

## **I. Información general**

- 1) **Nombre y sigla del Curso:** Oceanografía Física I, FS-0719
- 2) **Plan de Estudios al que pertenece el curso:** Licenciatura y Bachillerato en Meteorología, Bachillerato en Física.
- 3) **Tipo de curso:** Optativo.
- 4) **Modalidad:** Tutoría.
- 5) **Número de créditos:** 3.
- 6) **Ciclo en el que se ofrece:** I Semestre 2018.
- 7) **Profesor que lo imparte:** Dr. Eric J. Alfaro.

## **II. Estructura del Programa:**

### **1) Justificación**

Tanto la atmósfera como el océano son fluidos en movimiento turbulento y siguen las mismas leyes físicas. En este curso se trata de entender los problemas relativos a las propiedades físicas del agua del mar, o bien, a los movimientos de las partículas fluidas que la componen, sin olvidar la acción recíproca del mar y de la atmósfera, por una parte, y del mar con el fondo oceánico, por otra. Este curso incluye el estudio de las propiedades físicas del océano, como temperatura, densidad, transparencia, presión, punto de ebullición, punto de congelación, calor específico, energía absorbida, entre otras; y la teoría de los procesos físicos del mar que intervienen en la circulación del agua oceánica, como corrientes, mezcla, mareas y surgencias o afloramientos, para explicar su comportamiento. El océano se caracteriza por la presencia de remolinos turbulentos con velocidades que a menudo son mayores que la velocidad del flujo medio. Debido a que la atmósfera también es un fluido en movimiento turbulento, se puede esperar que los dos medios, los objetos de estudio de la oceanografía física y de la meteorología, muestren un comportamiento similar y estén gobernados por el mismo balance de fuerzas y que sea por lo tanto una ventaja estudiarlos juntos.

### **2) Objetivos generales del curso**

- Analizar la naturaleza física de los océanos mundiales.
- Identificar las dinámicas de fluidos para flujos geofísicos a partir de las leyes de la física y la aplicación de las ecuaciones relacionadas.
- Identificar las leyes de la física aplicadas a un fluido en la forma de ecuaciones parciales diferenciales.
- Identificar las leyes actuales relacionadas a las corrientes oceánicas en estado constante
- Identificar las leyes actuales de las Corrientes con fricción.
- Identificar la dinámica de olas oceánicas superficiales

- Identificar las mareas oceánicas.

### 3) Objetivos específicos

Al finalizar el curso se espera que el estudiante sea capaz de:

- Distinguir entre circulación generada por el viento y circulación termohalina como componentes de la circulación general de los océanos.
- Crear perfiles de temperatura.
- Distinguir entre las propiedades físicas y químicas del agua marina.
- Distinguir las diferentes masas de agua.
- Detectar dónde y cuándo ocurre la estratificación en los océanos.
- Explicar el mecanismo de convección en el océano.
- Calcular el calor, salinidad, y el balance de agua de los océanos.
- Explicar el Fenómeno del Niño.
- Caracterizar los tipos de olas.
- Identificar las fuerzas de generación de tsunamis.
- Explicar los diferentes tipos de mareas.
- Distinguir las principales características entre márgenes continentales y fondo profundo oceánico.
- Clasificar las fuerzas y movimiento oceánico.

### 4) Temario y metodología

Se pretende abarcar dentro del curso diferentes tópicos relacionados con:

Temario	
Tema	Duración en semanas
Aspectos introductorios e históricos. La base física. Forzantes atmosféricos.	1
Forzantes atmosféricos, cont. Flujos de calor oceánicos.	1
Temperatura, salinidad y densidad. Ecuaciones de movimiento.	1
Ecuaciones de movimiento, cont. Ecuaciones de movimiento con viscosidad.	1
Respuesta del océano superficial a los vientos. Corrientes geostróficas.	1
Corrientes geostróficas, cont. Circulación forzada por el viento. Circulación del océano profundo.	1

Circulación del océano profundo, cont. Procesos ecuatoriales.	1
Procesos ecuatoriales, cont. Ondas oceánicas.	1
Procesos costeros y mareas.	2

Al ser éste un curso optativo de nivel avanzado, se espera una cuota importante de trabajo individual e investigativo por parte de los alumnos, guiados por el profesor del curso.

Los temas del curso se desarrollarán por medio de la asignación de lecturas, consultas activas y trabajos prácticos dirigidas, también se contempla la presentación de foros. Se hará uso del sitio de mediación virtual de la Universidad de Costa Rica, <https://mediacionvirtual.ucr.ac.cr>, en la plataforma Moodle. Las clases de problemas abordados en las distintas sesiones participativas deberán ayudar sobre todo a afianzar los nuevos conceptos que se desarrollen a lo largo del curso.

El grupo se reunirá periódicamente, por medio de foros, junto con el profesor para discutir los temas desarrollados en el cronograma. Esta participación es obligatoria. El foro será un espacio de interacción horizontal entre los participantes del curso y el profesor. De acuerdo al cronograma, se trabajarán los foros con una pregunta sobre una lectura que se ubicará en la plataforma del aula virtual. La extensión de su contribución no debe superar dos párrafos de 10 líneas cada uno. El primer participante que ingrese al Foro contestará la pregunta. El segundo participante en ingresar al Foro deberá comentar la respuesta del participante anterior y elaborar su propia respuesta. El tercer participante comentará la respuesta del segundo participante y elaborará su propia respuesta, el proceso seguirá de esta manera hasta que el último participante haya comentado la respuesta de alguno de sus compañeros y haya colocado su contribución. Al finalizar el *jueves* de la semana respectiva (participaciones posteriores no serán calificadas, excepto en aquellos casos en los cuales se pidiera el permiso previo del profesor por alguna razón de fuerza mayor), todos los participantes deben haber puesto su contribución en el foro y el profesor elaborará posteriormente una síntesis con las participaciones de todos los participantes. Todos los alumnos participantes deberán sugerir también, dentro de su participación en los foros iniciados por el profesor y adicional a los dos párrafos mencionados anteriormente, alguna otra fuente bibliográfica (capítulo de libro, artículo científico, sitio web de interés, etc...) relacionada con la temática del foro. Dentro de la medida de lo posible, esta sugerencia será incorporada por parte del profesor al aula virtual como material de apoyo a los otros alumnos.

Para realizar las participaciones en el foro es fundamental leer las lecturas obligatorias y el artículo que seleccionó. Dos sugerencias, primero lea bien y asegúrese de entender lo que se consulta en el foro, sino está seguro, consulte al profesor. Segundo, de la lectura del material de apoyo que seleccionó, escoja los aspectos específicos que desea discutir, expóngalos y previa mención de la lectura seleccionada, líguelos con aspectos específicos de la lectura obligatoria del libro de texto, es decir cómo se comparan los aspectos del artículo con lo seleccionado en el libro de texto, en realidad es una discusión de los resultados expuestos en ambas lecturas, más que enumerarlos.

Se creará también un foro de discusión para las dudas que surjan tanto de las lecturas como del material de apoyo que estará abierto durante todo el curso, al cual pueden contribuir tanto el profesor como los alumnos.

Es importante que los alumnos participen en los foros de discusión de acuerdo al cronograma, por medio de la opción *responder* únicamente y que no creen foros adicionales, si así se hiciera, el profesor no tomaría en cuenta esas participaciones.

Cuando corresponda de acuerdo al cronograma, los alumnos deben entregar durante las semanas 4-16 diferentes informes de las actividades del trabajo práctico desarrollado. Los informes se deberán colocar en el aula virtual y deberán tener una extensión no mayor a 5 páginas.

**2) Cronograma General. Las lecturas se refieren al libro de texto de referencia, Stewart (2008) de la próxima sección.**

<b>Semana</b>	<b>Actividad</b>
<b>1. 12-18 de marzo.</b>	<b>Registro de los Estudiantes</b> en el curso y familiarización con el entorno virtual. Definir el día y la hora de la clase introductoria.
<b>2. 19-23 de marzo (25 de marzo – 1 de abril, Semana Santa).</b>	<b>Clase Introductoria</b> , hora y día a definir la semana anterior. Explicación por parte del profesor de la información general del curso.
<b>3. 2-8 de abril.</b>	<b>Lectura Obligatoria #P1.</b> Secciones: 1.1, ¿Por qué estudiar la Física del Océano, p. 1-2. 1.4, Una perspectiva amplia, p. 3-5. 2.1, Algunas definiciones, p. 8. 3.3, Algunas características del fondo oceánico, p.25-29 y caja explicativa sobre el Geoide, p. 32. 4.1. El lugar de la Tierra en el espacio, p. 39-41. 4.2, Algunos sistemas de vientos atmosféricos, 41-43.  <b>Trabajo Práctico #1:</b> Ver entorno virtual.
<b>4. 9-15 de abril.</b>	<b>Lectura Obligatoria #P2.</b> Secciones: 4.4, Algunas mediciones del viento, p. 43-45. 4.6, El esfuerzo del viento, p. 48-49. 5.6, La distribución geográfica de las reservas de calor, p. 65-68. 5.7, Transporte meridional de calor, p. 68-70. 6.1, Definición de salinidad (S), p. 73-76. 6.2, Definición de Temperatura (T), p. 77. 6.3, Distribución geográfica superficial de S y T, p. 77-81.  <b>Foro de discusión #P1</b> sobre el material de la clase introductoria y la lectura asignada en la semana 2 y 3 iniciado por el profesor.  <b>Entrega de informe #TP1</b> de actividades del trabajo práctico de la semana 3.  <b>Trabajo Práctico #2:</b> Ver entorno virtual.
<b>5. 16-22 de abril.</b>	<b>Lectura Obligatoria #P3.</b> Secciones: 6.4, Definición de la capa de mezcla oceánica y la termoclina, p. 81-83. 6.5, Definición de densidad,

	<p>temperatura potencial y densidad neutra, p. 83-88. 6.9, Medidas de T y S con la profundidad, p. 95-97. 7.1, Fuerzas dominantes en la dinámica oceánica, p. 103-104. 7.2, Sistemas de coordenadas, p. 104-105. 7.3, Tipos de flujo en el océano, p. 105. 7.4, Conservación de masa y S, p. 106. 7.5, El concepto de derivada total, p. 107-108.</p> <p><b>Foro de discusión #P2</b> sobre la lectura asignada en la semana 4 y/o material complementario, iniciado por el profesor.</p> <p><b>Entrega de informe #TP2</b> de actividades del trabajo práctico de la semana 4.</p> <p><b>Trabajo Práctico #3:</b> Ver entorno virtual.</p>
<p><b>6. 23-29 de abril.</b></p>	<p><b>Foro de discusión #P3</b> sobre la lectura asignada en la semana 5 y/o material complementario, iniciado por el profesor.</p> <p><b>Lectura Obligatoria #P4.</b> Secciones: 7.6, Ecuación de momento, Derivación del término de presión, el término de Coriolis, el término de gravedad, p. 108-111. 7.7, Conservación de masa, ecuación de continuidad, Aproximación de Boussinesq, compresibilidad, p. 11-113. 7.8, Soluciones y condiciones de frontera a la ecuación de movimiento, p. 113. 8.1, La influencia de la viscosidad, p. 115-116. 8.2, Turbulencia, p. 116-119. 8.3, Esfuerzo de Reynolds, p. 119-121. 8.5, Estabilidad. Estabilidad dinámica y número de Richardson. Difusión doble y dedos de sal, p. 127-131.</p> <p><b>Trabajo Práctico #4:</b> Ver entorno virtual.</p> <p><b>Entrega de informe #TP3</b> de actividades del trabajo práctico de la semana 5.</p>
<p><b>7. 30 de abril-6 de mayo.</b></p>	<p><b>Lectura Obligatoria #P5.</b> Secciones: 9.1, Movimiento inercial, p. 133-135. 9.2, Capa de Ekman oceánica, argumento de Nansen, constantes de Ekman, espesor de la capa de Ekman, número de Ekman, capa de Ekman en el fondo del océano, asunciones de Ekman, p. 135-141. 9.3, Transporte de Ekman, p. 143-145. 9.4, Aplicación de la teoría de Ekman, afloramiento costero, bombeo de Ekman, p. 145-147. 10.1, Corrientes geostróficas, equilibrio hidrostático, aproximación geostrófica, p. 151-153.</p> <p><b>Foro de discusión #P4</b> sobre la lectura asignada en la semana 6 y/o material complementario, iniciado por el profesor.</p>

	<p><b>Trabajo Práctico #5:</b> Ver entorno virtual.</p> <p><b>Entrega de informe #TP4</b> de actividades del trabajo práctico de la semana 6.</p>
<p><b>8. 7-13 de mayo.</b></p>	<p><b>Lectura Obligatoria #P6:</b> Secciones: 10.2, Ecuaciones geostróficas, p. 153-154. 10.4, Flujos barotrópicos y baroclínicos, p. 163. 10.8, Medición Lagrangiana de corrientes, p. 172-173. 10.9, Mediciones Eulerianas, p. 179-180. 11.1 Teoría de Sverdrup de la circulación oceánica, líneas de corriente y función corriente, p. 183-189. 11.2, Teoría de Stommel para las corrientes de borde oriental, p. 189-190. 11.3, Solución de Munk, p. 190-192. 13.1 Definición de circulación profunda, p. 211-212.</p> <p><b>Foro de discusión #P5</b> sobre la lectura asignada en la semana 7 y/o material complementario, iniciado por el profesor.</p> <p><b>Entrega de informe #TP5</b> de actividades del trabajo práctico de la semana 7.</p> <p><b>Trabajo Práctico #6:</b> Ver entorno virtual.</p>
<p><b>9. 14-20 de mayo.</b></p>	<p><b>Lectura Obligatoria #P7.</b> Secciones: 13.2, Importancia de la circulación profunda, transporte oceánico de calor, papel del océano en las fluctuaciones de la era del hielo, p. 212-219. 13.3, Teoría de la circulación profunda, p. 219-222. 14.1, Procesos ecuatoriales, corrientes superficiales, corriente ecuatorial subsuperficial, p. 236-240.</p> <p><b>Entrega de informe #TP6</b> de actividades del trabajo práctico de la semana 8.</p> <p><b>Foro de discusión #P6</b> sobre la lectura asignada en la semana 8 y/o material complementario, iniciado por el profesor.</p> <p><b>Trabajo Práctico #7:</b> Ver entorno virtual.</p>
<p><b>10. 21-27 de mayo.</b></p>	<p><b>Lectura Obligatoria #P8.</b> Secciones: 14.2, Variabilidad de la circulación ecuatorial, El Niño-LaNiña, p. 240-248. 14.3, Teleconexiones de El Niño, p. 248-250. 14.4, Observando El Niño, p. 250-251. 14.5, Pronosticando El Niño, p. 252-254. 16.1, Teoría lineal de las ondas superficiales, relación de dispersion, velocidad de fase, velocidad de grupo, energía de la onda, altura significativa, p. 273-277.</p>

	<p><b>Foro de discusión #P7</b> sobre la lectura asignada en la semana 9 y/o material complementario, iniciado por el profesor.</p> <p><b>Trabajo Práctico #8:</b> Ver entorno virtual.</p>
<b>11. 28 de mayo-3 de junio.</b>	<b>Entrega del informe #TP7</b> de actividades del trabajo práctico de la semana 9.
<b>12. 4-10 de junio.</b>	<p><b>Foro de discusión #P8</b> sobre la lectura asignada en la semana 10 y/o material complementario, iniciado por el profesor.</p>
<b>13. 11-17 de junio.</b>	<b>Entrega del informe #TP8</b> de actividades del trabajo práctico de la semana 10.
<b>14. 18-24 de junio.</b>	<p><b>Lectura Obligatoria #P9.</b> Secciones: 17.1, Ondas someras y procesos costeros, rompimiento de olas, corrientes forzadas por el oleaje, p. 293-297. 17.2, Tsunamis, p. 297-299. 17.3, Marejada de tormenta, p. 299-300. 17.4, Teoría de las mareas oceánicas, potencial de marea, frecuencias mareales, p. 300-308. 17.5, Predicción de mareas, aguas someras, aguas profundas, disipación mareal, p. 308-312.</p> <p><b>Trabajo Práctico #9:</b> Ver entorno virtual.</p>
<b>15. 25 de junio-1 de julio.</b>	<b>Foro de discusión #P9</b> sobre la lectura asignada en la semana 14 y/o material complementario, iniciado por el profesor.
<b>16. 2-8 de julio.</b>	<b>Entrega de informe #TP9</b> de actividades del trabajo práctico de las semana 14.

## 5) Bibliografía de referencia

### Libro de referencia:

- Stewart, R. 2008. Introduction to Physical Oceanography. 345 pp. Texto en línea [http://www.colorado.edu/oclab/sites/default/files/attached-files/stewart\\_textbook.pdf](http://www.colorado.edu/oclab/sites/default/files/attached-files/stewart_textbook.pdf). Revisado el 17 de febrero del 2017.

### Referencias de apoyo, aspectos regionales:

- Amador, J.A., E. R. Rivera, A. M. Durán-Quesada, G. Mora, F. Sáenz, B. Calderón & N. Mora, 2016. The easternmost tropical Pacific. Part I: A climate review. Revista de Biología Tropical. 64 (Suppl. 1), S1-22.
- Amador, J.A., A. M. Durán-Quesada, E. R. Rivera, G. Mora, F. Sáenz, B. Calderón & N. Mora, 2016. The easternmost tropical Pacific. Part II: Seasonal and intraseasonal modes of atmospheric variability. Revista de Biología Tropical. 64 (Suppl. 1), S23-57.

- Amador J., E. Alfaro, O. Lizano and V. Magaña, 2006: Atmospheric forcing in the Eastern Tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69, 101-142.
- Ashok, K., S. K. Behera, S. A. Rao, H. Weng, and T. Yamagata (2007), El Niño Modoki and its possible teleconnection, *J. Geophys. Res.*, 112, C11007, doi:10.1029/2006JC003798.
- Enfield, D. y E. Alfaro, 1999: The dependence of caribbean rainfall on the interaction of the tropical Atlantic and Pacific Oceans. *J. Climate*, 12, 2093-2103.
- Lizano, O.G. 2006. Algunas características de las mareas en la costa Pacífica y Caribe de Centroamérica. *Ciencia y Tecnología*. 24: 51-64
- Lizano, O., 2007. Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. *Ciencia y Tecnología*, 25(1-2): 43-56.
- Lizano, O., 2009. Corrientes marinas en algunas playas de Costa Rica. En: *Concepciones y representaciones de la Naturaleza y la Ciencia en América Latina*: pp. 259-272. San José, Costa Rica: Vicerrectoría de Investigación, UCR.
- Lizano, O.G. 2016. Distribución espacio-temporal de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto alrededor del Domo Térmico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 64 (Supl. 1): S135-S152. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i1.23422>
- Lizano, O.G., 2013. Erosión en las playas de Costa Rica, incluyendo la Isla del Coco. *InterSedes. Universidad de Costa Rica*, 27(14): 6-27.
- Magaña, V., J.A. Amador y S. Medina, 1999: The mid-summer drought over Mexico and Central America. *J. Climate*, 12, 1577-1588.
- Taylor, M. and E. Alfaro, 2005: Climate of Central America and the Caribbean. In: *Encyclopedia of World Climatology*. John E. Oliver (ed.), Springer, Netherlands. 183-189.
- Wang C, Enfield D (2003): A further study of the tropical Western Hemisphere warm pool. *J. Climate*, 16: 1476-1493.

Otros libros útiles de referencia:

- Holton, J. and G. Hakim, 2013: An introduction to dynamic meteorology. 5 ed. Elsevier Academic Press.
- Kundu, P., I. Cohen and D. Dowling, 2012: Fluid Mechanics. 5 ed. Elsevier Academic Press.
- Pedlosky, J., 1987: Geophysical Fluid Dynamics. 2 ed. Springer-Verlag.
- Pond, S. and G. Pickard, 1978: Introductory Dynamic Oceanography. Pergamon Press.
- Pritchard, G.L. & W.J. Emery. 1982. Descriptive Physical Oceanography, An Introducción. Ed. Pergamon Press. N.Y. 249 pp.

**2) Evaluación**

El curso se evaluará mediante trabajos prácticos y foros. Específicamente se tendrá la siguiente distribución:

<b>Trabajos prácticos</b>	70%
<b>Participación en los Foros</b>	30%
<b>Total</b>	100%

Cualquier tipo de trabajo en el que se descubra plagio, realizado con dolo o por el uso inadecuado de estándares para citar y referenciar, será calificado con cero y al o a la estudiante se le seguirán los procesos disciplinarios establecidos en el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil (SEP-1783-2009).