	\$ 6,000.00	Ş	120,000.00	\$ 120,000.00			5	120,000.00
SEMENTAL PORCINO RAZA LANDRACE	cabeza	1	\$ 6,000.00	\$	6,000.00	\$ 6,000.00			5	6,000.00
SUBTOTAL				5	358,468.00	\$ 229,578.00	\$1	128,890.00	S	358,468.00
ACTIVO DIFERIDO										
ELABORACION DE PROY, Y ASIST, TECNICA	presupuesto	1	\$ 24,000.00	Ş	24,000.00	\$ 24,000.00			\$	24,000.00
SUBTOTAL				\$	24,000.00	\$ 24,000.00	S		5	24,000.00
CAPITAL DE TRABAJO										
ALIMENTO	lote	1	20398		20398	\$ 10,422.00	\$	9,975.58	\$	20,397.58
MEDICINAS Y VACUNAS	lote	1	2995		2995		\$	2,995.10	\$	2,995.10
ADMINISTRADOR	Jornal	2	120		240		S	240.00	5	240.00
PAGO DE SERVICIOS	presupuesto	1	1350		1350		S	1,350.00	5	1,350.00
VETERINARIO	jornal	4	300		1200		S	1,200.00	5	1,200.00
CUIDADO DE LA GRANIA(2)	Jornales	61	100		6084		\$	6,084.00	\$	6,084.00
VENTAS(1)	jornales	30	100		3042		Ş	3,042.00	5	3,042.00
SUBTOTAL				\$	35,308.68	\$ 10,422.00	S	24,886.68	5	35,308.68
TOTAL				\$	417,776.68	\$ 264,000.00	\$1	153,776.68	\$	417,776.68

#### **Normas Obligatorias**

- Todo proyecto capstone debe tener un asesor.
- Se debe realizar por lo menos una revisión intermedia y calificada de avance del proyecto.
- Las asignaturas consecutivas de proyectos capstone no deben llevarse en paralelo (Tesis I y Tesis II).
   Reglamento de matrícula.
- Todo proyecto debe incluir:
  - Normas, estándares
  - Identificación y cumplimiento de restricciones, limitaciones

# **Normas Obligatorias**

- Todo proyecto debe culminar con la entrega de un informe detallado y completo.
- Por lo menos dos proyectos capstone deben presentarse en la Feria de Proyectos.
- Los docentes deben entregar los dos mejores informes con sus hojas de evaluación.

# **Importante**

# Si no hay informe completo, no hay proyecto

En el proyecto capstone se evalúa el nivel de logro de todos los Resultados del Estudiante

# **Importante**

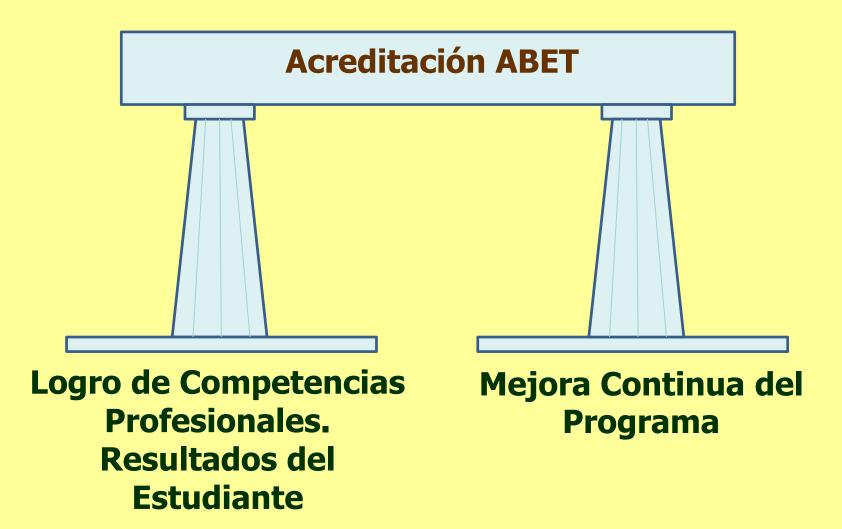
La Educación no es un ciencia exacta de métodos y procedimientos únicos.

Lo importante es que el alumno logre y demuestre las competencias.

El profesor decide justificadamente la forma de conducir y evaluar las asignatura capstone apuntando al logro de objetivos

# Proceso de Mejora Continua

# **Acreditación ABET**



# Proceso de Mejora Continua

Definición de los Resultados del Estudiante

Proceso de Medición del Nivel de Logro de los Resultados del Estudiante

Identificación de los Resultados del Estudiante que no se logran en el nivel esperado

Implementación de acciones de mejora continua

# Instrumentos de Medición de los Resultados del Estudiante

- Se usan varios instrumentos de evaluación:
  - Proyecto casptone
  - Asignaturas del plan de estudios
  - Feria de proyectos
  - Prácticas pre-profesionales
  - Encuestas a egresantes, egresados, empleadores
- Se pueden usar rúbricas para un mejor entendimiento de los criterios de evaluación.

- 1. Solución de Problemas
- 2. Diseño en Ingeniería
- 3. Comunicación
- 4.a. Responsabilidad Ética y Profesional
- 4.b. Impacto de la Ingeniería
- 5.a. Trabajo en Equipo
- **5.b. Gestión de Proyectos**
- 6. Experimentación y Pruebas
- 7. Aprendizaje Autónomo
- 8. Conciencia Ambiental

# Medición en Asignaturas

- Asignatura del proyecto capstone.
- Asignaturas de control de la especialidad.
   6 a 10 asignaturas obligatorias de cuarto y quinto año de estudios.

# Selección de Asignaturas

Asignaturas Resultados del Estudiante	Asignatura 1: Capstone	Asignatura 2	Asignatura 3	Asignatura 4	Asignatura 5	Asignatura 6	
1. Solución de Problemas	x		x	x			
2. Diseño en Ingeniería	x			х			
3. Comunicación Efectiva	x		х				
4.a. Ética y Responsabilidad	x			х			
4.b. Impacto de la Ingeniería	x			х			
5.a. Trabajo en Equipo	x		х				
5.b. Gestión de Proyectos	х		х				
6. Experimentación y Pruebas	x			х			
7. Aprendizaje Autónomo	x						
8. Conciencia Ambiental	x						

# Instrumentos de Medición por Asignatura

Trabajo Final – Capítulo 2
Examen Final – Pregunta 3
Presentación Oral
Experiencia de Laboratorio 4
Discusión en Clase
Trabajo Grupal 2
Visita de Campo

# Niveles de Logro de los Resultados del Estudiante

	Nivel	Significado
		El docente está completamente de acuerdo con el logro de la competencia.
5	Muy Bueno	Todos los aspectos del problema están incluidos en la solución. Aplica los métodos y procedimientos correctamente. Demuestra total comprensión del problema y la solución.
		El docente está de acuerdo con el logro de la competencia.
4	Bueno	Los aspectos más relevantes y necesarios del problema están incluidos en la solución. Aplica los métodos y procedimientos correctamente. Demuestra considerable del problema y la solución.
		El docente está parcialmente de acuerdo con el logro de la competencia.
3	Regular	No todos los aspectos y requerimientos del problema han sido considerados en la solución.  Aplica los métodos y procedimientos con errores que no afectan significativamente la solución.  Demuestra compresión parcial del problema y la solución
		El docente está en desacuerdo con el logro de la competencia.
2	Malo	Desempeño por debajo de lo esperado. Errores frecuentes en los procedimientos conducen a soluciones incoherentes. Sólo considera algunos aspectos del problema. No llega a comprender e interpretar correctamente el problema.
1	Muy Malo	

# Relación Entre Nivel de Logro y Nota

Nivel		Significado
5	Muy bueno	De 14 a 20
4	Bueno	De 10 a 13
3	Regular	De 8 a 9
2	Malo	De 6 a 7
1	Muy Malo	Menos de 6

#### 1. Solución de Problemas de Ingeniería

Identifica, formula y resuelve problemas complejos de ingeniería ......, aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, y usando técnicas, métodos, herramientas, y normas apropiadas. Capacidades Identifica y formula problemas, analiza sus antecedentes, grupos de interés, y diagnostica su situación y estado. Propone y compara diversas alternativas de solución a un problema de ingeniería que sean factibles y viables. Evalúa y selecciona la solución más adecuada con criterios de racionalidad económica y de sostenibilidad. Aplica correctamente los conceptos y métodos de las matemáticas y las ciencias para la solución de problemas. Usa los métodos, técnicas y herramientas de la ingeniería ...... para el planteamiento, descripción y solución de problemas. Identifica y aplica normas y estándares apropiados a la solución del problema. Toma en consideración criterios de seguridad y prevención de riesgos en el planteamiento de soluciones a problemas de ingeniería .......

#### 2. Diseño en Ingeniería

Diseña un sistema, producto o proceso en el campo de la ingeniería ....... que satisface necesidades y requerimientos, considerando salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.

Capacidades	5	4	3	2	1
Interpreta requerimientos y necesidades y los traduce en proyectos de ingeniería					
Formula las especificaciones de un proyecto considerando las variables de orden técnico y las restricciones del contexto económico, legal, social y ambiental.					
Propone y compara diferentes alternativas de solución según los requerimientos y restricciones, y selecciona la alternativa más adecuada.					
Desarrolla la solución haciendo uso de los métodos, técnicas, normas y estándares apropiados.					
Presenta y describe la solución en forma gráfica a través de planos, simulaciones virtuales y diagramas.					
Prioriza el uso de materiales, tecnologías, procesos y servicios amigables con el medio ambiente.					
Propone el proceso de implementación / Implementa el producto de diseño aplicando los métodos y técnicas apropiadas.					

#### 3. Comunicación

Se comunica de manera clara y efectiva en forma oral, escrita y gráfica según los diferentes tipos de interlocutores o audiencias.

Capacidades	5	4	3	2	1
Expresa con claridad y de manera concisa el mensaje a transmitir.					
Elabora documentación técnica clara y precisa usando normas, simbología y terminología propias de la ingeniería					
Adecúa su discurso según el tipo de audiencia para lograr un buen entendimiento e interpretación.					
Comprende textos técnicos en inglés.					
Utiliza el soporte tecnológico apropiado al entorno de la comunicación.					

#### 4.a. Responsabilidad Ética y Profesional

Desarrolla un comportamiento ético y asume responsabilidad por los proyectos y trabajos realizados, tomando decisiones de manera informada y justa.

Capacidades	5	4	3	2	1
Se informa sobre los antecedentes de un problema o situación ética y los analiza para emitir un juicio justo.					
Anticipa las implicancias de sus decisiones, así como los resultados de sus acciones.					
Valora el cumplimiento puntual y responsable de sus actividades.					
Toma en consideración el interés común y el beneficio social.					
Respeta la propiedad intelectual y reconoce la autoría de trabajos y proyectos de otras personas.					
Conoce y actúa de acuerdo al código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú.					

#### 4.b. Impacto de la Ingeniería

Comprende y evalúa el impacto que las soluciones de ingeniería ...... tienen sobre las personas y la sociedad en contextos local, global, económico y ambiental.

Capacidades	5	4	3	2	1
Reconoce y difunde el rol de la ingeniería en el progreso de la sociedad y la mejora de la calidad de vida de las personas.					
Identifica los beneficios sociales y económicos que se logran con el desarrollo del proyectos de ingeniería					
Valora el rol de la ingeniería mecánica en la innovación y creación de nuevos productos y procesos.					
Reconoce el rol de la ingeniería en la prevención de riesgos y mitigación de desastres.					

#### 5.a. Trabajo en Equipo

Reconoce la importancia del trabajo grupal y se integra y participa en forma efectiva en equipos multidisciplinarios de trabajo, aportando con liderazgo para crear un ambiente colaborativo e inclusivo.

Capacidades	5	4	3	2	1
Reconoce la importancia del trabajo en equipo y promueve la formación de grupos de trabajo.					
Puede desempeñarse como líder o miembro activo de un equipo de trabajo aportando con iniciativa para alcanzar las metas propuestas.					
Propone y acepta ideas que conduzcan al alcance de los objetivos.					
Respeta las diferencias, es tolerante y respeta los acuerdos.					

#### 5.b. Gestión de Proyectos

Planifica y gestiona proyectos de ingeniería ...... definiendo metas y logrando objetivos con criterios de calidad y eficiencia.

Capacidades	5	4	3	2	1
Formula los objetivos y restricciones de un proyecto y plantea las estrategias para su logro.					
Determina los alcances de un proyecto, sus actividades y prioridades, y formula cronogramas de ejecución.					
Determina los recursos necesarios para el desarrollo de un proyecto y formula presupuestos.					
Realiza seguimiento del avance del proyecto según lo programado para asegurar el cumplimiento de metas.					
Define criterios básicos de calidad y eficiencia para el desarrollo del proyecto.					

#### 6. Experimentación y Pruebas

Desarrolla y conduce experimentos de manera apropiada, analiza datos, interpreta resultados, y aplica juicio ingenieril para formular conclusiones.

Capacidades	5	4	3	2	1
Determina los objetivos y restricciones del experimento o prueba a realizar.					
Identifica y recopila información relevante de experimentos o pruebas similares.					
Determina la infraestructura y los recursos necesarios según el experimento o prueba a realizar.					
Identifica y relaciona las variables relevantes de un experimento, las mide con precisión y determina sus tolerancias.					
Procesa y analiza los resultados usando los métodos y criterios estadísticos apropiados.					
Formula conclusiones lógicas y coherentes a partir de los resultados obtenidos y con criterio ingenieril					
Entiende y aplica las normas de seguridad que corresponden a la experiencia o prueba.					

#### 7. Aprendizaje Autónomo

Adquiriere y aplica nuevo conocimiento para permanecer vigente y actualizado, usando estrategias de aprendizaje apropiadas.

Capacidades	5	4	3	2	1
Identifica las áreas de conocimientos relevantes para su desarrollo profesional.					
Se actualiza sobre las nuevas tendencias y tecnologías de la ingeniería y sus potenciales aplicaciones.					
Es autónomo en su proceso de aprendizaje y aplica las estrategias más apropiadas.					
Identifica y aplica las tecnologías de información y comunicación que facilitan el proceso de aprendizaje.					
Valora la importancia de formar parte de grupos de investigación y ramas estudiantiles de interés académico.					
Asiste y participa en conferencias y eventos de desarrollo personal y profesional.					

# Medición del Nivel de Logro de los RE

#### 2. Diseño en Ingeniería

Diseña un sistema, producto o proceso en el campo de la ingeniería mecánica que satisface necesidades y requerimientos, considerando salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.

Capacidades	5	4	3	2	1	4+5
Interpreta requerimientos y necesidades y los traduce en proyectos de ingeniería mecánica	22%	60%	18%	0%	0%	82%
Formula las especificaciones de un proyecto considerando las variables de orden técnico y las restricciones del contexto económico, legal, social y ambiental.	26%	62%	8%	0%	0%	88%
Propone y compara diferentes alternativas de solución según los requerimientos y restricciones, y selecciona la alternativa más adecuada.	16%	74%	10%	0%	0%	90%
Desarrolla la solución haciendo uso de los métodos, técnicas, normas y estándares apropiados.	20%	52%	12%	16%	0%	<b>72</b> %
Presenta y describe la solución en forma gráfica a través de planos, simulaciones virtuales y diagramas.	28%	50%	20%	0%	0%	78%
Prioriza el uso de materiales, tecnologías, procesos y servicios amigables con el medio ambiente.	18%	50%	22%	10%	0%	68%
Propone el proceso de implementación / Implementa el producto de diseño aplicando los métodos y técnicas apropiadas.	32%	60%	8%	0%	0%	92%

# Medición del Nivel de Logro de los RE

#### 6. Experimentación y Pruebas

Desarrolla y conduce experimentos de manera apropiada, analiza datos, interpreta resultados, y aplica juicio ingenieril para formular conclusiones.

Capacidades	5	4	3	2	1	4+5
Determina los objetivos y restricciones del experimento o prueba a realizar.	22%	62%	16%	0%	0%	84%
Identifica y recopila información relevante de experimentos o pruebas similares.	24%	58%	18%	00%	0%	82%
Determina la infraestructura y los recursos necesarios según el experimento o prueba a realizar.	14%	60%	18%	8%	0%	74%
Identifica y relaciona las variables relevantes de un experimento, las mide con precisión y determina sus tolerancias.	10%	78%	12%	0%	0%	88%
Procesa y analiza los resultados usando los métodos y criterios estadísticos apropiados.	12%	70%	18%	0%	0%	82%
Formula conclusiones lógicas y coherentes a partir de los resultados obtenidos y con criterio ingenieril	20%	56%	16%	8%	0%	76%
Entiende y aplica las normas de seguridad que corresponden a la experiencia o prueba.	12%	54%	14%	12%	0%	66%

# Propuesta de Mejora Continua

#### 2. Diseño en Ingeniería

Diseña un sistema, producto o proceso en el campo de la <u>ingeniería</u>..... que satisface necesidades y requerimientos, considerando salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.

		A 1.5 -		Evide	encia
•		Acción	Fecha	SI	NO
	72%	Presentar a los estudiantes las normas ASME e ISO requeridas para el desarrollo de proyectos de diseño.	20/03/17	x	
Desarrolla la solución haciendo uso de los métodos, técnicas, normas y		Presentar a los estudiantes proyectos de diseño ya realizados explicando los métodos y técnicas aplicadas.	14/06/17		x
estándares apropiados.		Informar al profesor del curso ME214 Termodinámica II que los estudiantes no diferencian correctamente los diferentes ciclos termodinámicos.	20/08/17		x
		Explicar a estudiantes la importancia del uso de materiales no contaminantes. Poner casos y ejemplos reales de contaminación ambiental.	12/02/17	x	
Prioriza el uso de materiales,		Entregar a los estudiantes la lectura: "Materiales que Afectan el Ambiente y la Vida de las Personas" para discusión en clase y evaluación.	14/03/17	x	
tecnologías, procesos y servicios amigables con el medio ambiente	68%	Proponer al Director de Escuela el desarrollo de actividades para desarrollar en el estudiante la conciencia por el cuidado del medio ambiente: conferencias, actividades en la Semana de la facultad, concursos sobre el ambiente.	10/10/17		x

# Propuesta de Mejora Continua

#### 6. Experimentación y Pruebas

Desarrolla y conduce experimentos de manera apropiada, analiza datos, interpreta resultados, y aplica juicio ingenieril para formular conclusiones.

		Acción	Fecha	Evidencia	
-		ACCIOII	reciia	SI	NO
Determina la infraestructura y los recursos necesarios según el experimento o prueba a realizar.	74%	Preparar un documento explicando los alcances usos de los diferentes instrumentos que se usan en el Laboratorio de Química. Repartir a los estudiantes y evaluar.	18/04/17	x	
		Comprar por lo menos cuatro balanzas de precisión adicionales para el Laboratorio de Química Orgánica. Hay estudiantes que no usan las balanzas.	24/04/17		x
		Detallar en las guías de laboratorio las características de los materiales que se utilizan en cada experiencia de laboratorio.	24/04/17	×	
		Actualizar las guías de laboratorio según los nuevos equipos de refrigeración adquiridos.	12/09/17	x	
		Preparar un manual de seguridad del Laboratorio de Química Inorgánica	08/04/17	X	
Entiende y aplica las normas de seguridad que corresponden a la experiencia o prueba.		Preparar un manual de seguridad para el Laboratorio de Procesos.	15/05/17	x	
	66%	No permitir el ingreso de estudiantes que no estén ataviados con mandil, botas, casco, lentes y guantes apropiados según se ha indicado en la guía de laboratorio.	14/10/17	x	
		Solicitar la instalación de un sensor de gas propano y la colocación de extintores según normas de seguridad INDECI.	11/11/17		x

# Rúbricas de un Proyecto Capstone - Ejemplo

Actividad a Evaluar	5	4	3	2	1
Verifica la disponibilidad y calidad del recurso hídrico en sus aspectos físico-químico bacteriológico y cuantitativo.					
Proyecta el crecimiento poblacional concordante con el periodo de diseño de los sistemas de abastecimiento usando información censal.					
Estima los coeficientes de variación de consumo diario y horario haciendo uso de normas y recomendaciones nacionales e internacionales.					
Determina la dotación de agua por persona para calcular la capacidad de la línea de conducción.					
Determina la capacidad del reservorio de almacenamiento para satisfacer las variaciones en el consumo horario incluyendo riesgo de incendio e interrupción del servicio.					
Determinación de la capacidad de la línea de conducción desde el reservorio a la ciudad.					
Propone el esquema de la red a utilizar en la población para condiciones actuales y futuras y determina las cargas (caudales) para satisfacer la demanda.					

# Rúbricas de un Proyecto Capstone - Ejemplo

Actividad a Evaluar	5	4	3	2	1
Determina el sistema hidráulico a adoptar: por gravedad y/o bombeo.					
Determina los diámetros, presiones, caudales y velocidades en la red de distribución adoptada con valores dentro de los rangos establecidos en los reglamentos.					
En base a la presión mínima en un punto crítico de la red, determina la cota piezométrica del reservorio.					
Propone la distribución de los accesorios (válvulas, grifos, uniones, codos, etc.)					
Determina los metrados y estima el costo preliminar de la red.					
Desarrolla el expediente técnico incluyendo los planos de la infraestructura usando simbología apropiada.					

# **Gracias por su Atención!**