



ESTUDIO DE LA HIDRODINAMICA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA PUNTA CALLAO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MODELOS NUMERICOS

Carmela Ramos & Emanuel Guzmán



DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN – DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFÍA
DIVISIÓN DE MODELAMIENTO NUMÉRICO

RESUMEN

Se realizó el estudio de la variabilidad de la línea de costa de las playas del distrito de La Punta a solicitud de la Municipalidad del Distrito de La Punta, en cuya primera etapa, se realizaron mediciones de los parámetros oceanográficos y meteorológicos que son requeridos para la modelación numérica, tales como olas y corrientes marinas, instalándose un ológrafo y dos correntómetros en la zona de estudio. Asimismo, se tomaron muestras de sedimentos y de calidad de agua. Del mismo modo, se realizaron inspecciones en la zona de estudio para la determinación del estado actual de la morfología costera e identificar las fuentes de transporte y de acumulación de sedimentos, así como también, la presencia, orientación y dimensiones de las diferentes obras costeras, construidas en el área de estudio. Adicionalmente se utilizó información de vientos, mareas y batimetría.

En la segunda etapa del estudio, se procedió a realizar la simulación numérica de la circulación y transporte de sedimentos del área de estudios. De esta manera, se empleó el modelo UNIBEST para estudiar los cambios producidos en la línea de costa en el área de la bahía del Callao, con un periodo de simulación desde el año 2004 hasta el 2020. Para lograr este propósito, se definieron cuatro escenarios de simulación a requerimiento de la Municipalidad. Estos escenarios, sirvieron para simular las condiciones actuales de la bahía y la simulación de la influencia de la construcción de estructuras marinas en la evolución de la línea de costa.

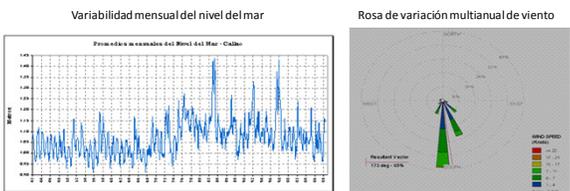
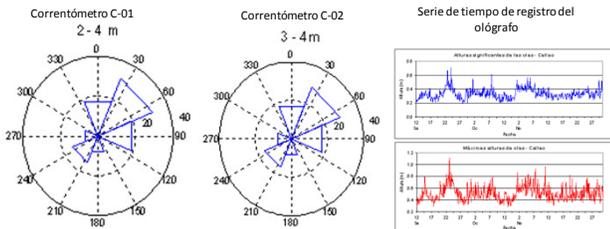
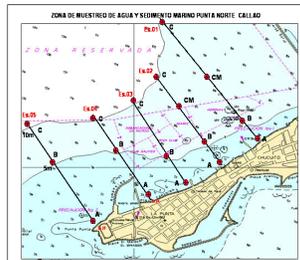
El modelo POM fue empleado para simular la circulación dentro de la playa La Arenilla (bahía de Miraflores), definiéndose dos escenarios de simulación, en el cual se evalúan las condiciones actuales de circulación y la influencia de la construcción de una barrera de separación impermeable entre la zona ecológica y la zona de competencias dentro de la playa.

Finalmente, los resultados y validación de la simulación, se realizó mediante el análisis multitemporal de fotografías aéreas. Las variaciones observadas espacial y temporalmente mostraron que del año 2004 hasta el 2008 se presenta un ligero proceso de sedimentación entre el espigón Norte de la Escuela Naval y el espigón Club Regatas Lima, y procesos de erosión en promedio de hasta 3 m entre el Espigón Club Regatas Lima y el muelle Club Regatas Universitario. Sin embargo, a partir del presente año, el modelo nos muestra una estabilización del perfil costero, con ligeros cambios estacionales e interanuales, demostrando que tales tramos de la bahía del Callao entran a un estado de equilibrio dinámico.

OBJETIVOS

caracterizar de la hidrodinámica costera y el transporte de sedimentos en La Punta - Callao, mediante la mediciones de campo de datos oceanográficos y meteorológicos, así como mediante la aplicación de modelos numéricos para diagnosticar la problemática actual de la zona de estudios.

MEDICIONES REALIZADAS



Los resultados de las mediciones indican lo siguiente:

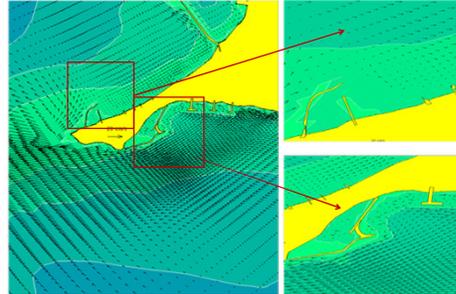
- Corrientes:** Se presentan magnitudes de velocidad muy débiles con valores promedios de aproximadamente 5 cm/s y cuyas direcciones son predominantemente noreste paralelo a la línea de costa. Se observaron que en determinados instantes se presenta inversión de la dirección de corrientes, influenciado principalmente por los cambios en las etapas de marea.
- Olas:** Las alturas de olas están influenciadas principalmente por efectos de la difracción producidos por la isla San Lorenzo, lo cual quita energía a las olas, por lo que en promedio se presentan alturas de aproximadamente 50 cm.
- Vientos:** Se presenta una dirección de vientos predominantes del sur, con velocidad predominante de 7 – 11 nudos.
- Nivel del Mar:** La serie de tiempo del Nivel Medio del Mar (NMM) de esta estación, del periodo 1942-2007, muestra un incremento en más de 65 años, de 9 centímetros respecto a 1942, esto quiere decir, que estamos en el rango de las estimaciones científicas sobre el ritmo medio del aumento del NMM (1,41 mm al año) debido a los cambios climáticos. Asimismo, sobre estos cambios a largo plazo del NMM, se superponen otras variaciones de corto periodo de no menor importancia, como las inducidas por los fenómenos El Niño y La Niña.
- Variación de la línea de costa:** En general se presentan dos zonas con procesos distintos. En la primera zona, que comprende desde el espigón de la Escuela Naval hasta el espigón del Club Regatas, se presenta una tendencia a la sedimentación, mientras que en la zona adyacente al noreste predominan los efectos de erosión.

RESULTADOS

MODELAMIENTO DE CIRCULACION MARINA

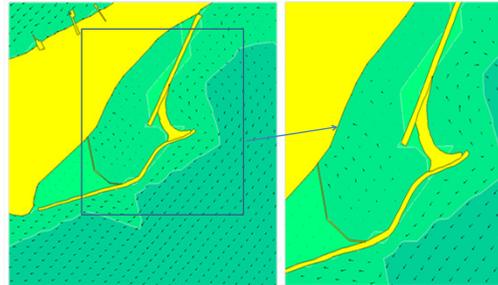
El modelo empleado es el Princeton Ocean Model (POM), con el que se ha determinado las características de la circulación costera de la zona de estudios. Se han considerado como forzantes al modelo las características del viento en la zona, así como los armónicos de marea de la zona de estudios.

Condiciones actuales: forzantes viento y marea



Se observa que el flujo principal ingresa al área de estudios desde la bahía de Miraflores con velocidad promedio de 15 cm/s con una dirección predominante suroeste y se va intensificando conforme se aproxima al canal natural formado por la Isla San Lorenzo y la Península. Al ingresar a la bahía del Callao la magnitud de la velocidad de corrientes se reduce hasta alcanzar un valor promedio de 5 cm/s, del mismo modo la dirección del flujo cambia presentándose una dirección predominante noreste. En el área cercana a la Base Naval, se observa la formación de remolinos que esta influenciado por la ubicación de los espigones de la Escuela Naval y se caracteriza por presentar velocidades de corrientes muy bajas con velocidad promedio de 5 cm/s.

Inclusión de barrera de separación de la zona ecológica y de competencias, Playa La Arenilla

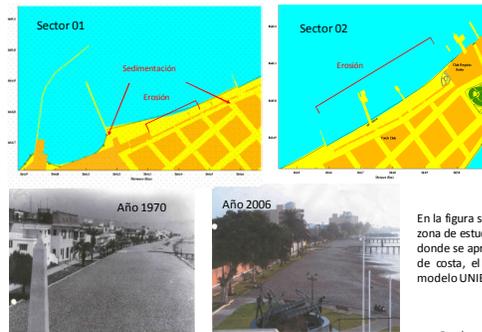


Los resultados indican que la inclusión de la barrera de separación no altera el patrón de circulación dentro de la playa La Arenilla. Se aprecian que dentro de la playa el flujo de circulación es muy lento y se caracteriza por presentar la formación de remolinos con velocidad muy baja (menores a los 5 cm/s).

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Se empleó el modelo UNIBEST para diagnosticar la evolución del perfil costero en la zona de estudios, identificando las potenciales zonas de erosión y sedimentación sobre el perfil costero. Del mismo modo, se evaluaron la influencia de la construcción de espigones sobre las instalaciones del Yacht Club Peruano y el Club Regatas Lima.

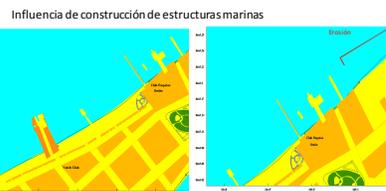
Condiciones actuales: Periodo de simulación 2004 - 2020



En las figuras se observan los resultados del modelo UNIBEST para la simulación de la evolución de la línea de costa. En el primer sector, se observa una tendencia a la sedimentación de la línea de costa, mientras que en sector 02 se presenta una tendencia a la erosión. Los cambios en el perfil costero se presentan en los primeros 4 años de simulación, luego del cual la playa entra en estado de equilibrio.

En la figura se presenta la variación que ha sufrido la zona de estudios en el sector 02 a través de los años, donde se aprecia claramente el retroceso de la línea de costa, el cual esta siendo representado por el modelo UNIBEST

Se observa que la inclusión de las estructuras, no alteran de manera significativa la evolución de la línea costera. Las playas del distrito en el sector 02, sufren una erosión de aproximadamente 3 metros. Estas estructuras no tiene influencia en la zona cercana a la Escuela Naval (Sector 01). De la misma manera que en el escenario de condiciones actuales, las variaciones en la línea de costa se producen en los primeros 4 años de simulación, luego del cual, la playa entra en un estado de equilibrio.



CONCLUSIONES

- Las características hidrodinámicas simuladas por el modelo POM en el distrito de La Punta es muy variable, presentándose dos zonas bien definidas con condiciones de circulación diferentes como son la parte correspondiente a la bahía de Miraflores, cuya dinámica (15 cm/s en promedio) es más intensa en comparación a la parte correspondiente a la bahía del Callao (5 cm/s en promedio) que se caracteriza por tener flujos lentos que varían en velocidad y dirección, las cuales están fuertemente influenciadas por el viento y la marea que se presentan en la zona de estudio.
- En la zona correspondiente a la playa La Arenilla, la circulación dentro de la playa es lenta (1 cm/s en promedio) con presencia de remolinos dentro de la playa. En esta zona, la construcción de una barrera de separación entre la zona de competencias y la zona ecológica no afectaría la circulación actual que se presenta en la playa, sin embargo, su influencia está directamente relacionada al transporte de sedimentos que se presenta en la playa, debido a que su construcción estaría frenando el proceso de sedimentación en la zona ecológica.
- Las simulaciones de la evolución de la línea de costa con el modelo UNIBEST, indican que la zona de playas del distrito se encuentran actualmente en un estado de equilibrio, alcanzado a partir del año 2008, ya que los mayores cambios se produjeron en los primeros 4 años de simulación, periodo del 2004 al 2007, presentándose una estabilización del perfil costero tanto en los sectores 01, 02 y 03 de dichas playas.
- La construcción de las estructuras dentro de la zona de estudios, no tendrían influencia significativa en la evolución del perfil costero, ya que se observa un comportamiento similar de la línea de costa cuando no se incluyen estas estructuras en la modelación del escenario 01. Este comportamiento está asociado principalmente a la débil dinámica de las olas y corrientes que se presentan en la zona de estudio.