

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

SECCIÓN DE POST GRADO Y SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN



**“GESTIÓN AMBIENTAL EN LA PLAYA LA ARENILLA PARA MEJORAR
LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LA PUNTA
– CALLAO”**

TESIS

PARA OTORGAR EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

JORGE MANUEL PAZ ACOSTA

LIMA, PERÚ

2006

Dedicatoria

Dedicado a mis padres Manuel y Norma, por haberme inculcado la ética de trabajo y superación. A mi esposa Jeanette por su comprensión y apoyo constante y a mis hijos Daniela y Gonzalo, por sus horas de compañía que dedique al desarrollo de la Maestría.

Agradecimientos

Agradezco sinceramente al Magister Ph. D (c) José Aquize Carpio, asesor metodológico designado por la Comisión de Grados y Títulos, por el apoyo brindado, sin cuyo aporte no hubiera sido posible culminar esta Tesis de Investigación.

A la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú.

Ing. Myrian Tamayo Infantes	Encargada de la División de Modelamiento Numérico de la DHN.
Ing. Gustavo Laos Cruzado	Encargado de la División de Oceanografía de la DHN.
Ing. Emanuel Guzmán Zorrilla	Encargado de la Sección de Investigación de Modelamiento Numérico de la DHN.
Ing. Carol Estrada Ludeña	Encargada de la Sección Mareas de la DHN.
Ing. Carmen Conopuna Rivera	Encargada de la sección del Laboratorio Químico de la DHN.
Ing. Jorge Otiniano Rodríguez	Encargado de la División de Meteorología de la DHN.
Ing. Alberto Jara Hamman	Jefe del Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad de La Punta.
Blga. Rita Orozco Moreyra	Jefa del Área de Ecología y Estudios de Impacto Ambiental del IMARPE.
Psic. Walter Capa Luque	Profesor Principal de la Facultad de Psicología de la UNMSM.
Tco Hid. 3 AP Angel Medina Sánchez	Encargado de la Oficina de Banco de Datos del Departamento de Medio Ambiente de la DHN.
Tco. Hid. Gaspar Gavidia Chávez	Encargado de Sección de Levantamientos batimétricos de la DHN.

Gracias por su incondicional apoyo y asesoramiento durante el desarrollo de la presente Tesis.

Resumen

El presente estudio consiste en el desarrollo de un sistema de gestión ambiental en la playa La Arenilla para mejorar la calidad de vida de la población del distrito de La Punta – Callao. El estudio plantea una metodología a seguir que permita determinar las características oceanográficas, meteorológicas, hidrográficas, biológicas y sociales que interactúan en la playa La Arenilla, así como los factores externos que facilitan o dificultan su desarrollo. Luego, con la utilización de herramientas de última generación, es decir, el modelamiento numérico y mecanismos de gestión ambiental en playas como método principal de análisis, determinar la situación existente en la zona de estudio. Finalmente, con los resultados obtenidos proponer un Programa de gestión ambiental para que la playa La Arenilla recupere su condición de una zona recreacional, deportiva, ecoturística, socioeconómica, educacional, científica y paisajista. Palabras claves: Sistema de gestión ambiental en playas, modelamiento numérico.

Abstract

The present study consists on the development of an environmental management system in La Arenilla beach to improve the quality of life of the district of La Punta - Callao. The study expound a methodology to follow that allow to determine the characteristic of oceanography, meteorological, hydrography, biological and social that interaction in La Arenilla beach, as well as the external factors that facilitate or hinder its development. Then, with the use of tools of high technology, that is to say, the numerical modeling and mechanisms of environmental management in beaches as main method of analysis, to determine the present situation in the study area. Finally, with the obtained results propose an environmental management Program in order to La Arenilla beach recovers its condition of a recreational, sport, echo tourism, socioeconomic, educational, scientific and landscape area. Key words: System of environmental management in beaches, numerical modeling.

INDICE

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
CAPITULO I	
INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	
1.1	1
1.2	2
1.2.1	2
1.2.2	4
1.2.3	7
1.2.4	9
CAPITULO II	
MARCO TEORICO Y LEGAL	
2.1	11
2.1.1	11
2.1.2	15
2.1.3	16
2.1.4	18
2.1.5	19
2.1.6	20
2.2	22
2.3	23
2.4	24
2.5	30
2.6	32
2.6.1	33

2.6.2	El modelo numérico Princeton Ocean model (POM)	36
2.7	Sistemas de gestión ambiental en zonas costeras marinas	41
2.7.1	Sistemas de gestión ambiental	41
2.7.2	Manejo integrado de zonas costeras marinas	42
2.7.3	Gestión ambiental en playas	44
2.8	Normas legales relacionadas a la protección y conservación de las zonas costeras marinas	50
2.8.1	A nivel nacional	50
2.8.2	A nivel gobierno regional	53
2.8.3	A nivel gobierno local	53
2.8.4	A nivel internacional	54

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1	Características de investigación	59
3.2	Oceanografía física	61
3.2.1	Circulación marina	61
3.2.2	Olas	62
3.2.3	Bravezas de mar	62
3.2.4	Mareas	63
3.2.5	Propiedades del agua de mar	63
3.2.6	Granulometría del fondo marino	64
3.2	Meteorología marina	65
3.4	Hidrografía	65
3.4.1	Geodesia y topografía	66
3.4.2	Levantamiento batimétrico	66
3.4.3	Cartografía	67
3.5	Biología marina	67
3.5.1	Producción primaria	67
3.5.2	Producción secundaria	68
3.5.3	Macro fauna bentónica	68
3.5.4	Algas macroscópicas	68
3.5.5	Peces	68
3.5.6	Avifauna marina – costera	68

3.5.7	Análisis microbiológico	69
3.6	Participación ciudadana	69
3.6.1	Universo y muestra	69
3.6.2	Métodos e instrumentos de recolección de datos	70
3.6.3	Procedimiento para determinar la muestra	71
3.6.4	Procedimiento para la recolección de datos	72
3.6.5	Plan de tabulación o análisis de datos	73
3.7	Modelamiento numérico	73
3.7.1	Modelo numérico UNIBEST	73
3.7.2	Modelo numérico POM	75
3.7.3	Programa para el cálculo de volumen de sedimentos	81
3.8	Gestión ambiental en la playa La Arenilla	82

CAPITULO IV

RESULTADOS OBTENIDOS

4.1	Oceanografía física	84
4.1.1	Circulación marina	84
4.1.2	Olas	85
4.1.3	Bravezas de mar	86
4.1.4	Mareas	87
4.1.5	Propiedades del agua de mar	88
4.1.6	Granulometría del fondo marino	94
4.2	Meteorología marina	95
4.3	Hidrografía	96
4.3.1	Geodesia y topografía	96
4.3.2	Levantamiento batimétrico	97
4.4	Biología marina	98
4.4.1	Producción primaria	98
4.4.2	Producción secundaria	99
4.4.3	Macro fauna bentónica	99
4.4.4	Algas macroscópicas	100
4.4.5	Peces	100
4.4.6	Avifauna marina – costera	101
4.4.7	Análisis microbiológico	101

4.5	Participación ciudadana	102
4.5.1	Propiedades métricas de la encuesta sobre actitudes de los habitantes con respecto a la playa La Arenilla	102
4.5.2	Determinación de la muestra	103
4.5.3	Actitudes de los habitantes de La Punta con respecto a la playa La Arenilla	104
4.5.4	Actitudes de los habitantes de La Punta con respecto a la playa La Arenilla, según las variables sociodemográficas	107
4.6	Modelamiento numérico	108
4.6.1	Modelo numérico UNIBEST	108
4.6.2	Modelo numérico POM	110
4.6.3	Programa de cálculo de volumen de sedimentos	122
4.7	Gestión ambiental en la playa La Arenilla	126

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1	Oceanografía	127
5.2	Meteorología marina	133
5.3	Hidrografía	134
5.4	Biología marina	135
5.5	Participación ciudadana	139
5.6	Modelamiento numérico	144
5.7	Gestión ambiental	147
5.8	Propuesta de Programa de gestión ambiental	150

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones	159
6.2	Recomendaciones	165

FUENTES DE INFORMACION	169
-------------------------------	------------

ANEXOS

	Pág.	
Anexo N° 1	Ficha socio – demográfica	177
Anexo N° 2	Cuestionarios sobre actitudes de los habitantes del distrito de La Punta con respecto en la playa La Arenilla	178
Anexo N° 3	Información del IX Censo Nacional de Población y IV de Vivienda 1993 correspondiente al distrito de La Punta – Callao	183
Anexo N° 4	Programa en FORTRAN 77 para cálculo de sedimentos en el periodo 1987 – 2005	184
Anexo N° 5	Niveles de referencia mareográficos	187
Anexo N° 6	Registro de marea obtenida en la rada interior del puerto del Callao y de la estación mareográfica de La Punta	188
Anexo N° 7	Distribución granulométrica del sedimento del fondo superficial marino de la playa La Arenilla	189
Anexo N° 8	Carta batimétrica de la playa La Arenilla año 2005	192
Anexo N° 9	Registro de producción primaria en la playa La Arenilla	193
Anexo N° 10	Registro de producción secundaria en la playa La Arenilla	194
Anexo N° 11	Registro de la macro fauna bentónica en la playa La Arenilla	195
Anexo N° 12	Registro de algas macroscópicas en la playa La Arenilla	196
Anexo N° 13	Registro de peces en la playa La Arenilla	197
Anexo N° 14	Registro de aves en la playa La Arenilla	198
Anexo N° 15	Carta batimétrica de la playa La Arenilla año 1987	199

LISTA DE FIGURAS:

	Pág.
Figura 1. Fotografía satelital: playa La Arenilla, La Punta – Callao, 2005.	2
Figura 2. Canal central colmatado por sedimentos en la playa La Arenilla.	3
Figura 3. Canal Oeste en la playa La Arenilla.	4
Figura 4. Canal Este en la playa La Arenilla.	4
Figura 5. Zona Oeste de la playa La Arenilla en bajamar, vista del Este.	5
Figura 6. Zona Oeste de la playa La Arenilla en bajamar, vista del Oeste.	5
Figura 7. Presencia de vegetación acuática en la playa La Arenilla.	6
Figura 8. Dinámica costera del transporte de sedimentos.	15
Figura 9. Parámetros de la Marea.	21
Figura 10. Dinámica costera que interviene en el modelo UNIBEST.	34
Figura 11. Esquema de la teoría lineal de Pelnard Considere.	35
Figura 12. Esquema de la grilla “C” de Arakawa.	40
Figura 13. Ubicación de las estaciones de medición de circulación marina.	62
Figura 14. Ubicación de las estaciones de medición de propiedades del agua de mar y granulometría de fondo marino.	64
Figura 15. Condiciones iniciales del modelo UNIBEST.	75
Figura 16. Ubicación de los puntos de control para el cálculo de velocidades en cada escenario de simulación.	76
Figura 17. Elementos que interactúan en la zona de estudio.	77
Figura 18. Vista tridimensional del escenario 00.	77
Figura 19. Vista tridimensional del escenario 01.	78
Figura 20. Vista tridimensional del escenario 02.	79
Figura 21. Vista tridimensional del escenario 03.	80
Figura 22. Vista tridimensional del escenario 04.	82
Figura 23. Corriente superficial en la playa La Arenilla y zona adyacente.	84
Figura 24. Corriente de fondo en la playa La Arenilla y zona adyacente.	85
Figura 25. Distribución de la temperatura superficial (°C).	89
Figura 26. Distribución de la salinidad superficial (‰).	89
Figura 27. Distribución del oxígeno disuelto superficial (O ₂).	90
Figura 28. Distribución de fosfato superficial (ug-at/l).	90
Figura 29. Distribución de silicato superficial (ug-at/l).	91
Figura 30. Distribución de nitrato superficial (ug-at/l).	91

Figura 31. Distribución del nitrito superficial (ug-at/l).	92
Figura 32. Distribución del sulfuro de hidrógeno (ug-at/l).	92
Figura 33. Distribución de la demanda bioquímica de oxígeno (ug-at/l).	93
Figura 34. Distribución de potencial de iones hidronio.	93
Figura 35. Ubicación de la estación meteorológica Chuchito – Callao.	96
Figura 36. Evolución de la línea de costa en un año en la playa La Arenilla.	108
Figura 37. Evolución de la línea de costa para el área 01.	109
Figura 38. Evolución de la línea de costa para el área 02.	109
Figura 39. Evolución de la línea de costa para el área 03.	110
Figura 40. Simulación de Circulación: 53, 54, 55 y 56 horas - Escenario 00.	111
Figura 41. Simulación de Circulación: 57, 58, 59 y 60 horas - Escenario00.	112
Figura 42. Simulación de Circulación: 53, 54, 55 y 56 horas - Escenario 01.	113
Figura 43. Simulación de Circulación: 57, 58, 59 y 60 horas - Escenario 01.	114
Figura 44. Simulación de Circulación: 53, 54, 55 y 56 horas - Escenario 02.	115
Figura 45. Simulación de Circulación: 57, 58, 59 y 60 horas - Escenario 02.	116
Figura 46. Simulación de Circulación: 53, 54, 55 y 56 horas - Escenario 03.	117
Figura 47. Simulación de Circulación: 57, 58, 59 y 60 horas - Escenario 03.	118
Figura 48. Simulación de Circulación: 53, 54, 55 y 56 horas - Escenario 04.	119
Figura 49. Simulación de Circulación: 57, 58, 59 y 60 horas - Escenario 04.	120
Figura 50. Histograma de comparación de velocidad de circulación calculada para los escenarios de simulación definidos.	121
Figura 51. Zona de sedimentación, playa La Arenilla - año 1987.	122
Figura 52. Zona de sedimentación y erosión, playa La Arenilla - año 2005.	122
Figura 53. Variación tridimensional de las batimetrías, años 1987 – 2005.	123
Figura 54. Cálculo del volumen de sedimentos en entorno UNIX.	124
Figura 55. Cálculo del volumen de sedimentos por áreas.	125

LISTA DE CUADROS:

	Pág.
Cuadro 1. Pregunta filtro.	72
Cuadro 2. Distribución de ola tipo Snell en la zona adyacente a la playa La Arenilla.	85
Cuadro 3. Porcentaje de ocurrencia de oleajes en el puerto del Callao.	86
Cuadro 4. Frecuencia multianual de ocurrencia de oleaje irregular en el litoral central.	86
Cuadro 5. Mareas de sicigias presentadas durante el estudio.	87
Cuadro 6. Características de los parámetros del agua de mar.	94
Cuadro 7. Composición granulométrica del sedimento del fondo superficial marino de la playa La Arenilla.	95
Cuadro 8. Promedio mensual multianual de la estación meteorológica Chuchito – Callao.	95
Cuadro 9. Estación Base: HIDRO; Datum WGS-84.	96
Cuadro 10. Estaciones Auxiliares: A-1, A-2, A-3, A-4; Datum WGS-84.	97
Cuadro 11. Concentración de coliformes termotolerantes en la playa La Arenilla Enero 2004 – Diciembre 2005.	102
Cuadro 12. Estimaciones de confiabilidad mediante el coeficiente Alpha de Cronbach.	103
Cuadro 13. Análisis de ítems para la escala de actitudes respecto a la playa La Arenilla (Coeficiente de Correlación de Pearson).	103
Cuadro 14. Universo poblacional del distrito de La Punta - Callao.	104
Cuadro 15. Variable 1: La Calidad de agua de mar en la playa La Arenilla.	105
Cuadro 16. Variable 2: Información y educación ambiental.	105
Cuadro 17. Variable 3: Gestión ambiental, infraestructura y servicios.	106
Cuadro 18. Variable 4: Seguridad, servicios e instalaciones.	107
Cuadro 19. Comparación de medias de las variables sociodemográficas, según la prueba “t de student”.	107
Cuadro 20. Comparación de medias de las variables sociodemográficas, según la prueba “Análisis de Varianza”.	108
Cuadro 37. Promedio de velocidad de circulación por estaciones Calculada para cada escenario de simulación.	121

Cuadro 38. Cálculo del volumen de sedimentos para la playa La Arenilla para el periodo 1987-2005 (18 años).	125
Cuadro 39. Resultados de la entrevista – encuesta al Jefe del Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad de La Punta.	126
Cuadro 40. Nivel de calidad de agua.	139
Cuadro 41. Nivel de información y educación ambiental.	139
Cuadro 42. Nivel de gestión ambiental, infraestructura y servicios.	140
Cuadro 43. Nivel de calidad de seguridad, servicios e instalaciones.	142
Cuadro 44. Nivel de la calidad ambiental.	143
Cuadro 45. Proceso de gestión ambiental en la playa La Arenilla.	158

LISTA DE SIGLAS Y SIMBOLOS**SIGLAS**

ADEAC	Asociación de Educación Ambiental y del Consumidor
BDSGNM	Banco de Datos del Sistema Global del Nivel del Mar
BIC	Buque de Investigación Científica
CPPS	Comisión Permanente del Pacífico Sur
DGPS	Diferencial Global Position System
DHN	Dirección de Hidrografía y Navegación
DICAPI	Dirección General de Capitanías y Guardacostas
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
E	Este
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
EMAS	Eco Management and Audit Scheme
ENAPU	Empresa Nacional de Puertos
FAO	Food and Agricultura Organization
FEEE	Fundación Europea de Educación Ambiental
FOLK	Sistema de clasificación de rocas sedimentarias
FORTTRAN	Formula Translator
GPS	Global Position System
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
IHO	International Hydrographic Organization
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
ISO	International Estandar Organization
JASL	Joint Archive for Sea Level
LMP	Límite Máximo Permisible
MARPOL	Marine Pollution
Mn	Amplitud media de la marea
NAYLAMP	El Niño Anual Y Las Anomalías Medidas en el Pacifico
NMM	Nivel Medio del Mar
NMBSO	Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias
NMPSO	Nivel Medio de Pleamares de Sicigias Ordinarias
NMPS - HHW	Nivel Medio de Pleamares Superiores
NMBI - LLW	Nivel Medio de Bajamares Inferiores
NMP	Número Más Probable

NMBM	Nivel de Más Baja Marea
NMAM	Nivel de Más Alta Marea
NMP – HW	Nivel Medio de Pleamares
NMB – LW	Nivel Medio de Bajamares
NOAA	National Oceanographic Atmospheric Administration
NRS	Nivel de Reducción de Sondajes
O	Oeste
PNP	Policía Nacional del Perú
POM	Princeton Ocean Model
PSMSL	Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar
S	Sur
SE	Sureste
SGS ICS	Certificadora de la Société Générale de Surveillance
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
SO	Suroeste
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
TSM	Temperatura Superficial del Mar
UGEL	Unidad de Gestión Educativa Local
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation
UNIBEST	Uniform Beach Sediment Transport
UNIX	Sistema Operativo Multiusuario, incorpora Multitarea
UNMSM	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
UTM	Universal Transformation Metric
WGS – 84	World Global System
ZHR	Zona de Habilitación Recreacional

SIMBOLOS

cm / seg	centímetros por segundo
CH₃SCH₃	sulfuro de dimetilo
CO	óxido de carbono
CO₂	dioxido de carbono
CO₃	ión carbonato

DBO ₅	demanda bioquímica de oxígeno después de 5 días de incubación
DS	desviación estándar
F	prueba “análisis de varianza”
gl	grados de libertad
ha	hectáreas
HCO ₃ ⁻	ión bicarbonato
H ₂ CO ₃ ⁻	ácido carbónico
hPa	hectopascales
H ₂ S	sulfuro de hidrógeno
km	kilómetros
Km ³	kilómetros cúbicos
msnm	nivel medio sobre el nivel del mar
m	metros
ml/l	mililitros por litro
mm	milímetros
m ²	metros cuadrados
m ³	metros cúbicos
n	número de la muestra
NO ₂	nitratos
NO ₃	nitritos
O ₂	oxígeno
p	probabilidad significativa
PO ₄	fosfatos
pH	potencial de iones hidronio
sal	salinidad
SH ₂	ácido sulfhídrico
sp	especie
SiO ₃	silicatos
t	prueba “t de student”
µg-at/l	micro gramo – átomo sobre litro
µ	micrones
°C	grados celsius
‰	partes por mil

CAPITULO I

INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Introducción

El Perú es un país eminentemente marítimo, cuyo desarrollo está ligado estrechamente al uso de la línea costera y del océano Pacífico. Esto se refleja en el uso creciente de bahías y puertos para el transporte marítimo, como en el uso de bahías para la actividad pesquera. De igual modo, diversos Departamentos a lo largo del litoral se han visto afectados considerablemente por el incremento de las actividades turísticas y de recreación. El gran desarrollo de estas actividades, junto al incremento natural de las ciudades costeras y el consiguiente incremento de sus desechos, ha tenido un enorme impacto sobre el medio ambiente marino a lo largo de la costa del Perú.

Distintos sectores de la sociedad reconocen que un desarrollo sustentable requiere de un adecuado manejo y cuidado del medio ambiente. En particular, el uso correcto de las zonas costeras demanda el conocimiento del ambiente físico marino, es decir, el conocimiento de la circulación marina, de su variabilidad, transportes de sedimentos y de los procesos de difusión y mezcla responsables de renovar las aguas costeras y de mantener aptas sus propiedades físico-químicas, para diversas actividades.

Por otro lado, la información oceanográfica es fundamental para el uso que se desee adoptar. Esta información es imprescindible en casos de emergencias derivadas de accidentes marinos, como es el caso de derrames de hidrocarburos o sustancias químicas en zonas costeras. La planificación y evaluación de las actividades portuarias, así como el desarrollo de obras de ingeniería costera, requieren continuamente, además de información oceanográfica, las características de la flora y fauna existentes.

En el Perú, al igual que en la mayor parte de los países de la región, los estudios oceanográficos costeros aplicados a problemas de ingeniería o medioambientales presentan importantes aspectos deficitarios. Ellos se basan en observaciones puntuales que sólo permiten obtener una visión parcial, comúnmente poco confiable, difícil de interpretar y por lo tanto inadecuada para tomar medidas concretas de manejo u otras decisiones relevantes. Por otro lado, los modelos numéricos hidrodinámicos son una herramienta muy poderosa para analizar el comportamiento de cuerpos de aguas costeras. Sin embargo, su habilidad para representar condiciones reales depende críticamente de la calidad de la información que se les proporcione.

1.2 Antecedentes, justificación y objetivos

1.2.1 Descripción de la zona de estudio

La playa la Arenilla se encuentra ubicada en la orilla sur del distrito de La Punta en la provincia Constitucional del Callao, localizada entre $12^{\circ}04'50,32''$ S y $077^{\circ}09'15,00''$ W y $12^{\circ}04'18,39''$ S y $077^{\circ}09'40,65''$ W, ocupando un área de 18,2 hectáreas (Figura 1).



Figura 1. Fotografía satelital: playa La Arenilla, La Punta – Callao, 2005.

La playa Arenilla, llamada también “la poza”, es un embalse artificial de aguas litorales, formado por la construcción de dos rompeolas que delimitan su área, con profundidades menores de 3 m. Según los boletines y revistas municipales del distrito de La Punta, la construcción de los rompeolas se inició en 1965 con el apoyo de la Junta de Obras Públicas del Callao, concluyendo en el año 1967.

Desde la culminación de la construcción de los mencionados rompeolas, existía un canal de comunicación con el mar adyacente, de 50 m de ancho entre los tramos finales de los dos rompeolas, el cual por acción del fuerte oleaje fue colmatándose hasta formar lo que hoy se conoce como la Isla de Guilligan (Ref. 14). (Figura 2).



Figura 2. Canal central colmatado por sedimentos en la playa La Arenilla

La actual configuración geográfica de la playa La Arenilla con sólo dos canales de entrada y salida de agua de mar, determinan una limitada circulación oceánica en los extremos Este y Oeste, siendo casi nula en la parte central, determinando un ambiente de aguas tranquilas, semiestancadas, con un fondo fangoso limoso de espesor variable entre 0,2 y 1,2 m. (Ref. 51). (Figuras 3 y 4).



Figura 3. Canal Oeste en la playa La Arenilla.



Figura 4. Canal Este en la playa La Arenilla.

1.2.2 Planteamiento del problema

En la actualidad la playa La Arenilla presenta problemas de sedimentación en la parte Oeste, es decir, cuando las mareas alcanzan su mínimo valor en marea baja o bajamar se puede apreciar el lecho marino, ocasionando que las actividades marítimas y náuticas se obstaculicen, hasta que por efecto de las mareas, nuevamente, el nivel del mar alcance sus niveles normales (pleamar) (Figuras 5 y 6).



Figura 5. Zona Oeste de la playa La Arenilla en bajamar, vista hacia el canal Este.



Figura 6. Zona Oeste de la playa La Arenilla en bajamar, vista hacia el canal Oeste.

El viento local predominante proviene del suroeste, el cual, en horas de la madrugada decrece su velocidad, aumenta en horas de la mañana y horas de la tarde. La circulación marina superficial tiene un movimiento lento de aguas hacia el noreste. La temperatura del mar presenta valores promedios de 17°C. La salinidad presenta valores promedios de 35 partes por mil (ppm).

La poca profundidad de la playa La Arenilla facilita la penetración luminosa y permite el desarrollo de abundante vegetación acuática, como se aprecia en la Figura 7, la cual, alberga a una diversidad de organismos, entre peces, moluscos y crustáceos.



Figura 7. Presencia de vegetación acuática en la playa La Arenilla.

Yamashiro et al. 1997, publicaron un estudio sobre las condiciones bioambientales de la poza La Arenilla, realizado en mayo y junio de 1989; cubriendo información sobre los aspectos oceanográficos del agua de mar y el análisis de los aspectos biológicos de esta playa, registrando un total de 119 especies: 9 de aves, 5 de peces, 35 de macro invertebrados, 12 grupos zooplantónicos, 1 fanerógama, 5 macroalgas y 52 especies fitoplanctónicas (Ref. 51).

Actualmente, en la playa La Arenilla, se desarrollan diversas actividades, entre las que se encuentran:

- Recreacionales, playa de veraneo, paseo en botes a remo, pedalones y embarcaciones a vela, pesca desde los rompeolas y botes pequeños.
- Deportivas, cancha de entrenamiento para regatas de remo, footing en el perímetro de la playa, caza submarina y aeromodelismo.

- Paisajistas y de ecoturismo, cuerpo de agua con su vegetación acuática, orillas con vegetación terrestre, rompientes de mar, parques y jardines, observación de aves, peces y paseo en botes.
- Socioeconómicas, pesca artesanal con diversas artes de pesca: red cortinera, atarraya, chinchorro, cordel y buceo, extracción de lombrices como carnada para la pesca a cordel, extracción de algas “lechuga de mar” como insumo en la preparación de alimentos balanceados, servicio de transporte de bañistas y pescadores a la isla de Guilligan y servicio de paseo en botes para turistas.
- Educativas, educación ambiental y formación de una conciencia ecológica a nivel de centros educativos preescolares, escolares y universitarios, realizando sus prácticas de campo en las inmediaciones de la playa La Arenilla.
- Científicas, investigando la diversidad de la flora y fauna de la Playa.

1.2.3 Propuesta de solución

El tema de Investigación propone una alternativa de solución para la recuperación ambiental de la playa La Arenilla y así, contribuir al ornato y recreación del distrito de La Punta y sus visitantes.

La presente Tesis desarrolla un sistema integrado de registro de información oceanográfica, hidrográfica, meteorológica, biológica y social aplicado al monitoreo, la modelación y el diagnóstico de la playa La Arenilla. Este sistema combinará métodos de observación in situ con instrumentos de última generación.

La información recolectada será incorporada en dos modelos numéricos para reproducir en forma realista la circulación costera marina y el transporte de sedimentos en la zona de estudio.

Basados en las observaciones y los resultados de la modelación numérica se establecerán patrones típicos en la zona de estudio para estimar tiempos de residencia, circulación y transporte de sedimentos, lo que determinará sitios adecuados para la instalación de estructuras de ingeniería que proporcionen una circulación óptima en la playa La Arenilla y a su vez reduzcan la sedimentación en la zona Oeste de la misma.

Del mismo modo, la información social, permitirá conocer la actitud que tiene la sociedad con respecto a la problemática planteada y de esta forma proponer un sistema de gestión ambiental que involucre la participación ciudadana.

La aplicación de Sistemas de Gestión Ambiental, junto con los avances en el ámbito de modelación en zonas costeras, incluyendo el desarrollo de asimilación de datos en modelos numéricos, apertura nuevas líneas de investigación en oceanografía física observacional y modelación numérica de problemas costeros.

Los productos generados por la presente Tesis contribuirán decisivamente a mejorar la planificación del uso de las playas y regiones costeras de nuestro país, reduciendo por una parte el impacto negativo de éste sobre el medio ambiente, y por otra, el riesgo de condiciones ambientales adversas sobre las actividades marítimas, de ingeniería portuaria y de recreación.

Mediante la participación de investigadores y alumnos tesistas en estos problemas, el proyecto contribuirá al reforzamiento de los programas de postgrado en Gestión Ambiental y Oceanografía, de las carreras de pregrado en Física e Ingeniería Ambiental de la Universidad de Ingeniería, y a la capacitación de profesionales de instituciones que se dedican al estudio de zonas costeras.

1.2.4 Objetivos

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, el presente estudio desarrolla los siguientes objetivos:

a) Objetivo General

Proponer un Programa de Gestión Ambiental en la playa La Arenilla, en función a las características océano – atmosféricas y biológicas del área de estudio, así como, de la disposición de la población y las autoridades locales con respecto a la protección del medio ambiente.

b) Objetivos Específicos

b1 Determinar las características oceanográficas.

Permitirá conocer los parámetros oceanográficos en el área de estudio, a su vez, la información será empleada para desarrollo de los modelos numéricos de circulación marina y transporte de sedimentos.

b2 Determinar las características meteorológicas.

Permitirá conocer los parámetros meteorológicos en el área de estudio, a su vez, la información será empleada para desarrollo de los modelos numéricos descritos.

b3 Determinar los procesos de erosión y sedimentación.

Permitirá identificar las zonas de erosión y sedimentación que se producen en el área de estudio, y a su vez, el comportamiento de la dinámica costera en la zona.

b4 Determinar la configuración sedimentológica.

Permitirá conocer el tipo y calidad de los sedimentos depositados en el área de estudio, a fin de determinar su configuración sedimentológica para el desarrollo de obras de ingeniería de costa.

- b5** Determinar el transporte potencial de sedimentos.
Permitirá conocer el volumen de sedimentos que se transportan en la zona de estudio.
- b6** Determinar la hidrografía.
Permitirá conocer la geomorfología del fondo marino y el perfil costero del área de estudio, a su vez, la información recolectada será empleada para desarrollo de los modelos numéricos antes mencionados.
- b7** Determinar la composición de flora y fauna.
Permitirá identificar las principales comunidades hidrobiológicas en el área de estudio, así como realizar un inventario cualitativo y cuantitativo de las especies de flora y fauna marina en la zona.
- b8** Determinar la calidad del agua de mar.
Permitirá conocer las características microbiológicas del agua de mar en el área de estudio, a su vez, la información recolectada será empleada para determinar el grado de contaminación biológica.
- b9** Determinar las actitudes que poseen los habitantes.
Permitirá conocer la disposición que posee la población de La Punta - Callao con respecto al medio ambiente y su preocupación con los impactos en la zona de estudio.
- b10** Determinar la Gestión Ambiental de la autoridad local.
Permitirá conocer el grado de Gestión Ambiental que desarrolla la Municipalidad distrital de La Punta - Callao con respecto a la playa La Arenilla.

CAPITULO II

MARCO TEORICO Y LEGAL

En este capítulo se presenta una recopilación bibliográfica de los aspectos técnicos – científicos que involucran al planteamiento del problema, así como, las consideraciones legales relacionadas con la materia del estudio y aplicables al mismo.

2.1 Características físico - químicas en zonas costeras marinas

2.1.1 Procesos de erosión y sedimentación

Los estudios sobre “Procesos erosivos y deposicionales en el litoral adjunto al puerto de Salaverry”, realizados por la Pontificia Universidad Católica de Perú, 2000, han determinado que dado su carácter extremadamente dinámico, la línea de litoral está sujeta a procesos de erosión y sedimentación.

Estos fenómenos son causados, por la acción conjunta o aislada, de factores como: alteraciones en los procesos hidrodinámicos, variaciones en el nivel del mar y a las acciones humanas. Entre estas, las actividades humanas son las que han provocado mayores modificaciones en la zona costera mediante la construcción de infraestructuras que alteran significativamente el balance de sedimentos en las playas.

La erosión y sedimentación de los litorales y playas están consideradas como un problema importante en las costas septentrionales de Puerto Rico y Jamaica, en la costa oriental de Trinidad y en los Estados ribereños al Golfo de México de los EE.UU. como la Florida y Mississippi (Ref. 57).

El Puerto de Salaverry, en los años sesenta, fue escenario de la construcción de rompeolas y espigones de protección a las instalaciones portuarias, los cuales han generado procesos de

sedimentación – erosión, efectos que se han podido observar a través de los cambios en la posición de la línea de litoral en las últimas décadas, en la sedimentación y consecuente reducción de la profundidad en el área del puerto y en la erosión de las playas al norte del puerto de Salaverry (Ref. 61).

El litoral de El Ferrol (Chimbote) presenta modificaciones significativas con relación a su antigua morfología, caracterizadas por una sedimentación pronunciada al sur y una enorme destrucción del continente en el litoral central. Esta situación incide en los costos operativos de las actividades pesqueras, además de haberse perdido la playa (Ref. 09).

Como ha sucedido en muchas áreas costeras, en gran parte de las playas del Caribe insular, la construcción de espigones, malecones y diques ha sido más destructiva que constructiva para la formación de las playas, limitando las actividades deportivas y recreativas con sus correspondientes efectos negativos para el desarrollo socio cultural de la región (Ref. 62).

En la publicación “Elementos de Oceanografía” 1975, se establece que los sedimentos de la zona costera son derivados del continente por las corrientes y el oleaje; las arenas son depositadas en todo el largo del litoral, mientras los limos y arcillas se depositan lejos de las costas por medio de las corrientes.

Al respecto, la distribución de sedimentos está controlada por tres factores y sus interacciones: 1) La cantidad de sedimentos que provienen del continente; 2) la intensidad de los factores que distribuyen los sedimentos como las corrientes, oleajes, bravesas de mar y viento; 3) la cantidad y dirección de los cambios del nivel del mar (Ref. 02).

La publicación "Ingeniería Portuaria" 2001, indica que la dinámica de litoral obedece a la energía contenida en los movimientos de mar que es transmitida a la costa produciendo continuamente una ligera deformación del perfil litoral, debido al proceso de arenamiento y erosión del fondo del mar. Esta deformación del borde costero puede ser apreciada luego de un largo periodo de tiempo. El continuo transporte de material sedimentario define marcadamente en el litoral zonas de producción (acumulación) de sedimentos y zonas de consumo (erosión).

Entre las zonas de producción, o fuentes de sedimento, se encuentran los cauces fluviales, elementos calcáreos, arrastres en suspensión por el viento, acantilados en fase de retroceso, vertidos artificiales producidos por el hombre como vertimiento de desmote, minas, canteras, etc.

Las zonas de consumo, llamadas drenes o sumideros, son aquellas en donde el sedimento permanece inmóvil o sale del mecanismo de transporte. Se consideran: ensenadas o estuarios naturales, puertos, obras de defensa, cañones submarinos, transporte por viento, pérdidas por abrasión y extracciones artificiales, entre otros (Ref. 22).

En los procesos de arenamiento y erosión el movimiento de las olas y el viento son factores primordiales del transporte de sedimentos. Las olas permiten dicho transporte mediante el movimiento ondulatorio de las partículas de agua. La incidencia del oleaje en forma oblicua a la costa, y la acción diferencial del oleaje debido a la modificación de las olas por difracción o refracción. Mientras el oleaje actúa sobre la playa sumergida y la zona de playa mojada, el viento lo hace sobre la superficie de playa seca. El transporte de sedimento puede darse en dirección normal a la costa o en dirección paralela.

Para el caso del transporte de sedimentos en dirección normal a la costa, el movimiento de las partículas de agua origina el transporte de los sedimentos del fondo en dirección normal a la costa, en uno y otro sentido, de acuerdo con las características de la ola, la profundidad, y el tamaño de las partículas de sedimento.

Además, en aguas profundas, este transporte puede presentar surcos en los fondos arenosos. Los cambios estacionales de los perfiles de playa son ejemplos de esta forma de transporte.

Durante el invierno se observa un retraimiento de la línea de playa, así como la barra sumergida a cierta distancia de la orilla, debido a la sobre elevación del nivel del mar y al aumento del peralte¹ del oleaje; mientras que en verano se restablece la posición inicial.

Mientras que para el transporte de sedimentos en dirección paralela a la costa se presenta por lo general entre la línea de playa y la línea de rompientes, debido a la incidencia del oleaje en forma oblicua a la costa, cuya energía se descompone en una componente normal y otra paralela a la playa.

Esta última se presenta como una corriente en dirección paralela a la playa que arrastra las partículas de sedimento del fondo del mar, que han sido agitadas por el rompimiento de las olas.

El arrastre de los sedimentos en zig zag que se presenta en la línea de playa es provocado por la ola residual que incide oblicuamente a la orilla, y cuya masa líquida asciende por la pendiente de la playa manteniendo su dirección, para luego descender por la línea de máxima pendiente (Ref. 23).

¹ **Peralte:** Elevación mayor de la parte exterior de la ola, en relación con la interior.

En la Figura 8, se describe gráficamente el proceso de transporte de sedimentos.

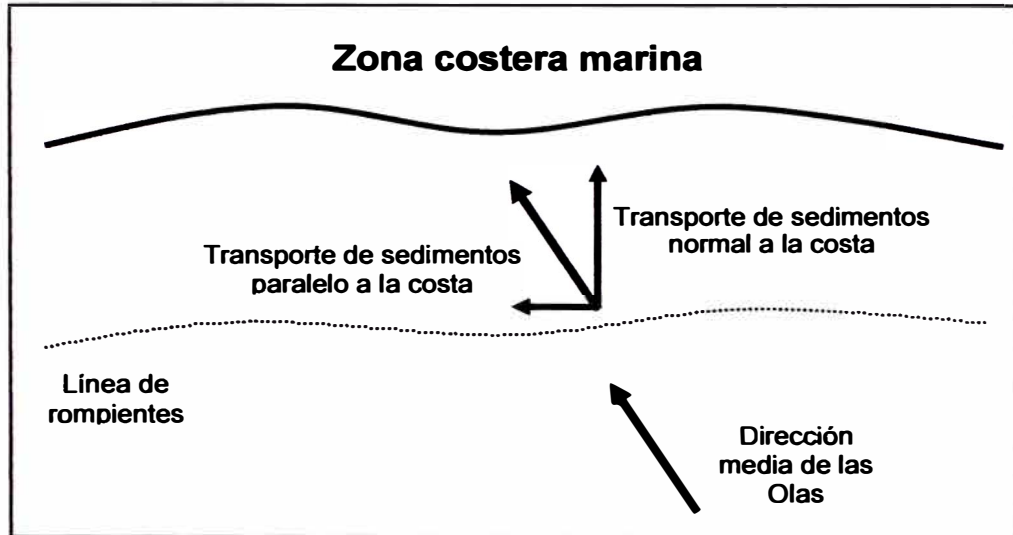


Figura 8. Dinámica costera del transporte de sedimentos.

Otro fenómeno causante del transporte de sedimentos en sentido paralelo a la costa es la acción diferencial del oleaje, que se debe a la modificación de las olas por difracción o refracción.

El transporte de sedimentos en dirección paralela a la costa es el mayor responsable de los cambios que sufren algunas playas, cambios por aterramientos, erosiones y basculamientos.

2.1.2 Formaciones costeras

Otro aspecto a considerar en el presente estudio, son las formas costeras, que se definen como formaciones que se presentan a lo largo del litoral, provocados por ciertas irregularidades que obstaculizan el transporte de sedimentos.

Entre las formaciones costeras más comunes tenemos: playas de arena, frentes deltaicos, flechas, barras sumergidas, tómbolos y hemitómbolos, etc.

Al respecto, existen zonas abrigadas por obstáculos naturales o artificiales en dirección sensiblemente paralela a la costa, como diques e islotes, los cuales pueden originar la formación de tómbolos² y hemitómbolos; la primera, si la unión de la orilla y el obstáculo es completa; y la segunda, si es incompleta (Ref. 23).

2.1.3 Composición del agua de mar

Según Cousteau (1993), el agua de mar es una solución compleja en la que se entremezclan un gran número de iones. Su composición es globalmente la misma en todos los océanos, sin embargo, a nivel local existen ciertas variaciones. A esta composición se denomina salinidad (Ref. 11).

Así mismo, Martín Knudsen (1901), definió salinidad como el número total de gramos de material sólido disuelto en un kilogramo de agua de mar, cuando el carbonato ha sido convertido en óxido, todo el bromo y el yodo ha sido reemplazado por cloro, y toda la materia orgánica ha sido completamente oxidada, después de secar la muestra a una temperatura de 480°C (Ref. 02).

Por término medio el agua de mar contiene un 96,5 % de agua pura y un 3,5 % de sales. Sin embargo, los especialistas prefieren expresar la salinidad en “partes por mil”; la cual varía entre 35 a 37, con un promedio de 35 ‰. Las distintas sales se encuentran en proporciones constantes (Ref. 11).

El 99 % de las sales disueltas en el agua de mar está formado por ocho iones: cloro (18,98 %), sodio (10,54 %), ambos constituyen el 85,6 % de todas las sales (magnesio, potasio, ion sulfato, ion bicarbonato, y bromo). Por su importancia y constancia, estos iones se denominan “conservadores”.

² **Tómbolo:** Istmo de arena que une una isla a la costa.

Algunos elementos están presentes en el agua de mar en cantidades muy pequeñas, pero no por ello dejan de tener importancia fundamental en el equilibrio fisiológico de los seres vivos.

El elemento más abundante es el oxígeno, que se encuentra en el líquido oceánico en forma de gas disuelto, y sirve para la respiración de los seres vivos. Algunas regiones oceánicas, situadas al margen de las corrientes y poco batidas por los vientos, contienen poca cantidad de oxígeno: en ellas la vida es casi imposible; exceptuando algunas bacterias anaeróbicas.

La temperatura del agua de mar es otro factor importante a tener en consideración, el sol, es la principal fuente de energía, una parte es absorbida y otra reflejada al espacio en forma de brillo. La energía absorbida por el océano es perdida constantemente, con lo que se establece un equilibrio de energía que no permite el excesivo calentamiento.

Los factores que influyen en la distribución de la temperatura son los movimientos causados por agentes externos como el viento, la turbulencia ocasionada por la circulación marina y los afloramientos costeros. La distribución vertical de la temperatura se representa por la termoclina y se obtiene por medición de la temperatura a diferentes profundidades. Sin embargo, en mares adyacentes la distribución vertical de la temperatura es casi constante. En la capa superficial del mar, la distribución de la temperatura depende de la latitud, la estación del año y la circulación marina en la zona.

La unidad utilizada para medir la temperatura del agua de mar es grados Celsius (°C). La variación de la temperatura diurna en el mar tiene valores cercanos a 0,4°C (Ref. 10).

2.1.4 Corrientes marinas costeras

En los estudios realizados sobre “La Caracterización de la Dinámica Costera en La Punta – Callao” por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, 1994, a lo largo del litoral peruano, se ha determinado que en el Sistema de Corrientes del Perú; está conformado por cinco corrientes, las cuales se describen a continuación:

La Corriente Peruana (o de Humboldt): Se desplaza paralela a la costa, de sur a norte. Se caracteriza por sus bajas temperaturas que, en promedio, están entre los 13 y 14°C en invierno (mayo - octubre) y entre 15 y 17°C en verano (noviembre - abril). A la altura de Punta Pariñas (5° latitud Sur) se dirige hacia el Oeste, en el océano Pacífico. Las consecuencias más importantes de esta corriente son dos:

- Crea condiciones especiales para una alta productividad en la parte marina bajo su influencia, por su alta salinidad y alto contenido de oxígeno y CO₂.
- Ejerce influencia determinante sobre el clima de la costa peruana con cielos cubiertos de neblinas, ausencia de lluvias y temperaturas templadas durante el invierno. Por la latitud, el clima debería ser tropical; pero las aguas enfrían la atmósfera.

Superpuesta a esta corriente esta aquella que se produce debido al oleaje que se aproxima a la costa, a la influencia de las mareas, a la topografía del fondo marino y a los vientos locales; generando las corrientes litorales que son las más importantes en el transporte de sedimentos (Ref. 16).

La Corriente Oceánica: Se desplaza al Oeste de la anterior, y llega hasta unos 700 metros de profundidad. Sus aguas son más cálidas, por encima de los 21°C. Por alteraciones en la Corriente Peruana, sus aguas pueden llegar hasta la costa.

La Contracorriente del Perú: Se desplaza en sentido contrario (norte-sur) de las dos anteriores y por debajo de ellas. Es la responsable principal del afloramiento de aguas profundas y se manifiesta entre los 40 y los 400 m de profundidad. Separa la Corriente Peruana de la Oceánica, siendo superficial (verano) o subsuperficial. En el primer caso está íntimamente ligada al Fenómeno de El Niño.

La Corriente Submarina o Subsuperficial del Perú: Se manifiesta entre los 100 y los 200 metros de profundidad, y se desplaza en dirección norte-sur, muy pegada a la costa.

La Corriente de El Niño: Denominada así porque se manifiesta a partir de Navidad, es parte de la Contracorriente Ecuatorial, de aguas cálidas, que al llegar frente a las costas de América del Sur (0° a 10° latitud Norte) se divide en dos ramales, uno se dirige hacia el norte y el otro hacia el sur.

2.1.5 Olas

Las olas son esencialmente un movimiento ondulatorio a través del cual se propaga energía. Las ondas mecánicas o de presión ponen directamente en movimiento las moléculas (gaseosas o líquidas).

Las olas tienen los siguientes parámetros:

- Longitud de onda, es la distancia que separa dos puntos idénticos sucesivos, es decir dos crestas o dos depresiones.
- Periodo de onda, es el intervalo de tiempo que toma al paso sucesivo de dos crestas o dos depresiones por un mismo punto.
- Frecuencia, corresponde al número de ondas que pasan por un punto fijo, en una unidad de tiempo.
- Velocidad, corresponde a la distancia que recorre la onda, por unidad de tiempo.

Se puede comprobar que en el océano existen varios tipos de ondas mecánicas y se pueden identificar en función a su fuerza generadora. Las más conocidas son provocadas por la acción del viento sobre la superficie del mar. También existen las llamadas olas de marea que se ponen en movimiento por efecto de la atracción del sol y la luna. Influyen a su vez en los climas y en el aspecto de las costas. Otras olas como Tsunamis o maremotos son causadas por terremotos marinos, explosiones volcánicas submarinas, deslizamientos submarinos o meteoritos.

2.1.6 Nivel medio del mar

La dinámica de los océanos involucra una amplia gama de movimientos, tanto del tipo ondulatorio, como horizontales y verticales. Este último tipo de movimiento se conoce como mareas, que se define como el ascenso y descenso del nivel del mar. Las mareas de los océanos son generadas por la atracción gravitacional del sol y la luna sobre una gran masa de agua, afectando cada partícula de agua desde la superficie hasta la parte más profunda de las cuencas oceánicas.

La bajamar y la pleamar corresponden a los niveles máximos y mínimos respectivamente alcanzados por la marea o nivel del mar.

El tiempo que transcurre entre dos pleamares o dos bajamares sucesivas corresponde al periodo de la marea.

Llenante es el tiempo que transcurre entre una bajamar y una pleamar sucesiva. Vaciante es el tiempo que transcurre entre una pleamar y una bajamar sucesiva.

La diferencia de altura del nivel del mar entre una pleamar y una bajamar sucesivas se denomina rango de mareas o amplitud de marea.

Existen tres tipos de marea: Diurna, se caracteriza por la ocurrencia de una pleamar y una bajamar durante un día lunar. Marea Semidiurna, presenta dos pleamares y dos bajamares durante un día lunar³, donde las alturas de las mareas altas sucesivas y las bajas sucesivas son similares. El periodo de estas mareas es de 12 horas con 25 minutos. Marea mixta, está presenta características de los dos tipos descritos anteriormente, es decir, dos mareas altas de diferentes alturas y dos mareas bajas también de distinta altura durante un día lunar.

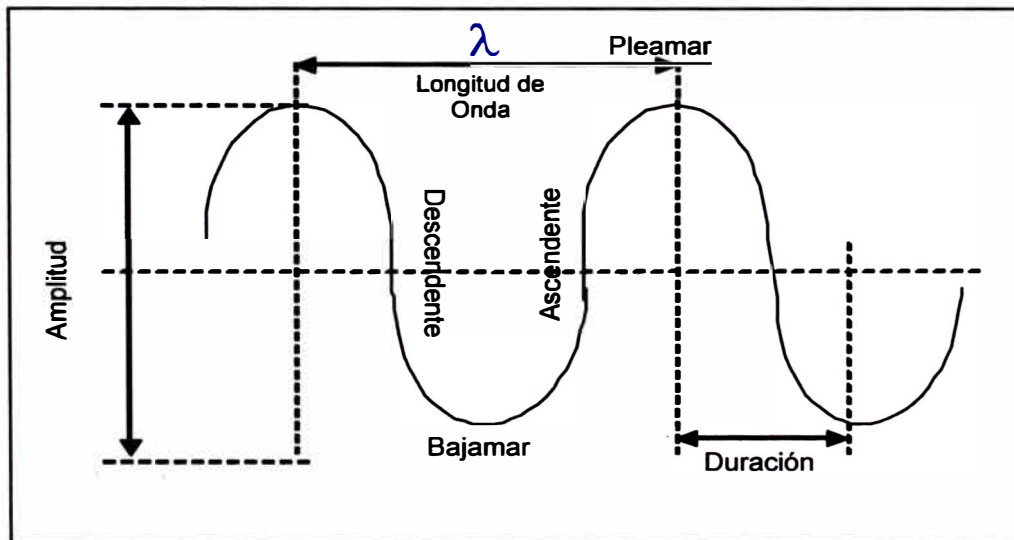


Figura 9. Parámetros de la Marea.

Niveles de referencia mareográficas

Es un plano o superficie definido por la marea, se emplea como referencia vertical (altura o profundidades), recibiendo cada uno una denominación particular (Ref. 18). Los principales planos son:

- Nivel Medio del Mar (NMM), es el plano de referencia utilizado en la red de nivelación en todo el país, considerado como el Nivel "0" de referencia topográfico.

³ Día Lunar: Corresponde a las fluctuaciones del nivel del mar durante un día de 24 horas y 50 minutos aproximadamente.

- Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (NMBSO), es el plano de nivel de reducción de sondajes, considerado como el Nivel "0" de referencia hidrográfico y se emplea en la realización de las Cartas náuticas y Portulanos.
- Nivel Medio de Pleamares Superiores y Bajamares Inferiores (NMPS – HHW) (NMBI – LLW), son los planos definidos por el valor de la altura promedio de las pleamares más altas y las bajamares más bajas, registradas en un ciclo nodal lunar (19 años). Se emplean en los cálculos de alturas para los diseños de muelles, espigones, malecones, etc.
- Nivel de Más Baja y Más Alta Marea (NMBM) (NMAH), registra la altura mínima y máxima de las bajamares y pleamares respectivamente, observadas en un ciclo nodal lunar. La obtención de este nivel no corresponde a un promedio, sino a un valor de las alturas registradas durante el período de observación. Estos niveles se emplean para el establecimiento de linderos y el diseño de estructuras en zonas costeras.
- Nivel Medio de Pleamares y Bajamares (MNP – HW) (NMB – LW), son los planos definidos por el registro de la altura promedio de las pleamares y bajamares en un ciclo nodal lunar. Se emplean para determinar la amplitud promedio de la marea.
- Amplitud de la Marea en Sicigias, se denominan sicigias a las fases de luna llena o nueva. Se producen cuando la luna, el sol y la tierra se encuentran alineados, generando pleamares más altas y bajamares más bajas que lo usual, dando por resultado una mayor amplitud de la marea en estas fechas (Ref. 16).

2.2 Meteorología marina

Tiene importancia el conocimiento del estado del mar para quienes desarrollan acciones dentro de un medio que, en muchas ocasiones, se presenta hostil, lo que repercute en la seguridad de las personas y en la alteración de las actividades que tienen como soporte el mar, entre las que intervienen el transporte marítimo, la pesca, los deportes náuticos, entre otros aspectos, con la consiguiente repercusión económica.

El mar y la atmósfera son fluidos en contacto de diferentes estados, líquido y gaseoso. Al respecto, existen interacciones constantes acentuadas por los estados de turbulencia, principalmente cuando hay vientos fuertes.

Los elementos meteorológicos son las diversas propiedades físicas del aire, susceptibles de ser diferenciadas mediante un análisis somero, o bien, medidas con instrumentos adecuados y que caracterizan el estado atmosférico. Son propiedades: la presión, la temperatura, el viento y la humedad con sus diferentes manifestaciones (nubes, niebla, lluvias, etc.). En este caso, la observación meteorológica consiste en la medición y determinación de todos los elementos meteorológicos que en su conjunto representan las condiciones del estado de la atmósfera en un momento dado y en un determinado lugar utilizando instrumental adecuado.

Estas observaciones realizadas con métodos y en forma sistemática, uniforme, ininterrumpida y a horas establecidas, permiten conocer las características y variaciones de los elementos atmosféricos, los cuales constituyen los datos básicos que utilizan para el desarrollo de las actividades cotidianas de una determinada zona o región (Ref. 20).

2.3 Batimetría del fondo marino

La batimetría es conocida como el levantamiento "topográfico" bajo el nivel del mar; es decir, es el sistema de medición de la profundidad del mar en diferentes puntos, el cual nos permite conocer el relieve del fondo marino. La representación del fondo marino en el plano batimétrico, al igual que los topográficos, se obtienen mediante curvas de nivel conocidas con el nombre de curvas batimétricas o veriles. Para la determinación de las curvas batimétricas se requiere que para cada punto (sondaje) tomado en el mar se determine su posición y profundidad.

Para el posicionamiento de los sondajes, existen diversos métodos como el empleo de un bote de mediciones y 2 teodolitos, un teodolito y un bote, un sextante y un bote, y mediante equipos satelitales. El posicionamiento debe ser referido a un sistema de referencia geodésico.

Para la determinación de la profundidad se utiliza el escandallo⁴, aunque en la actualidad se emplea un instrumento llamado ecosonda, el cual, se basa en el principio de una medición precisa del tiempo transcurrido entre la emisión de una señal acústica y la recepción de su eco desde el fondo.

Cuando se realizan levantamientos en el medio acuático, se requiere adoptar un nivel de referencia o de reducción que sirve para estandarizar los sondeos, ya que el levantamiento se ejecuta en distintas horas y días, mientras que la cantidad de agua sobre el fondo varía. El nivel de referencia normalmente es referido al nivel más bajo de las mareas de bajamares o sicigias ordinarias.

En la actualidad existen diversos equipos electrónicos que permiten, no sólo medir con mayor exactitud la profundidad del mar, sino también conocer la calidad del material del fondo y el espesor de los estratos que lo conforman (Ref. 28).

2.4 Características biológicas en zonas costeras marinas

En los océanos, incluyendo el fondo marino, se encuentra un gran ambiente constituido por animales y plantas, los cuales se desarrollan desde las aguas someras hasta grandes profundidades que llegan a 4 km aproximadamente en un volumen de 1,370 millones de km³. Así mismo, en las fosas marinas donde las profundidades alcanzan hasta los 11 km, se ha encontrado vida marina.

A pesar de este enorme volumen, el océano contiene una limitada variedad de especies de animales y plantas comparado con las zonas continentales. Así, del millón de especies animales conocidas y descritas, sólo cerca de 160,000 viven en el ambiente marino, conformando la zona pelágica y las comunidades de bentos o del fondo oceánico.

⁴ **Escandallo:** Parte inferior de la sonda que sirve para reconocer la calidad del fondo del lecho marino.

El plancton marino es el grupo que sustenta los primeros niveles de la cadena alimentaria, el cual, está compuesto de plantas y animales que se desarrollan en la superficie del mar, y no poseen o tienen escasa capacidad natatoria. Las plantas y animales de esta comunidad son pequeños y muchos microscópicos.

Según su naturaleza, el plancton se divide en fitoplancton, que comprende a especies vegetales, y en zooplancton, constituida por las especies animales. De la vitalidad de ellos depende la supervivencia de las otras especies marinas.

En los ecosistemas planctónicos dominan numéricamente las especies vegetales unicelulares y pequeñas colonias o cadenas de otras células similares, de las que se nutren los animales herbívoros planctónicos pertenecientes a diversos grupos. Entre estos últimos, están los pequeños crustáceos denominados copépodos.

De estos herbívoros se alimenta una amplia gama de carnívoros, desde la ballena, que filtra el plancton directamente del agua, hasta pequeños animales planctónicos que cazan y devoran otras especies de zooplancton. De aquí se desprende que la filtración y la captura son los dos principales medios de obtención del alimento (Ref. 50).

Salvo raras excepciones, los organismos planctónicos tienen un ciclo vital corto: el fitoplancton se duplicaría por simple división celular en uno o dos días, si los herbívoros no lo consumieran continuamente. La vida se sucede con rapidez en el ambiente pelágico.

Que el plancton aprovecha eficazmente su espacio vital dentro del ecosistema queda demostrado por la cantidad de organismos que, en algunas ocasiones, pueden dar un color característico al océano: verde, marrón o rojo. Si las aguas son claras o azules, las aguas son de baja densidad planctónica.

Además del plancton, dependiendo de sus hábitos de locomoción, modos de vida y distribución ecológica, los organismos vivos del océano se clasifican en: bentos y necton, siendo los primeros aquellos organismos que viven en estrecha relación con el fondo marino y los segundos, aquellos que tienen capacidad propia para trasladarse de un lugar a otro.

Así, el bentos está formado por las plantas y animales que habitan el fondo oceánico, desde la línea de pleamar hasta el fondo de las fosas más profundas.

Los organismos bentónicos son aquellos que se fijan, se arrastran o se entierran y cuyo hábitat son la superficie y los centímetros superiores del piso oceánico, la arena, el fango o las rocas. El bentos, como todos los organismos vivientes, tiene rangos más o menos bien definidos de tolerancia a las variaciones de temperatura y salinidad del agua de mar; en tanto, estos valores permanezcan estables, estos organismos pueden sobrevivir.

Muchos de los organismos bentónicos pasan su vida completa adheridos a sustratos sólidos del fondo, tales como rocas o esqueletos de animales mayores, denominándose "bentos sésil", siendo representados por las ostras, braquiópodos, briozoos y corales.

Otras especies bentónicas tienen la capacidad de moverse sobre el piso oceánico, llamándose "bentos móvil", perteneciendo a esta clasificación las babosas marinas, las estrellas de mar, los caracoles y los cangrejos entre otros.

El necton está conformado por las especies marinas que habitan la división pelágica del mar. Los organismos pertenecientes al necton son nadadores activos, incluyendo los peces de diversos tamaños, por ejemplo; los invertebrados nadadores como el calamar y el pulpo; los reptiles marinos como las tortugas; y los mamíferos como las ballenas y las focas.

En general, el necton es mucho más grande que el plancton en cuanto a tamaño, y es predominantemente carnívoro. Las especies nectónicas tienen la capacidad de decidir su hábitat por su habilidad de nadar relativamente independiente de las corrientes marinas.

A pesar de las diferencias entre el necton y el plancton, la mayor parte del necton habita en las mismas aguas donde el plancton se encuentra en forma abundante (Ref. 50).

La variedad de plantas y animales que habitan en los océanos proporciona una idea de la variedad de ambientes que existen en él, debido a que el carácter biológico de un organismo está relacionado con el medio ambiente en el cual vive. Así, encontramos una mayor diversidad de especies en los mares tropicales y en las aguas cálidas someras, que en las aguas frías y mares polares. Las aguas frías y profundas se caracterizan por una fauna bien dispersa y de diversidad limitada, debido a las condiciones ambientales de relativamente mayor uniformidad que éstas presentan.

Los cambios en los tipos de fauna o flora que habitan una región pueden suceder de una época a otra, ya sea por la evolución general del ambiente o debido a la introducción de factores ecológicos nuevos.

Estos cambios pueden producir la extinción de ciertas especies cuando son severos, o bien, otras especies pueden ocupar el espacio libre dejado por las especies desaparecidas, o también la recién llegada puede ser la causante de la desaparición y/o desplazamiento de la especie anterior. El grado en el cual un animal o planta es capaz de dispersar representa un claro indicador del nivel de supervivencia de la especie.

Los animales pelágicos usualmente se dispersan más fácilmente que algunos animales bentónicos, los que se encuentran restringidos al fondo. Las principales barreras para la dispersión o la migración son: los continentes, la profundidad, la temperatura y la salinidad.

Como hemos indicado, la vida en los océanos depende de las plantas como alimento, ya sea directamente o a través de un organismo intermedio que consume plantas. Estas dependen de la luz solar que suministra la energía para los procesos de fotosíntesis, la que produce los carbohidratos necesarios para la nutrición de los vegetales. Es por ello, que toda la vida marina depende de la energía suministrada por el Sol, debido a que las plantas son el alimento básico de todos los seres vivos del mar.

Debido a que la luz sólo penetra las capas superiores de los océanos, únicamente allí puede tener lugar los procesos de la fotosíntesis, por lo que las plantas y los organismos herbívoros están restringidos a las zonas de los océanos iluminadas por el Sol. Así también, la mayoría de los animales que se alimentan de los herbívoros están restringidos a las capas superiores por sus hábitos alimenticios.

La penetración de la luz depende de muchas variables: intensidad de la luz, hora del día, transparencia del agua, latitud, nubosidad, estación del año y profundidad. Así, el periodo y la intensidad de la luz son factores muy importantes en los procesos biológicos, debido a que muchos organismos tienen un comportamiento asociado a los ciclos diarios y estacionales.

En ausencia de luz, los organismos marinos pueden desarrollar otras características sensoriales que compensen su desventaja visual. No se conoce la profundidad máxima en la que los organismos pueden percibir la luz, algunos biólogos creen que puede percibirse hasta 700 metros de profundidad y que algunos crustáceos pueden alcanzar hasta los 1500 metros.

Debido a que la producción de algunas vitaminas esenciales en el océano requiere de luz, estas sustancias sólo pueden ser producidas en las capas superiores del mar; así, las capas profundas pueden ser deficientes en algunas vitaminas que requieren de la luz solar para su producción.

Por otro lado, los compuestos orgánicos que forman parte del ecosistema marino, son moléculas que contienen carbono, con excepción de algunos óxidos simples (CO , CO_2 , HCO_3^- , H_2CO_3^- , CO_3), formas elementales (diamante y grafito) y minerales carbonatados. En cuanto a estructura y peso molecular varían grandemente. Muchas contienen oxígeno e hidrógeno, también puede estar presente el nitrógeno, azufre y fósforo, pero generalmente en poca cantidad. Gran cantidad de los compuestos orgánicos es producida durante reacciones metabólicas, por lo que su distribución en el medio marino está altamente controlada por la actividad de los organismos acuáticos.

En los estudios realizados sobre "La determinación de las Condiciones Bio ambientales de la Poza La Arenilla" por el Instituto del Mar del Perú, 1997, éste considera que la circulación oceánica es importante para el desarrollo del ciclo biológico del ecosistema acuático, debido a la renovación constante de nutrientes y otras sustancias orgánicas e inorgánicas.

Así mismo, refiere el informe que las bacterias desempeñan un papel crucial en el ciclo del azufre. Bajo condiciones anaeróbicas, el ácido sulfhídrico (gas con olor a huevos podridos) y el sulfuro de dimetilo (CH_3SCH_3) son perjudiciales para la supervivencia de los seres vivos, en especial los bentónicos (Ref. 54).

Los nutrientes orgánicos como nitritos y nitratos se encuentran solubles en el agua, pueden ocasionar un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas. El crecimiento acelerado de estos, se denomina florecimiento de algas y se convierte en masas visibles de algas flotantes y se desarrolla otras malezas acuáticas que crecen rápidamente cubriendo las aguas con masas de materia vegetal, evitando la recreación en botes, la natación, etc. Cuando las algas mueren su descomposición consume oxígeno disuelto, esto ocasiona la muerte de peces u otras clases de vida acuática; produciendo condiciones anaeróbicas.

La acumulación de elementos nutritivos en aguas naturales propicia el fenómeno llamado eutrofización, producido por un proceso natural de envejecimiento en que el área sobrealimentada acumula grandes cantidades de materia vegetal descomponiéndose en el fondo. Esta tiende a llenar el área y hacerla menos profunda, más tibia y con gran acumulación de nutrientes.

Por otro lado, se encuentra el grupo de coliformes, el cual, está conformado por bacterias aerobias y anaerobias facultativas gramnegativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido; los coliformes están divididos en dos grupos: Totales y Fecales.

La prueba de coliformes fecales (termotolerantes) es aplicable al estudio de la contaminación de corrientes, aguas naturales, tratamiento de aguas residuales, aguas de baño, aguas marinas y para el control general de la calidad de todo tipo de agua.

El indicador de coliformes fecales permite determinar la calidad microbiológica del agua de mar dentro de la vigilancia de las playas, así mismo indica la presencia de otros patógenos en el agua evaluada, permitiendo prevenir a las poblaciones veraneantes (Ref. 26).

Al respecto, para el caso de la playa La Arenilla, podemos indicar que las características biológicas en las zonas costeras marinas descritas en los párrafos anteriores, se asemejan a las condiciones actuales que presenta dicha playa, por ejemplo, la proliferación de algas marinas debido a la escasa circulación marina y la presencia de coliformes fecales.

2.5 Infraestructura portuaria para la protección de zonas costeras marinas

En este punto citaremos la defensa de costas, en la cual el tránsito de los sedimentos hacia el interior y exterior de una zona costera da lugar a estados de déficit, equilibrio y superávit en la dinámica sedimentaria de dicha zona.

Un estado de déficit dinámico prolongado puede provocar la erosión en la línea de costa, estableciéndose así una seria dificultad para el ingeniero portuario; el cual, deberá afrontar frecuentemente problemas costeros como: la estabilización o regeneración de la línea de costa, la protección de las zonas costeras interiores, la estabilización de las desembocaduras y la protección de puertos o dársenas.

Las medidas de defensa y regeneración de costas y playas que el hombre ha ido empleando tienen correspondencia con los procesos naturales que se han producido a lo largo del litoral. Por ello, se deberá prestar especial atención a las formas de protección existentes en la naturaleza para lograr conseguir la adecuada medida artificial de defensa. Por lo general, las medidas de defensa costera aplicadas a una zona están compuestas de una o más clases de defensa como: defensas longitudinales, espigones y diques, defensas extentas y alimentación artificial.

Para el caso de zona de estudio, ésta posee defensas extentas, las cuales son obras de protección longitudinal o perpendiculares a la costa, que se encuentran inicialmente separadas a tierra por un brazo regularmente ancho de agua. La finalidad de este tipo de defensa es lograr la estabilización o regeneración de la zona costera a través de la anulación, reducción o remodelación de la energía del oleaje incidente.

Algunas ventajas del empleo de este tipo de defensa son: la influencia sobre el transporte de sedimentos, la creación de áreas de remanso aptas para el baño, y su agradable aspecto estético.

Este sistema puede causar erosión en la zona a sotavento si el efecto barrena es considerable; además modifica la forma rectilínea natural de la playa y reduce el campo de visión del bañista.

Entre los tipos de defensa extenta que se emplean en la actualidad, podemos señalar: Diques emergidos paralelos a costa, pies sumergidos continuos, islas plataformas, conos de difracción y algas artificiales.

Diques emergidos paralelos a costa, son obras de defensa que obstaculizan el desarrollo del oleaje aprovechando el fenómeno de difracción que se genera en torno a sus extremos, creando tras de sí una zona abrigada donde la energía del oleaje disminuye.

Este tipo de defensas tiene mayores posibilidades estéticas que los espigones, sin embargo es más costoso, debido a la necesidad, en muchos casos, de emplear maquinaria flotante y requerir mayores volúmenes de material al alcanzar mayores profundidades. Los materiales empleados para la construcción de diques emergidos son similares a los de un espigón.

Otro tipo de defensa es el denominado Islas plataformas que busca la estabilización de las playas mediante la formación de tómbolos o hemitómbolos y crea una superficie apta para usos diversos. Son islas circulares de escollera⁵ con una solera de hormigón. Como se encuentran separadas de la costa, su construcción requiere de un espigón de un mismo material de cantera que se retirará al final de la obra (Ref. 24).

2.6 Modelamiento numérico en zonas costeras marinas

Otro tipo de problema que se presenta, y quizá, el que más afecta a las playas es el transporte de material sedimentario debido a las condiciones oceanográficas de la zona.

Por ello, es importante conocer los efectos causados por el transporte de sedimentos sobre la playa, a fin de evaluar y determinar las alternativas óptimas para la protección de las zonas que están más propensas a sufrir los efectos de erosión y sedimentación. Para ello, se utilizan métodos para el estudio de los cambios producidos en el perfil costero, es decir, los procesos de erosión y sedimentación, uno de estos métodos es el empleo de modelos numéricos para la evaluación y predicción de la evolución del perfil costero.

⁵ **Escollera:** Obra echa con piedras echadas al fondo del agua para defensa contra el oleaje.

Los modelos numéricos hidrodinámicos son una herramienta muy poderosa para analizar el comportamiento de cuerpos de aguas costeros. Sin embargo, su habilidad para representar condiciones reales depende críticamente de la calidad de la información que se proporcione (Ref. 17).

Para la presente Tesis, se utilizará dos modelos numéricos, uno que corresponde al modelo de transporte de sedimentos (UNIBEST), y el otro, relacionado a circulación oceánica (POM).

2.6.1 El modelo numérico Uniform Beach Sediment Transport (UNIBEST)

Dentro de los modelos numéricos aplicados a procesos hidrodinámicos se encuentra el UNIBEST, el cual, es una herramienta de gran alcance para el modelamiento de transporte de sedimentos del litoral y la geodinámica de líneas de la costa.

UNIBEST es el acrónimo de UNiform BEach Sediment Transport. UNIBEST CL+ es un modelo numérico que permite simular a corto plazo (meses) y a largo plazo (décadas) los cambios producidos en la franja costera. UNIBEST trabaja en una grilla curvilínea permitiendo así modelar playas de perfiles muy complejos.

El modelo puede ser aplicado a varios tipos de problemas de erosión que se producen en un periodo de tiempo. Se pueden distinguir los siguientes procesos:

- Problemas a gran escala
- Problemas a medianas escala
- Problemas a pequeña escala

Durante su uso en costas por todo el mundo ha demostrado ser una herramienta flexible y del fácil acceso, capaz de simular una gran variedad de problemas costeros.

UNIBEST es un modelo del balance de los sedimentos con el cual, los transportes de sedimentos, se logran identificar en zonas específicas a lo largo de la costa, lo cual, se puede traducir en la migración de sedimentos en el litoral (Ref.59).

Componentes del Modelo

El modelo cuenta con dos módulos que permiten simular las dos componentes del transporte. Estos módulos son (Ref. 53):

Módulo LT: Para el cálculo del transporte normal a la costa.

Módulo CL: Para el cálculo de la evolución del perfil de playa.

Módulo LT (LONG SHORE TRANSPORT)

Este módulo ha sido desarrollado para calcular el transporte normal a la costa. El transporte de sedimentos está en función del ángulo de orientación de la costa y se escribe de la siguiente manera:

$$Q_s = c_1 \theta_r e^{-(c_2 \theta_r)^2}$$

Donde:

- Q_s : transporte normal a la costa.
- C_1 y C_2 : constantes calculadas por el modelo.
- θ_r : ángulo de incidencia de la ola.

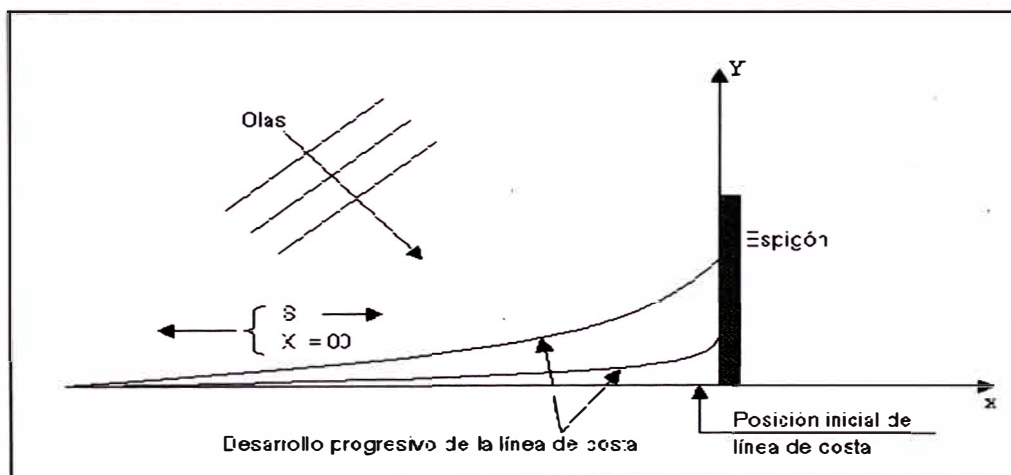


Figura N° 10. Dinámica costera que interviene en el modelo UNIBEST.

Módulo CL (COST LINE TRANSPORT)

Es el módulo que permite calcular los cambios producidos en la línea costera, modelar los efectos morfológicos que se producen sobre estructuras marinas (espigones, rompeolas, etc.); teniendo como base la teoría de transporte presentado por Pelnard Considere (1956), donde se considera a la línea de costa como sigue:

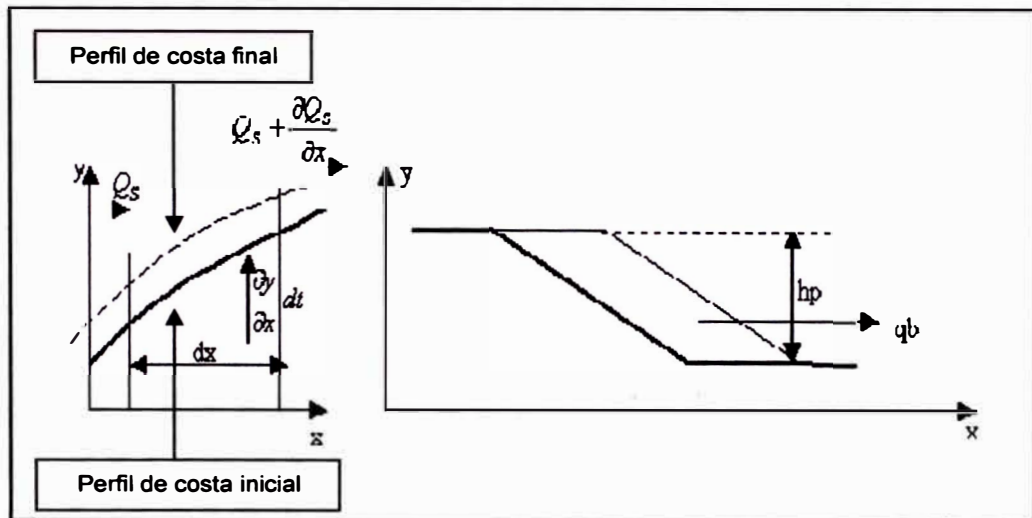


Figura N° 11. Esquema de la teoría lineal de Pelnard Considere.

Donde:

- h_p : profundidad del fondo marino.
- Q_s : transporte de sedimentos en la línea de playa.
- q_b : transporte de sedimentos a la largo del corte transversal a la línea de playa.

La teoría de Pelnard Considere, tiene como base la ecuación de difusión adaptada al caso de la dinámica costera. Matemáticamente expresa de la siguiente manera:

$$\frac{\partial y}{\partial t} = c \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$$

Donde:

$\frac{\partial y}{\partial t}$: representa la evolución del perfil costero en el tiempo.

$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$: representa la variación del perfil costero en el espacio.

“C” : constante de difusión y esta en función del transporte normal y la altura del perfil transversal.

Debido a que el modelo UNIBEST hasta el momento se encuentra con código cerrado, no se ha podido obtener acceso al algoritmo de cálculo del modelo, ya que es de propiedad de WL / DELFT HYDRAULICS, empresa que desarrolló el modelo.

2.6.2 El modelo numérico Princeton Ocean Model (POM)

El modelo numérico de circulación oceánica POM (Princeton Ocean Model) fue desarrollado por Alan Blumberg y George Mellor del programa de ciencias atmosféricas y oceánicas de la Universidad de Princeton durante el año 1977.

En todo el tiempo transcurrido hasta la fecha, muchos investigadores han realizado aportes importantes enriqueciendo el modelo. Las contribuciones más relevantes han sido realizadas por Leo Oey, Jim Herring, Lakshimi Kantha, Boris Galperin, entre otros. Este modelo es muy versátil porque puede ser utilizado a escala global, regional y local.

Entre las aplicaciones que se pueden realizar está la simulación numérica de la circulación oceánica, a diferentes escalas, con el fin de estudiar el comportamiento climatológico de las corrientes marinas, el estudio del transporte de sedimentos y dispersión de material contaminante en el océano.

El modelo resuelve el sistema de ecuaciones diferenciales en variables primitivas, compuesto por la conservación de masa, cantidad de movimiento en la horizontal, conservación de salinidad y energía térmica. Los flujos y procesos de transporte turbulentos son aproximados por un modelo de cierre turbulento de dos ecuaciones: Una ecuación de conservación de energía cinética q_2 y una ecuación de transporte para la macroescala l . Este sub-modelo de cierre es denominado Mellor-Yamada, y emplea una difusividad del tipo Smagorinsky para la difusión horizontal. Las ecuaciones básicas empleadas por el modelo POM son las siguientes (Ref. 17):

Ecuación de Continuidad

La ecuación de continuidad describe el principio de conservación de la masa, donde cualquier cambio en la densidad de la partícula de un fluido se deberá compensar con un cambio correspondiente en el volumen de la partícula. De manera matemática se puede escribir como sigue:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

Ecuación de cantidad de movimiento

Esta ecuación es una consecuencia inmediata de la segunda ley de Newton, donde la suma de fuerzas externas que actúan sobre el volumen de agua debe ser iguales al producto de la masa por la aceleración que adquiere. Debido a que la cantidad de movimiento es un vector, se definen las ecuaciones en sus tres dimensiones:

Componente en x:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} - fV = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} (K_M \frac{\partial U}{\partial z}) + F_x$$

Componente en y:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} + fU = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} (K_M \frac{\partial U}{\partial z}) + F_y$$

Componente en z:

$$\rho \cdot g = -\frac{\partial P}{\partial z}$$

Conservación de la temperatura potencial

Es una forma de expresar la ecuación de la conservación de la energía. Experimentalmente está demostrado que la transferencia de calor pasa de un cuerpo con temperaturas altas a otros con menor temperatura; por lo tanto la transferencia de calor (cualquiera sea su fuente; solar, mecánica, etc.) está totalmente definida por la temperatura y los parámetros físicos que determinan las propiedades constitutivas del cuerpo. La forma diferencial de expresar la conservación de la temperatura potencial es:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + U \cdot \frac{\partial \theta}{\partial x} + V \cdot \frac{\partial \theta}{\partial y} + W \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} (K_H \frac{\partial \theta}{\partial z}) + FT$$

Conservación de la salinidad

La salinidad es otro parámetro físico que desempeña un papel importante en el desarrollo de los procesos oceánicos. La salinidad junto con la temperatura del mar, determinan la densidad del mar, la cual cambia horizontalmente y verticalmente. La ecuación en derivadas parciales de la conservación de la salinidad se escribe de la siguiente manera:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + U \frac{\partial S}{\partial x} + V \frac{\partial S}{\partial y} + W \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} (K_H \frac{\partial S}{\partial z}) + F_s$$

Ecuación de estado

Para un gas ideal, la ecuación de estado se expresa como una relación lineal simple de la densidad, con la presión y temperatura. Para los océanos la ecuación de estado es una función compleja de la temperatura, salinidad y presión del medio, usualmente dado en una forma polinomial. La ecuación de estado puede ser expresada en forma funcional de la forma:

$$\rho = \rho(S, \theta, P)$$

De esta manera se fijaron 7 ecuaciones con 7 incógnitas, donde:

- u, v : componentes horizontales de velocidad.
- w : componente vertical de la velocidad.
- F : parámetro de Coriolis.
- ρ_0 : densidad de referencia.
- ρ : densidad in situ.
- P : presión.
- T : temperatura.
- K_M : coeficiente cinemático vertical de viscosidad turbulenta.
- K_H : coeficiente cinemático horizontal de viscosidad turbulenta.
- g : aceleración de la gravedad.
- θ : temperatura potencial.
- S : salinidad.
- A_M : coeficiente cinemático horizontal de viscosidad turbulenta (m^2/s).
- A_H : coeficiente cinemático horizontal de difusión turbulenta de calor (m^2/s).

El modelo POM está basado en un sistema de coordenadas sigma en la vertical (con la coordenada vertical adimensionalizada con la profundidad) y una grilla curvilínea ortogonal en la horizontal.

Dado que los patrones de circulación contienen ondas externas relativamente rápidas y ondas internas de velocidad significativamente menor, por economía computacional se separan entonces las ecuaciones promediadas en la profundidad de las ecuaciones en la vertical.

El algoritmo posee un paso de tiempo dividido "split", lo cual permite subdividir el modelo en un modo externo, el cual es bidimensional y emplea un paso de tiempo menor basado en la condición CFL, y otro interno, el cual es tridimensional y utiliza un paso de tiempo mayor basado en la velocidad de ondas internas. En la horizontal el esquema de diferencias es explícito mientras que es implícito en la vertical. Esto último permite conseguir alta resolución en la vertical, especialmente en las capas límites a la superficie libre y al lecho, eliminando condicionamientos temporales. El esquema de diferencias finitas en la horizontal es "staggered grid" y es comúnmente denominado grilla de tipo "C" de Arakawa, cuya representación se muestra en la siguiente figura:

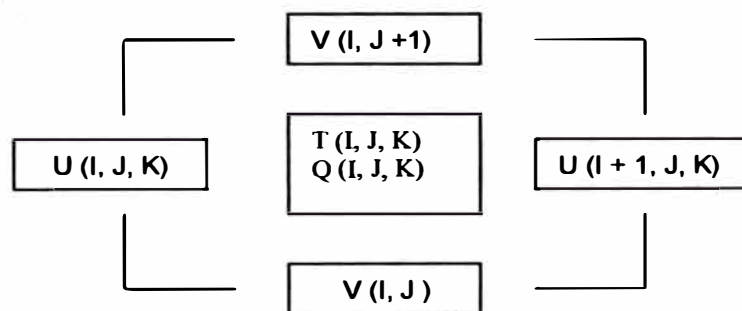


Figura N° 12. Esquema de la grilla "C" de Arakawa.

Donde:

- U y V : componentes de velocidad horizontal.
- T : dependiendo el caso, representa temperatura o salinidad.
- Q : energía del sistema.

- I : índice de variación espacial en el eje x.
- J : índice de variación espacial en el eje y.
- K : índice de variación espacial en el eje z.

2.7 Sistemas de gestión ambiental en zonas costeras marinas

2.7.1 Sistemas de gestión ambiental

La gestión ambiental es la conducción ordenada de las acciones de un país, que llevan a un buen uso y conservación del medio ambiente. La rectoría de esta conducción corresponde al Estado, diseñando e implementando políticas y estrategias ambientales definidas.

Gestión ambiental se define también, como un proceso permanente y continuo, constituido por un conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida y desarrollo integral de la población, el desarrollo de actividades económicas y la conservación del patrimonio ambiental del país.

Los sistemas de Gestión Ambiental tienen por finalidad integrar funcional y territorialmente las políticas, normas e instrumentos de gestión, así como las funciones públicas y relaciones de coordinación de las instituciones del Estado y de la sociedad, en materia ambiental. Los instrumentos de gestión ambiental podrán ser de planificación, promoción, prevención, control, corrección, información, financiamiento, participación, fiscalización, entre otros.

Así mismo, constituyen instrumentos de gestión, los sistemas de gestión ambiental, nacional, sectorial, regional o local, el ordenamiento territorial ambiental; evaluación de impacto ambiental; estrategias, planes y programas de prevención, adecuación, control y remediación; participación ciudadana; instrumentos para cuidar los recursos naturales, entre otros (Ref. 27).

2.7.2 Manejo integrado de zonas costeras marinas

Cerca del 75% de la población mundial vive en la zona costera y la mayor concentración de áreas urbanas están en la costa, en el Perú esa realidad alcanza al 52% de su población.

Según la FAO se proyecta que la actual población mundial urbana costera mundial de 200 millones se duplique en los próximos 20 a 30 años, por consiguiente, los niveles asociados a la actividad económica se incrementen de tal manera que el proceso de degradación ambiental y sobreexplotación tendrá impactos irreversibles.

Ello contribuirá a aumentar la pobreza, el desempleo, los conflictos por el uso antagónico de recursos o por el desplazamiento de los usuarios tradicionales por nuevas actividades económicas.

En las zonas costeras y marinas se localizan importantes actividades económicas y sociales que activan su dinámica y donde los diversos grupos sociales y sectores de producción, realizan actividades que van desde económicas, primarias y de subsistencia, a las grandes instalaciones industriales y portuarias, pasando por dispersos balnearios, centros recreativos y turísticos.

Al respecto, es necesario promover la adecuada ocupación y utilización del territorio y recursos naturales existentes en el ámbito geográfico, a través del desarrollo de actividades orientadas a la conservación y aprovechamiento sostenible de dicho espacio.

El manejo integrado de la zona costera representa un instrumento de gestión que permite balancear las demandas de distintos usuarios por los mismos recursos y espacios, junto con el manejo responsable de los mismos a fin de optimizar sus beneficios sobre una base sostenible con los grandes objetivos nacionales (Ref. 58).

Para los efectos de desarrollar un programa que permita manejar adecuadamente las zonas costeras, es necesario considerar que la zona costera o espacio litoral puede tener distintas connotaciones según se trate del campo de estudio, de las actividades que en él se desarrollen o del enfoque conceptual con que se le trate.

Es por naturaleza, un espacio de contacto formado por la interactividad de tres medios: terrestre, acuático y aéreo y su resultado no es otro que una banda o franja de variable amplitud que genera un espacio geográfico que por la existencia de procesos interactivos de distinta envergadura y naturaleza debe ser gestionado en forma eficiente.

Considera por el lado terrestre, la zona de influencia marina y el límite del dominio marítimo (200 millas) en la zona marina; así como las cuencas bajas o de depósitos de los principales ríos de nuestra costa de régimen permanente, con la finalidad de delimitar las áreas de manejo costero.

Los límites de las regiones costeras comprenden la ribera misma, es decir, la transición física entre la tierra y el mar, los sistemas terrestres adyacentes que afectan al mar y los ecosistemas marinos afectados por su proximidad a la tierra.

Esta amplia definición implica límites que:

- Abarcan aquellas áreas y actividades dentro de las cuencas hidrográficas que afectan la costa de manera significativa (alteración permanente del ambiente, desaparición de especies endémicas).
- Se extiende en dirección del mar hasta la orilla de la plataforma continental o la zona económica exclusiva (actividades pesqueras hasta las 12 millas).

En consecuencia, las zonas costeras comprenden tanto los recursos terrestres y marinos, como los ecosistemas que se encuentran en la intersección entre la tierra y el mar, como los deltas fluviales, las tierras húmedas, las playas y dunas, las lagunas, los estuarios, los arrecifes de coral, los terraplenes frente a la costa y los acantilados.

Los intentos por caracterizar las regiones costeras, por lo común definen el componente terrestre como un corredor de tierra que se extiende tierra adentro hasta una distancia arbitraria de la ribera, o dentro de unidades administrativas costeras (por ejemplo, municipalidades, provincias).

Contribuir a la calidad de vida de las comunidades humanas que dependen de los recursos costeros, a través de una gestión orientada a la adecuada ocupación y uso de la zona costera marina y el manejo sostenible de los recursos naturales, mediante el desarrollo y aplicación de programas de gestión ambiental orientados a conservar y proteger las zonas costeras marinas.

En ese sentido, sólo puede ser exitoso si se hace uso de normas legales, instrumentos económicos, acuerdos voluntarios, provisión de información, soluciones tecnológicas, investigación y educación.

La correcta “mixtura” de las herramientas descritas, en un área específica, dependerá de los problemas existentes y el contexto institucional y cultural y de las funciones ambientales correspondientes.

2.7.3 Gestión ambiental en playas

La gestión ambiental o la certificación de playas es un método implantado en Europa, a partir del año 2003, para calificar la buena calidad de las playas para los veraneantes y turismo en general.

Una playa con esta certificación acredita un correcto modelo de gestión, de limpieza, de conciencia ambiental de la población, de las autoridades locales y de los usuarios. Asegura la calidad higiénica – sanitaria de la playa y de sus aguas, así como la ausencia de posibles focos contaminantes.

De este modo, en la gestión de las playas se manejan conceptos basados en aspectos como la generación y recojo de residuos, ahorro y reutilización de agua, reducción de la contaminación, preservación del entorno natural, control de servicios de recreación, adaptación o ayudas a personas con discapacidades físicas, seguridad y salvamento, planes de contingencias en caso de incidentes por contaminación, entre otros aspectos. Son a su vez herramientas que las autoridades públicas cuentan para comprobar y gestionar la calidad y el buen estado de las playas y por consiguiente ofrecer a sus visitantes unos parámetros en mejora constante.

La importancia de acreditar la calidad y la gestión de las playas se manifiesta en el hecho de que los países cuyas costas se encuentran bañados por mares, desarrollan actividades de recreación en lugares catalogados como playas, algunas de las cuales reciben miles de visitantes diarios, lo cual, genera un impacto económico que el aprovechamiento de la playa supone.

Mejorar y acreditar las playas, con la salubridad correspondiente, respetando el medio ambiente se convierten, por tanto, en un elemento esencial para captar y conservar visitantes (Ref. 63).

En el ámbito internacional, existen diferentes normas que tienen un nivel de exigencia diferente, pero todas tienden a prestigiar en mayor o menor grado a la playa que obtiene dicha certificación, y, por ende, a la zona, provincia, comunidad o país que en mayor medida los obtiene.

Además, se configuran como una herramienta de marketing y publicidad para las playas (Ref. 64). Entre las principales normas de certificación de playas tenemos:

- **El sistema Bandera Azul**

El sistema más conocido por consumidores, usuarios y turistas es la Bandera Azul, acreditación que supone una fotografía, una imagen estática, de la situación de una playa en un momento determinado tras la inspección por parte de los miembros de la ONG Asociación de Educación Ambiental y del Consumidor (ADEAC).

La concesión de la Bandera Azul no es para toda la vida, ya que se impone una renovación anual. Sin embargo, la inspección se realiza en un momento concreto y no valora las mejoras o el empeoramiento de una playa. Si cumple los requisitos, se le entrega la bandera sin analizar si se ha producido un empeoramiento desde el año anterior.

La entrega de la Bandera Azul es un acto emblemático en las playas españolas. En el verano del 2005, un total de 450 playas y 68 puertos han recibido el galardón, que entregan la Fundación Europea de Educación Ambiental (FEEE) y la ADEAC. El consumidor puede reconocer fácilmente la playa con Bandera Azul: hay una insignia ubicada en la entrada de las playas. Además, dado el prestigio que ha otorgado la concesión de este galardón, es un motivo de orgullo para los responsables municipales, que acostumbran pregonar el éxito a través de los medios de comunicación.

Para conseguir la Bandera Azul, las playas deben acreditar aspectos relacionados con la legalidad, sanidad, limpieza, seguridad, información y gestión medioambiental.

Las municipalidades pasan el examen a principios de verano con la visita de inspectores que investigan también las denuncias formuladas por los usuarios.

La concesión de la Bandera Azul la realiza un jurado internacional, siempre que la playa cumpla con 27 criterios relacionados con la calidad del agua, la educación ambiental e información, gerencia ambiental, seguridad y servicios.

- **El sistema de Normas ISO**

La incorporación de las normas ISO 9001 (Gestión de la calidad) y 14001 (Gestión medioambiental) a la certificación de las playas ha supuesto un avance en la mejora continua de los servicios y en la situación del litoral. Estas normas acreditan una constante mejora, ya que las playas, igual que cualquier empresa o entidad, deben renovar su certificación año tras año mediante la visita anual de los auditores independientes que verifican la mejora de instalaciones, calidad de aguas y arena, servicios, gestión de residuos, etc.

Mientras que en la Bandera Azul es una organización la que toma la iniciativa para la concesión del galardón, en las normas de gestión de la calidad y de medio ambiente es la autoridad edil quien da inicio al proceso y se implican hasta el final en la obtención del certificado.

Los pasos que deben seguir las municipalidades comienzan por la toma de conciencia para obtener dichas certificaciones, y por gestionar con calidad y poner en marcha una política ambiental. Para ello, es necesario elaborar un documento que refleje un compromiso explícito de prevención de la contaminación, de mejora continua y del cumplimiento de la legislación ambiental. Posteriormente, se identifican las actividades que se desarrollan en la playa y que pueden provocar impactos ambientales.

El siguiente paso es fijar metas para prevenir la contaminación, conseguir la mejora continua, entre otros aspectos. Para desarrollar este proceso, las municipalidades cuentan con auditores - de empresas independientes - que ayudan en la redacción del Sistema de Gestión Ambiental como en los planes de prevención e identificación de focos de contaminación.

Finalmente, otra empresa, la certificadora, se encarga de determinar si efectivamente se cumplen los requisitos que establecen las normas ISO 9001 y 14001. Los visitantes encontrarán, junto al panel que informa de los servicios que ofrece la playa (duchas, posta médica, etc.), el sello de la empresa que ha certificado el servicio. Además, las municipalidades que obtienen esas certificaciones utilizan estos sellos en sus políticas de marketing, por lo que es fácil descubrir en los folletos informativos y en los medios de comunicación información sobre la obtención de la certificación.

Según SGS ICS, multinacional certificadora indica que “la obtención de un certificado, tanto de calidad de servicio como medioambiental, es sólo el principio del trabajo, ya que es obligatorio renovarlo cada año, tras la inspección de auditores independientes que evalúan no sólo que se mantengan los niveles que exige la norma, sino que se mejora de forma continuada, principal característica de los certificados, frente a otras enseñan que sólo valoran que se cumplan ciertos requisitos”. Las normas de calidad y de medio ambiente ISO implican, por tanto, un compromiso con una mejora continua, acreditada con la renovación del certificado.

El sistema EMAS

Sistema de Ecogestión y Auditoría (EMAS) es el sistema más prestigioso de la Unión Europea y exige para su obtención el cumplimiento estricto de la legislación vigente.

Una municipalidad no puede inscribir sus playas ni ningún otro servicio en el registro EMAS si muestra una sola carencia o disconformidad en el informe realizado por los verificadores. La municipalidad que desee obtener la acreditación EMAS debe hacer una declaración ambiental con un resumen de su gestión. Esta declaración es un documento público.

En el sistema EMAS es la propia Administración, a través de la figura de verificador, quien se inscribe en un registro europeo, lo que supone la prueba del cumplimiento con el sistema. EMAS apuesta por la comunicación y la transparencia hacia la opinión pública.

El sistema comienza por una revisión ambiental de las actividades que realiza la municipalidad en las playas de su jurisdicción. En esta revisión se describe el impacto que ocasionan las actividades realizadas en el entorno. Después se redacta el sistema de gestión ambiental (efectivo y realista) y, por último, hay que promover una declaración sobre los logros obtenidos con relación al compromiso.

Varias municipalidades enclavadas en zonas turísticas están inmersas en el proceso de redacción del sistema de gestión ambiental, que implica desde la recogida de basuras y su tratamiento, hasta la implicación de los trabajadores y funcionarios en la puesta en marcha de todo el sistema.

Dado que es un método de trabajo relativamente nuevo, menos conocido y mucho más exigente, la inscripción de municipios en este sistema es notablemente inferior a la entrega de certificados o Banderas Azules. Es la certificación más novedosa que se aplica a las playas.

El sistema de la Marca Q de Calidad Turística

La marca Q de Calidad Turística evalúa lo que afecta al usuario final: unidad de dirección, de seguridad, salvamento y primeros auxilios, información, limpieza y recogida selectiva de residuos, mantenimiento de instalaciones y equipamientos, accesos, servicios higiénicos y de recreación. Y hace lo propio con todos los aspectos ambientales.

La principal diferencia de esta marca con el resto de sistemas de acreditación es que proviene de una institución española cuyo objetivo es la defensa y mejora de los servicios turísticos españoles. Las normas son definidas por empresarios, Administración e implicados y expertos en el sector, por lo que se ciñen mucho más, según sus promotores, a las necesidades y demandas de los usuarios del servicio turístico, en este caso de las playas. Para identificar las playas con la marca Q, se han diseñado paneles que se sitúan en la entrada de las playas, junto a los paneles con información de los servicios.

2.8 Normas legales relacionadas a la protección y conservación de las zonas costeras marinas

En esta parte del capítulo, se describe de manera sucinta las Normas Legales a nivel nacional, regional y local relacionada con la protección de las Zonas Costeras Marinas, así como, los Tratados Internacionales de los cuales el Perú es Parte Contratante.

2.8.1 A nivel nacional

Constitución Política del Perú

Incorpora el Derecho Ambiental en la Constitución de 1979 en su artículo 123, para luego incluirlo en el capítulo de los Derechos Fundamentales de la Persona y en el capítulo Del ambiente y los Recursos Naturales en la Constitución de 1993 (Ref. 08).

Código Penal

Promulgado en 1991 mediante Decreto Ley, establece en el Título XII, Capítulo III los delitos contra la salud pública, el envenenar, contaminar o adulterar aguas o sustancias alimenticias o medicinales, destinadas al consumo. Así mismo, en función al grado de los daños ocasionados aplica sanciones con la privación de la libertad (Ref. 03).

Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada

El Decreto Ley 757, La Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, promulgada en noviembre 1991, modifica sensiblemente el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, principalmente en lo concerniente entre otros aspectos a los criterios de prevención (EIA) y delitos ambientales (Ref.40).

Ley Orgánica de Municipalidades

La Ley 23853, promulgada en mayo 2003, establece en el artículo X del Título Preliminar que los gobiernos locales promueven el desarrollo integral, para viabilizar el crecimiento económico, la justicia social y la sostenibilidad ambiental (Ref. 48).

Ley General de Aguas

La Ley 17752, promulgada en julio 1969, establece que las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad del Estado, y su dominio es inalienable e imprescriptible. No hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas. El uso justificado y racional del agua, sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo socio económico del país (Ref. 35).

El Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley de Aguas

El Decreto Supremo N° 007-83 SA de marzo 1983, establece en el Capítulo IV la clasificación de los cursos de agua y de las zonas costeras del país, indicando la calidad de los cuerpos de agua en general ya sea terrestre o marítima del país se clasificarán respecto a sus usos (Ref. 39).

Ley para el desarrollo de la Actividad Turística

Promulgada el 02 junio 1998 es el marco legal para el desarrollo y la regulación de la actividad turística en el país (Ref. 45).

La Ley General de Pesca

La Ley 25977, promulgada en diciembre de 1998, norma la actividad pesquera con el fin de promover su desarrollo sostenido como fuente de alimentación, empleo e ingresos y de asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos, optimizando los beneficios económicos, en armonía con la preservación del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad (Ref. 41).

Ley de Control y Vigilancia de las Actividades Marítimas, Fluviales y Lacustres

La Ley 26620, promulgada en junio de 1996, establece que corresponde a la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, en su calidad de Autoridad Marítima, controlar y proteger el medio ambiente acuático en el mar de Grau, ríos y lagos del país (Ref. 42).

Código Sanitario del Perú

El Decreto Ley 17505, promulgado en marzo de 1969, establece que las condiciones higiénicas y sanitarias y de seguridad de los inmuebles y muebles de uso público o que correspondan al derecho dominal, son de responsabilidad del Estado (Ref. 36).

Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles

El Decreto Supremo Nro. 044-98 PCM aprobado en noviembre de 1998 tiene por finalidad establecer las etapas y los procedimientos para la aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP) de las emisiones y los efluentes (Ref.46).

Ley General del Ambiente

La Ley 28611, promulgada en octubre del 2005, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país (Ref. 49).

2.8.1 A nivel gobierno regional

El Reglamento de Zonificación Urbana del Callao

En el capítulo VII, inciso 4 clasifica a la poza de la Arenilla como: Zona de habilitación recreacional (ZHR) (Ref.38).

2.8.3 A nivel gobierno local

La Resolución Municipal 018-76-MA/DC,

La Municipalidad Distrital de la Punta, en 1976, preserva y convierte a "La poza de la Arenilla" en vivero Municipal y la declara, además, como zona de recreación y práctica del deporte de remo (Ref. 37).

Acuerdo de Consejo 011/99-MDLP

La Municipalidad Distrital de la Punta, declaró en junio 1999, al área natural "Poza de la Arenilla" como zona reservada de Protección Municipal (Ref.47).

2.8.4 A nivel internacional

El Perú como País Parte de Tratados Ambientales Internacionales ha venido efectuando acciones específicas, a partir de 1972, con la finalidad de fundamentar las políticas de gestión ambiental adecuadas a las Zonas Costeras Marinas; entre las que se encuentran:

Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano

Suscrita en Estocolmo en junio de 1972, proclama que el hombre es a la vez obra y artífice del medio que lo rodea, el cual le da el sustento material y le brinda la oportunidad de desarrollarse intelectual, moral, social y espiritualmente (Proclama 1).

Así mismo, proclama que la protección y mejoramiento del medio ambiente humano es una cuestión fundamental que afecta al bienestar de los pueblos y al desarrollo económico del mundo entero, un deseo urgente de los pueblos de todo el mundo y un deber de todos los gobiernos (Proclama 2) (Ref. 30).

La Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural

Suscrita por la UNESCO en noviembre 1972 y aprobada por el Perú en 1981, sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural, donde comprende el Medio Ambiente. Define como patrimonio natural, entre otros, a las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural (Ref. 31).

Convenio para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste

Convenio suscrito en la ciudad de Lima en noviembre de 1981, entre los miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, del cual el Perú forma parte, convinieron en esforzarse, en adoptar las medidas apropiadas para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino y zonas costeras del Pacífico Sudeste, así como asegurar una adecuada gestión ambiental de los recursos naturales (Ref. 07).

Convención relativa a los Humedales de importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas - RAMSAR

Adoptada en Ramsar – Irán en 1971 y suscrito por el Perú en Agosto de 1986, establece que los humedales son las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Así mismo, establece que los humedales idóneos designados por los Estados, deberán ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, para lo cual deberá basarse su importancia en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos (Ref. 29).

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

La Cumbre de la Tierra, como se denominó esta reunión global, congregó en 1992 a los Jefes de Estado más importantes del mundo en la década pasada; su objetivo fundamental fue la adopción de cinco instrumentos internacionales de gran importancia, que a continuación se indican:

- La Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo.
- El Programa o agenda 21.
- La Declaración sobre Bosques.
- La Convención de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica.
- La conservación Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Cada uno de estos cinco instrumentos internacionales tiene una importancia especial a escala internacional, sin embargo para efectos de la presente Tesis mencionaremos dos instrumentos que están relacionados al tema.

- El Programa o agenda 21 en el capítulo 17 “Protección de los Océanos y de los Mares de todo tipo, incluidos los Mares Cerrados y Semicerrados, y de las Zonas Costeras, Protección, Utilización Racional y Desarrollo de sus Recursos Vivos”, refiere que el medio marino, a saber, los océanos, todos los mares y las zonas costeras adyacentes, constituyen un todo integrado, componente esencial del sistema mundial de sustentación de la vida y un valioso recurso que ofrece posibilidades para un desarrollo sostenible.
- La Convención de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica cuyo objetivo es la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como, una financiación apropiada (Ref. 33).

Acuerdo de Cooperación Regional para el Combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras sustancias nocivas en casos de emergencia.

Suscrito en Lima en noviembre de 1981, establece que las Altas Partes Contratantes convienen en aunar sus esfuerzos con el propósito de tomar las medidas necesarias para neutralizar o controlar los efectos nocivos como consecuencia del vertimiento de hidrocarburos y otras sustancias nocivas, en aquellos casos que consideren de grave e inminente peligro para el medio marino (Ref. 06).

Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78)

Elaborado en Londres en 1973, y enmendada por el Protocolo de 1978" (MARPOL 73/78), enfoca la minimización y eliminación de la contaminación procedente de los buques y considera aspectos principales para el transporte, almacenamiento, manejo y disposición de hidrocarburos, sustancias líquidas peligrosas transportadas a granel, sustancias peligrosas transportadas en paquetes y bultos, aguas sucias y basura producida por los buques (Ref. 32).

Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste.

Aprobado en 1981 por una Conferencia de Plenipotenciarios junto con el Convenio para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste y otros acuerdos complementarios, constituyen la base para una fructífera cooperación regional, entre Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Panamá, para la conservación del medio marino y costero (Ref. 07).

Protocolo para Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación proveniente de Fuentes Terrestres

Suscrito en Quito, en julio de 1983, establece que las Altas Partes Contratantes se esforzarán, en adoptar medidas apropiadas, para prevenir, reducir o controlar la contaminación del medio marino procedente de fuentes terrestres, cuando produzcan o puedan producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marinas, incluso la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento (Ref. 05).

Protocolo para la Conservación y la Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste

Suscrito por el Perú en Paipa, Colombia, en septiembre de 1989, establece que las Altas Partes Contratantes se comprometen, a adoptar las medidas apropiadas, para proteger y preservar los ecosistemas frágiles, vulnerables o de valor natural o cultural único, con particular énfasis en la flora y fauna amenazadas por agotamiento y extinción, mediante la realización de estudios orientados a la reconstrucción del medio o repoblamiento de fauna y flora en casos necesarios (Ref.04).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

A continuación se presenta la metodología seguida para la obtención de la información que aparece en los capítulos siguientes.

3.1 Características de investigación

El presente Trabajo de Investigación es de naturaleza descriptiva – correlacional (Ref. 24).

El diseño será del tipo no – experimental con una sola medición (Ref. 24).

El desarrollo económico sustentable requiere de un adecuado manejo del medio ambiente, es así, que el uso de las zonas costeras demanda el conocimiento del ambiente físico marino, es decir, determinar las características del fondo marino, la circulación marina, su variabilidad, el transporte de sedimentos, el oleaje, las condiciones atmosféricas y de mantener aptas sus propiedades físico-químicas, para la subsistencia adecuada de la flora y fauna costera marina en concordancia con las actividades socio – económicas que se desarrollan en la zona de estudio.

La presente Tesis propone desarrollar una metodología integrada que permita el registro de información oceanográfica, meteorológica, hidrográfica, biológica y social que está en contacto con la zona de estudio y que influye en la toma de decisiones por parte de las autoridades locales, considerando las siguientes áreas:

Oceanografía

Se investiga la dinámica costera, el comportamiento de la circulación marina, bravesas, olas, mareas, propiedades del agua de mar, granulometría del sedimento de fondo marino.

Meteorología marina

Se investiga los principales parámetros meteorológicos entre los que se consideran: temperatura del aire, temperatura máxima del aire, temperatura mínima del aire, temperatura superficial del mar, presión atmosférica, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento.

Hidrografía

Se determina la geomorfología del área de estudio, considerando: geodesia, topografía y levantamiento batimétrico.

Biología marina

Se investiga sobre las comunidades hidrobiológicas en la zona, considerando: producción primaria, producción secundaria, macro fauna bentónica, algas macroscópicas, peces, avifauna costera marina y análisis microbiológico del agua de mar.

Participación ciudadana

Consiste en investigar las características sociales que poseen los habitantes del distrito de La Punta, con respecto a su disposición con el medio ambiente y los impactos que se presentan en la zona de estudio.

Con esta información se procederá a interrelacionar las observaciones y muestras realizadas de manera que proporcionen respuestas; para lo cual, se aplica el método estadístico y analítico, que permite optimizar el procesamiento y la consistencia de datos para la toma de decisiones, a través de los instrumentos de última generación que a continuación se indican:

Modelamiento numérico

La información recolectada será incorporada en dos modelos numéricos para reproducir en forma realista la circulación costera marina y el transporte de sedimentos en la zona de estudio.

Basados en las observaciones y los resultados de la modelación numérica se estimarán tiempos de residencia y se establecerán los patrones típicos de circulación y transporte de sedimentos en la zona de estudio, lo que permitirá determinar el tipo de acciones que se deban emplear para establecer una circulación óptima en la playa La Arenilla y a su vez reducir los problemas de erosión y sedimentación que se presentan actualmente en la zona de estudio.

Gestión ambiental

Finalmente, con los resultados medio ambientales de la playa La Arenilla, la información recolectada de la autoridad local y la participación de la ciudadanía, se propondrá un sistema de gestión ambiental para playas que contribuirá decisivamente a optimizar el uso de la playa La Arenilla y así mejorar la calidad de vida de los pobladores del distrito de La Punta y sus visitantes.

3.2 Oceanografía física

3.2.1 Circulación marina

Las mediciones de corrientes se realizaron el 29 y 30 de marzo del 2004 cubriendo el área de la playa La Arenilla y su parte adyacente. Para la ejecución de la operación se contó con el apoyo del BIC IMARPE VIII, además de una lancha con motor fuera de borda, propia de la misma embarcación.

Las mediciones de la velocidad y dirección de la circulación marina, en superficie del mar y en el fondo, se realizaron en 12 estaciones (Figura 13), con la utilización de 3 correntómetros del tipo Doppler de marca AANDERAA, modelo RCM 9 con N° serie 198, 216 y 218 respectivamente.

Los datos registrados fueron procesados y filtrados usando programas propios del equipo "Program 4059", así como el "Surfer 8.0", y hojas de cálculos como "Excell".

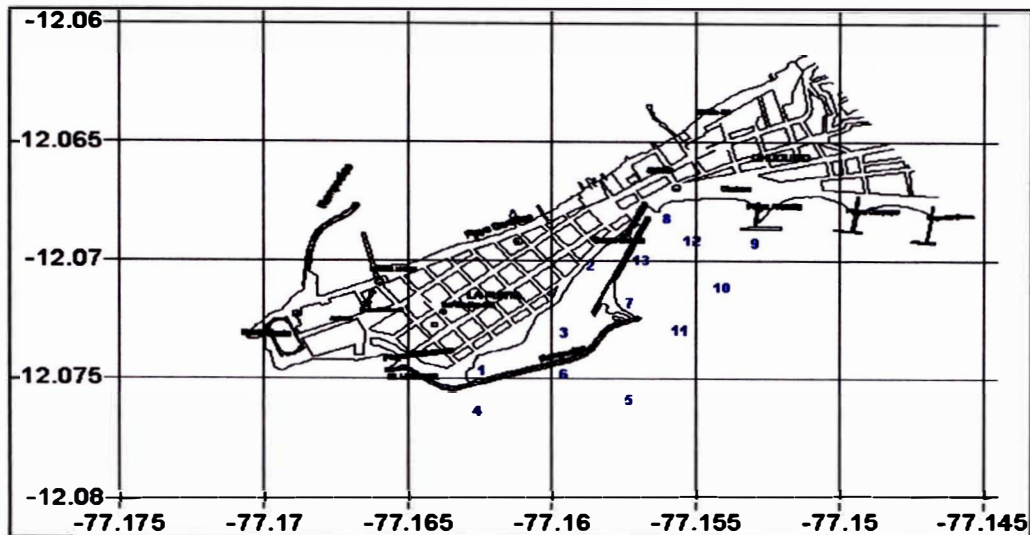


Figura 13. Ubicación de las estaciones de medición de circulación marina.

3.2.2 Olas

El análisis de Olas se efectuó en base a la información del modelo numérico de propagación de olas Wave Watch III que difunde diariamente el NAYLAMP – PERU / DHN, a la estadística del Sailing Directions, a los datos registrados del ológrafo marca DATAWELL, modelo MARK II con N° de serie: 6826, entre Junio de 1977 y Setiembre de 1978, en Ventanilla – Callao (Latitud $12^{\circ} 51' 27''$ S y Longitud $77^{\circ} 10' 38''$ W) a 20 metros del fondo y en superficie, y a los datos de las observaciones visuales efectuadas en la zona.

Con esta información y la batimetría de la zona de estudio, se proyectó el oleaje por el método de las ortogonales hasta la playa o mar adyacente a las costas de la bahía de Miraflores, y mediante diagramas de refracción aplicando la ley de Snell (Wiegler), se efectuó los cálculos de altura de ola utilizando diferentes coeficientes de refracción y de cambio de profundidad.

3.2.3 Bravezas de mar

Para determinar las características de los oleajes registrados en parte exterior de la Playa la Arenilla se utilizaron los registros del mareógrafo Analógico Mecánico Standard con sistema de relojería marca SET THOMAS de la Estación mareográfica Callao, ubicada en Latitud $12^{\circ} 03' 54''$ S y Longitud $77^{\circ} 09' 54''$ W, con código internacional PSMSL 848/033 y BDSGNM 093.

El procedimiento se realizó en función a una escala de amplitudes establecida para el mareograma de dicho Puerto, donde se identificó los aumentos sostenidos de estas amplitudes que caracterizan a un oleaje irregular.

3.2.4 Mareas

Se empleó un mareógrafo portátil marca VALEPORT, modelo 730 WT con N° de serie: 20654, que trabaja con un programa WaveLog, el cual, por medidas de seguridad, fue instalado del 26 de Mayo al 24 de Junio del 2005, en el muelle N° 5C de ENAPU - Callao, a fin de establecer los valores no armónicos de marea, y correlacionarlo con la información registrada en la Estación mareográfica Callao.

Para el análisis de control de calidad y obtención de los constituyentes armónicos se empleó el software de procesamiento de datos del Nivel del Mar "nmpr2" de JASL del Centro de Datos Oceanográficos de la NOAA, el cual se basa, en la inspección de gráficos de residuos, que son definidos como los datos observados menos las predicciones de mareas, este es un procedimiento de aplicación cíclica. Así mismo, con la información recolectada se determinó los niveles de referencia de mareas y amplitud de marea.

Las alturas o lecturas horarias y los cálculos se dan en metros, para el promedio del nivel del mar, sólo se emplean días enteros y consecutivos. Los valores se tabularon desde las 00 hasta las 23 horas. Se utilizó la hora estándar correspondiente al meridiano del lugar, siendo para nuestro caso, Perú, 75° Oeste, Z + 5 Horas.

3.2.5 Propiedades del agua de mar

Se realizó el 12 de Octubre del 2005, en las estaciones descritas en la Figura 14, consistió en lanzamientos de diez botellas Niskin de 2.5 litros, marca OCEAN TEST EQUIPMENT, INC, modelo 110-1.71 con N° de serie 04-64-2150; y con un termómetro de inversión marca R & W con N° de serie 234305.

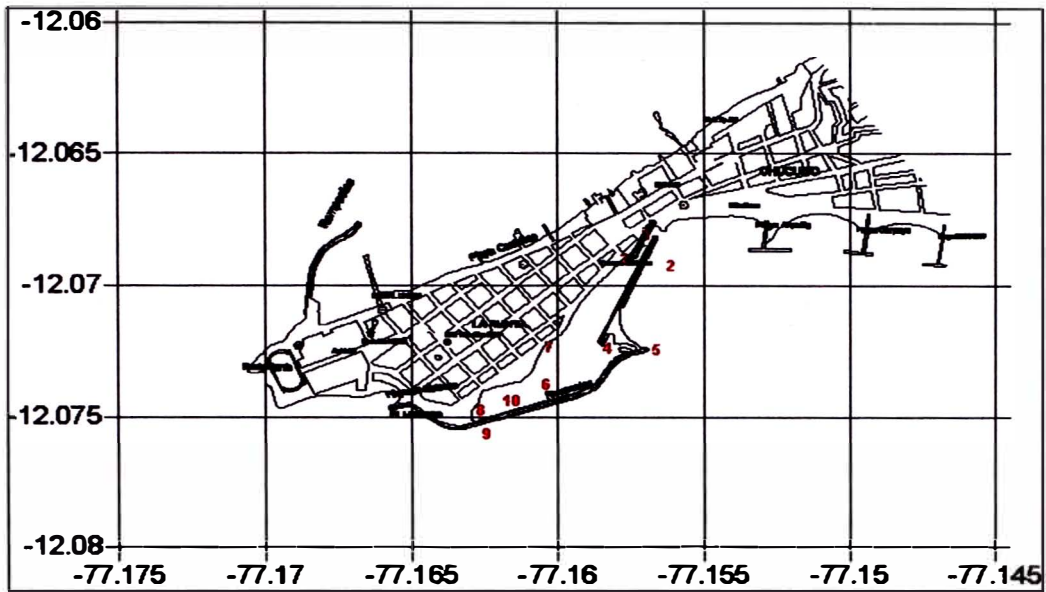


Figura 14. Ubicación de las estaciones de medición de propiedades del agua de mar y granulometría de fondo marino.

Las muestras de salinidad fueron analizadas por el método de inducción con el salinometro marca PORTASAL GUILDLINE, modelo 8410 con N° de serie 63897.

Los análisis de oxígeno disuelto se realizaron aplicando el método de Winkler modificado para análisis de agua de mar por Carrit y Carpenter (1966). Las muestras para nutrientes fueron preservadas por congelamiento hasta su análisis.

Los análisis de sulfuro de hidrógeno, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), potencial de Iones Hidronio (pH) y nutrientes, fueron determinados de acuerdo a los métodos recomendados por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI).

3.2.6 Granulometría del fondo marino

Las muestras de fondo fueron tomadas el 12 de Octubre del 2005, utilizando el muestreador de fondo (draga) tipo Van Veen sin N° de serie en los puntos previamente establecidos en la Figura 14.

Los análisis granulométricos de las muestras se realizaron aplicando los métodos de tamizado para los sedimentos gruesos y tamizado e hidrómetro para los suelos o sedimentos finos.

La descripción de las muestras se efectuó de acuerdo al método Folk.

3.3 Meteorología marina

En la playa de la Arenilla no se cuenta con información puntual sobre aspectos climáticos; sin embargo, para describir las características meteorológicas, se ha tomado en consideración información disponible en la Estación Hidro - meteorológica de Chucuito que administra la DHN, ubicada en Latitud 12° 03' 15" S y Longitud 77°09' 12" W, código internacional 84628.

El periodo de información registrada data desde 1978 hasta la fecha, con una frecuencia de 20 observaciones al día. Los parámetros meteorológicos considerados son los siguientes: temperatura del aire, temperatura máxima y mínima del aire, temperatura superficial del mar, presión atmosférica, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento.

3.4 Hidrografía

3.4.1 Geodesia y topografía

Geodesia

Con la finalidad de amarrar las coordenadas geodésicas a la red SIRGAS, Datum WGS-84, se desarrolló el trabajo de geodesia que consiste en calcular coordenadas X e Y de los puntos establecidos.

Con este fin se procedió al rastreo de satélites por un periodo de 2 horas como mínimo, almacenamiento de la data en los receptores master y remoto de la Estación Total GPS marca TRIMBLE, modelo - 5700 con N° de serie 044000958; finalmente los datos son procesados y ajustados con el software "Trimble Geomatics Office".

Observación de direcciones y distancias

La medición de direcciones se efectuó con el teodolito marca WILD modelo T-2 con N° de serie 322086; con una precisión al segundo, empleando 4 reiteraciones por estación y tomando para ello el promedio, de más o menos 5 segundos con respecto a la media.

Las distancias fueron medidas con el distanciómetro electrónico marca DISTOMAT, modelo DI - 3000 con N° de serie 71560 7S Master, con precisión de mm, efectuando medición de 5 distancias para cada punto, luego se efectuó el promedio respectivo.

Planimetría

Para determinar el perfil de costa y puntos conspicuos, se efectuó el levantamiento planimétrico, utilizando el sistema de posicionamiento satelital, Estación Total GPS marca TRIMBLE, modelo - 5700 con N° de serie 044000958 modo estático rápido.

3.4.2 Levantamiento batimétrico

Medición de profundidades

Los trabajos batimétricos se realizaron del 25 al 30 de setiembre del 2005, utilizando una ecosonda hidrográfica marca RAYTHEON DE 719 E con N° de serie 719W0442 que opera con el principio del eco, es decir, desde el transducer, es emitido un pulso ultrasónico que se propaga en el agua a una velocidad aproximada de 1500 m/seg. Este pulso, al llegar al fondo se refleja y retorna al transductor y a la unidad transreceptora que mide automáticamente el tiempo entre la emisión de la señal y el eco recibido; esta señal se convierte en un registro continuo de profundidades llamado ecograma.

Las mediciones de las profundidades se efectuaron de acuerdo a las Normas Técnicas de la IHO, que consiste en seguir líneas perpendiculares a la costa, con una separación 20 m. Las líneas de verificación se efectuaron perpendiculares a las líneas principales de sondajes con una separación de 100 m.

Las calibraciones de los equipos hidrográficos se efectuaron al inicio y al final de cada día de trabajo. Las profundidades obtenidas fueron reducidas al Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias, datos reportados en la Tabla de Mareas del 2005.

Posicionamiento de los sondeos

Para el posicionamiento de la embarcación hidrográfica, se utilizó el sistema de posicionamiento DGPS marca OMNISTAR Sub-Métrico con N° de serie 319197, sistema de posicionamiento geográfico en tiempo real; y el almacenamiento de la información se realizó en una computadora por medio del Software Hypack Max.

Nivel de reducción

Sondeos referidos al Nivel Medio de Bajamares y Sicigias Ordinarias, con datos publicados en la Tabla de Mareas del 2005.

3.4.3 Cartografía

La información de geodesia, topografía y batimetría fue analizada y procesada y presentada en el siguiente formato:

- Escala del plano : 1:1000
- Proyección : UTM
- Datum : WGS- 84

3.5 Biología marina

Las muestras de biología marina fueron tomadas el 12 de Octubre del 2005, en 4 estaciones (N° 1, 4, 7 y 8 de la Figura 14) ubicadas en el interior de la playa La Arenilla (canal de ingreso Este, Oeste y en la zona central).

3.5.1 Producción primaria

Las muestras de agua fueron colectadas en superficie y a media agua (1 m), mediante un balde y una botella Niskin marca OCEAN TEST EQUIPMENT, INC, modelo 110-1.71 con N° de serie 04-64-2150.0028; respectivamente.

3.5.2 Producción secundaria

Las muestras de agua fueron colectadas en superficie y a media agua, mediante un balde y una botella Niskin marca OCEAN TEST EQUIPMENT, INC, modelo 110-1.71 con N° de serie 04-64-2150.0028; respectivamente. Así mismo, se realizaron arrastres superficiales de zooplancton utilizando una red standard de 0,75 μ .

3.5.3 Macro fauna bentónica

Para las muestras de bentos se utilizó un muestreador de fondo tipo Van Veen, las cuales fueron tamizadas mediante cernidores de 0,5 y 1,0 mm para separar los organismos del macrobentos. Luego se efectuó la composición cualitativa y cuantitativa de los organismos bentónicos, agrupando taxonómicamente hasta el menor nivel de identificación.

3.5.4 Algas macroscópicas

La colección de muestras de algas se realizó en cuatro transectos distribuidos en la zona central norte y sur de la playa La Arenilla, para lo cual se empleó una embarcación tipo chalana.

3.5.5 Peces

Las operaciones de pesca se efectuaron de forma puntual con un chinchorro manual de 6,0 m de largo y 1,8 m de altura y calcalillo de 0,3 x 0,4 m de boca. Los peces fueron clasificados (Chirichigno 1974), medidos y pesados, para su posterior análisis de madurez gonadal.

3.5.6 Avifauna marina – costera

Los registros de la avifauna en la playa de La Arenilla se realizaron una vez al mes. El período fue por 12 meses calendario, desde julio del 2004 hasta junio del 2005; en horas de la mañana y en tiempos y espacio estandarizado. En los censos mensuales, los recuentos se realizaron a través de transecto perimétrico de la playa, y anotados en formatos.

Para la observación de las aves, se utilizaron binoculares marca OLYMPUS modelo 10 x 50 DPSI con N° de serie 854579; y para la identificación de especies, se utilizó guías de campo especializadas.

3.5.7 Análisis microbiológico

Para la determinación de coliformes fecales (termotolerantes), se utilizó la fermentación de tubos múltiples, donde el resultado de los estudios de los tubos y diluciones replicadas se expresa en términos de Número Más Probable (NMP) de microorganismos existentes.

La densidad bacteriana puede calcularse mediante la fórmula facilitada o por medio de la Tabla “Índice del NMP y Límites de Aceptación del 95% para distintas combinaciones de resultado positivos cuando se usan 5 tubos por dilución” que utiliza el número de tubos positivos en las diluciones múltiples.

El muestreo se realizó durante un año (noviembre 2004 – noviembre 2005), con una periodicidad semanal (noviembre a abril) y quincenal (mayo a octubre), en tres puntos pre - determinados: dos en el interior de la playa La Arenilla y uno en el exterior de la mencionada playa; siendo analizadas y procesadas en la DIGESA.

3.6 Participación ciudadana

Se realizó una encuesta a los habitantes del distrito de La Punta, sobre su actitud con respecto a la situación actual de la playa La Arenilla; y cual es su perspectiva con respecto a protección del medio ambiente en la zona de estudio; lo cual, fue un factor importante que contribuyó para la toma de decisiones en la Gestión Ambiental de la mencionada playa.

3.6.1 Universo y muestra

El universo poblacional estuvo constituido por los habitantes del distrito de La Punta - Callao. La muestra obtenida fue aleatoria - estratificada, su tamaño se estimó a través del método de poblaciones finitas, para un nivel de confianza de 95% (Ref. 12).

Criterios de inclusión:

- Genero : masculino / femenino.
Edad : rango de edades entre 18 – 65.
Profesión : no es requisito.

Criterios de exclusión:

- Habitantes mayores de 65 años de edad.
Habitantes menores de 18 años de edad.
Habitantes que no deseen colaborar con responder a las encuestas.
Habitantes iletrados.

3.6.2 Métodos e instrumentos de recolección de datos**Ficha Socio – Demográfica**

Se elaboró un instrumento socio – demográfico que formó parte de la encuesta, permitió recolectar datos de la zona de estudio, esta Ficha consideró: rangos de etarios, género, estado civil, nivel educativo, situación laboral y distrito de residencia (Anexo N° 1).

Cuestionario sobre actitudes de los habitantes del distrito de La Punta con respecto en la playa La Arenilla

Se elaboró un cuestionario de 16 preguntas, para determinar las actitudes de los habitantes del distrito de La Punta, con respecto a la situación ambiental actual de la playa La Arenilla, y cual es su perspectiva con respecto a protección del medio ambiente en la zona de estudio, el tipo de preguntas fueron cerradas con varias alternativas de respuesta (Anexo N° 2).

Para la elaboración del cuestionario, se consideró la “Guía de Interpretación de los criterios de concesión de la Bandera Azul de la Fundación para la Educación Ambiental en Europa (FEEE)”, la cual, constituye una valiosa herramienta de comunicación para las partes involucradas en la Gestión Ambiental de Playas (Ref. 56).

Propiedades métricas de la encuesta sobre actitudes de los habitantes con respecto a la playa La Arenilla.

Se efectuó las pruebas correspondientes con el fin de determinar la confiabilidad y validez de la encuesta elaborada sobre las actitudes de los habitantes del distrito de La Punta con respecto a la protección del medio ambiente en la playa La Arenilla (Ref. 24).

- Confiabilidad

Para determinar la confiabilidad en su modalidad de consistencia interna se estimó el coeficiente Alfa de Cronbach.

- Validez

Para el análisis de los resultados se utilizó la validez de constructo por el método de análisis de ítems. Este método tiene por objetivo estimar el grado en que cada ítem contribuye a la validez del instrumento al cual pertenece. De este modo se verifica que el instrumento mida lo que dice medir.

3.6.3 Procedimiento para determinar la muestra

Para determinar la muestra, se estableció el universo poblacional, es decir, la población que comprende las edades entre 18 a 65 años, para lo cual, se procedió a emplear la información del IX Censo Nacional de Población y IV de Vivienda 1993 correspondiente al distrito de la Punta – Callao.

Para la muestra se consideró los habitantes cuyas edades comprendían entre 06 a 53 años en el año 1993, es decir, en la actualidad (año 2005), dichos habitantes se encuentran en el rango requerido (Anexo N° 3).

Para determinar el tamaño de la muestra, se realizó en la población objetivo, un muestreo piloto (Ref. 12), efectuando una encuesta a 100 personas con la siguiente pregunta filtro, según el Cuadro 1:

Cuadro 1. Pregunta Filtro

¿CONSIDERA UD. QUE LA PLAYA LA ARENILLA, LLAMADA TAMBIEN POZA LA ARENILLA, PRESENTA PROBLEMAS AMBIENTALES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE VIDA DE LAS PERSONAS QUE HABITAN EN EL DISTRITO DE LA PUNTA?	
SI	NO

Fuente: Elaboración propia.

Luego, por el tamaño del universo poblacional, se determinó que para el presente estudio corresponde a una población finita, es decir menor a 100,000 pobladores, procediendo a aplicar la siguiente fórmula, considerando para los cálculos un nivel de confianza de 95% ($Z = 1,96$) y un error de muestra de 0,05 (Ref. 12).

POBLACION FINITA

$$N \leq 100,000$$

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- N : tamaño de la Población.
- n : tamaño de la muestra.
- E : error de la muestra.
- Z : coeficiente de confianza de distribución normal.
- p : evento favorable.
- q : evento no favorable.

3.6.4 Procedimiento para la recolección de datos

Una vez determinada la muestra, se procedió a identificar las zonas de muestreo en función a la densidad poblacional del distrito, con la finalidad de obtener información que cubra toda el área de estudio.

A continuación, se procedió a entrenar a 05 encuestadores para recolectar la información relacionada al trabajo de investigación, los cuales debían tener en consideración los siguientes aspectos:

- Las encuestas deben ser llenadas por personas de ambos sexos, que residan de preferencia en el distrito de La Punta entre 18 y 65 años.
- Así mismo, dentro del grupo de hombres o mujeres, que consideren en forma proporcional los siguientes rangos de edades: 18 a 26, 27 a 39, 40 a 52 y 53 a 65 años.
- Realizar las encuestas en las casas que limitan con la playa La Arenilla, lugares de afluencia pública como mercados, parques, playas y centros comerciales del distrito.

3.6.5 Plan de tabulación o análisis de datos

Una vez recopilados los datos se realizó el procesamiento de los mismos a través del procesador estadístico S.P.S.S Versión 11.0 para Windows. Para ello, se definieron las variables de acuerdo a sus características y se recodificaron las variables de escala ordinal y de intervalo.

La base de datos estuvo representada en forma de una matriz rectangular X , con n filas, que son los habitantes del distrito de La Punta o elementos de información y p columnas, tantas como variables tiene el estudio.

3.7 Modelamiento numérico

3.7.1 Modelo numérico UNIBEST

Como se describió en los procesos de erosión y sedimentación, el transporte de sedimentos se puede descomponer en dos componentes, una normal y otra paralela a la costa.

Según estas características de la dinámica del litoral, el modelo UNIBEST cuenta con dos módulos para representar ambos procesos, estos módulos son:

Módulo UNIBEST - LT (Longshore Transport)

Módulo desarrollado para modelar las corrientes inducidas por olas y por mareas a lo largo del perfil costero sobre cualquier bahía de perfil arbitrario, donde se usa el modelo de Battjes-Stives para determinar la propagación y rompiente de las olas (Ref. 60).

Para simular las características del transporte de sedimentos en la playa La Arenilla, fue necesario contar con los siguientes datos ambientales que intervienen en la ocurrencia del fenómeno, (condiciones iniciales), los cuales fueron recolectados previamente:

- Características de Olas (altura, dirección y periodo).
- Características del Nivel Medio del Mar
- Características de Corrientes (velocidad y dirección).
- Perfiles transversales (batimetría).
- Parámetros de transporte (descritos por las fórmulas de Bijker, Van Rijn, Cerc, Van der Meer y Pilatczyk).

Este módulo provee datos de entrada al módulo CL.

Módulo UNIBEST – CL (Cost Line Transport)

Este módulo permitió calcular los cambios de la línea costera debido al transporte de sedimentos del litoral, y tiene como base la teoría de transporte presentada por Pelnard Considere (1956), donde se resuelve la ecuación de difusión, aplicada al caso de procesos costeros, mediante métodos de diferencias finitas, con condiciones de frontera iniciales definidas por el usuario. UNIBEST - CL fue capaz de modelar los efectos morfológicos que se producen sobre estructuras marinas (defensas extentas, espigones, rompeolas, etc).

Los datos de entrada para este módulo fueron:

- Perfil costero inicial.
- Transporte de línea (transporte de sedimentos en cada perfil transversal definido en el módulo LT).
- Transporte global (compuesto por todos los transportes de línea).
- Condiciones de frontera (definidas por el usuario).
- Características de las defensas extentas (rompeolas).
- Tipo de revestimiento de las defensas extentas.
- Fronteras internas (límites, en caso de estructuras submarinas).

Se ejecutó el modelo UNIBEST para un tiempo de simulación de un año. Las condiciones iniciales se observan en la Figura 15.

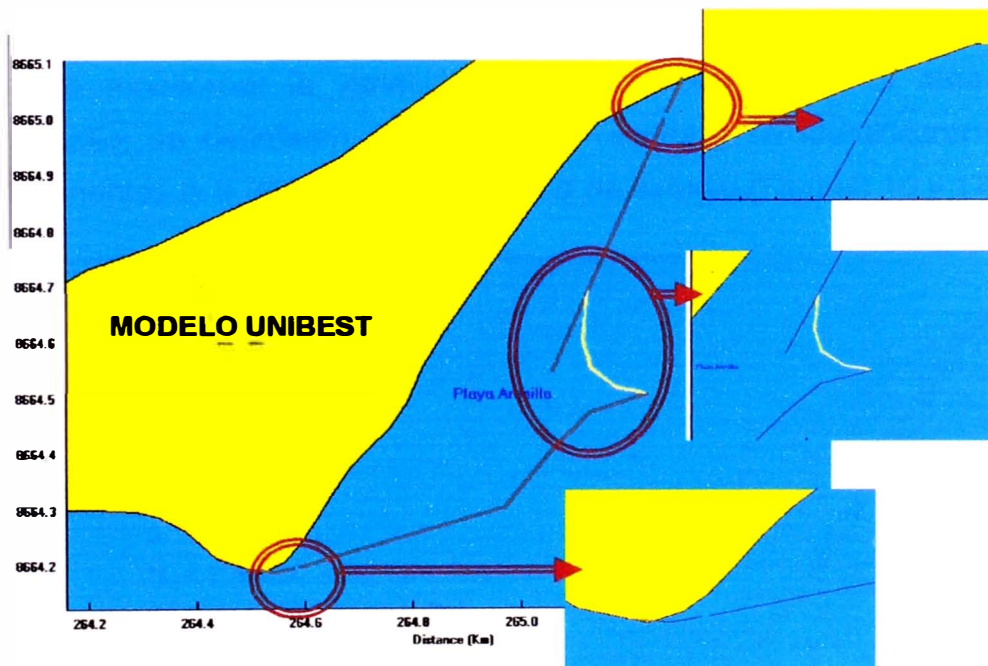


Figura 15. Condiciones iniciales del modelo UNIBEST.

3.7.2 Modelo numérico POM

El modelo POM resuelve el sistema de ecuaciones diferenciales básicas de la mecánica de fluidos, que comprende la ecuación de conservación de masa (ecuación de continuidad), cantidad de movimiento (ecuaciones de Navier – Stokes) en la horizontal, conservación de la salinidad y energía térmica.

Los flujos y procesos de transporte son aproximados por un modelo de cierre turbulento de dos ecuaciones: una de conservación de energía cinética y la otra de transporte para macro escala (Ref. 17).

Para simular las características de circulación oceánica en la playa La Arenilla se proporcionó al modelo POM datos ambientales que intervienen en la ocurrencia del fenómeno (condiciones iniciales).

Los datos de entrada (input) para este modelo fueron:

- Batimetría del fondo oceánico y perfil costero inicial.
- Características de la temperatura y salinidad del mar.
- Características del nivel del mar y propagación de la marea.
- Velocidad y dirección del viento.

Para monitorear la variación de las velocidades en el área de estudio, se definieron 10 puntos de control y se identificaron los elementos que interactúan en la zona de estudio (Figuras 16 y 17).



Figura 16. Ubicación de los puntos de control para el cálculo de velocidades en cada escenario de simulación.

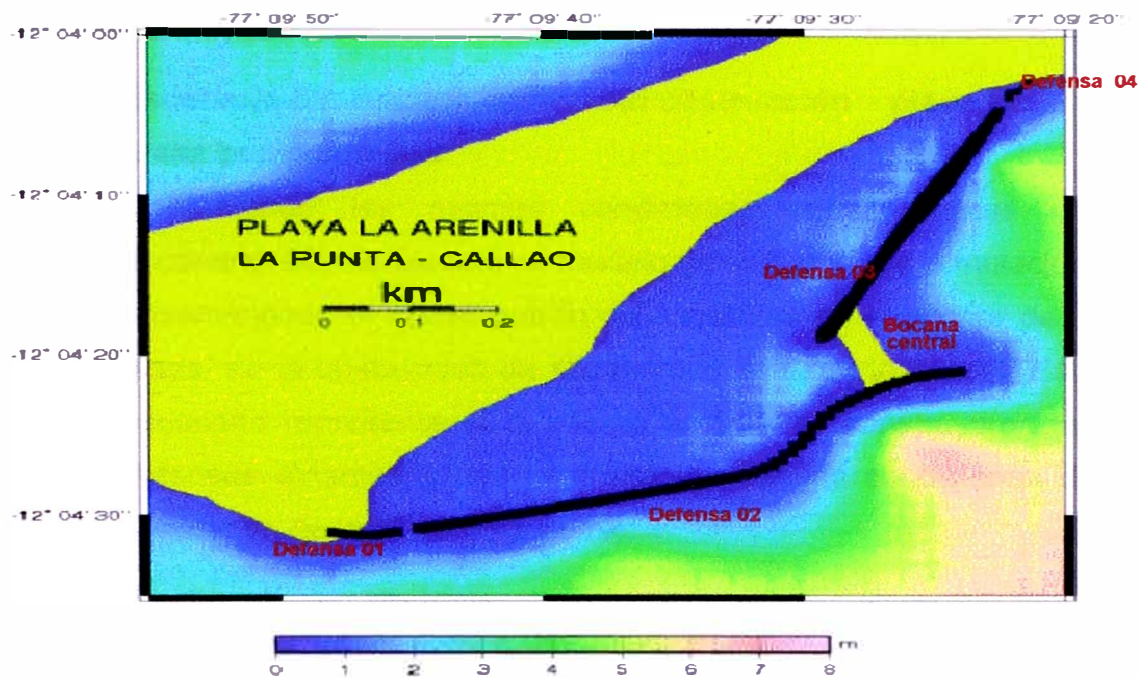


Figura 17. Elementos que interactúan en la zona de estudio.

Según estas consideraciones, se definieron escenarios de simulación los cuales se clasificaron de la siguiente manera:

- **Escenario 00: Batimetría año 1987**

Se ejecutó el modelo para un tiempo de simulación de 6 días con el fin de determinar el diagnóstico de la simulación de la circulación marina en la playa. Estas condiciones serán la base para poder realizar las simulaciones de los demás escenarios que se definieron después (Figura 18).

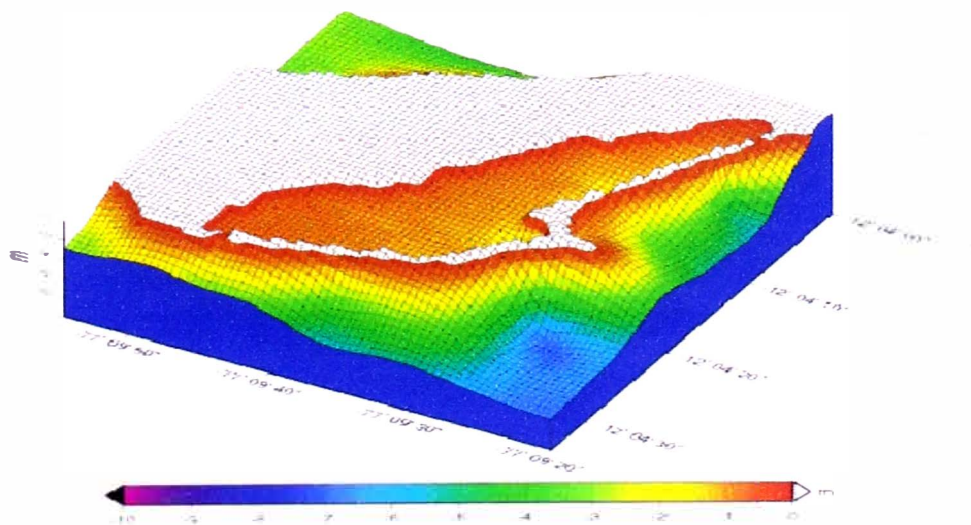


Figura 18. Vista tridimensional del escenario 00.

- **Escenario 01: Bocana central sin obstrucción – playa sin áreas sedimentadas**

Manteniendo las mismas condiciones oceanográficas del escenario 00, se ejecutó el modelo para 6 días de simulación, observándose el nuevo patrón de corrientes en el interior de la playa, sin la obstrucción de sedimentos de la parte central. Este escenario representa el momento en que se construyeron las defensas extentas y nos permitirá evaluar las condiciones de circulación de la playa (Figura 19).

Así mismo, se consideró que la playa La Arenilla no presenta áreas sedimentadas; la batimetría fue considerada con una pendiente suave, desde la línea de costa (0 m) hasta la bocana central, con una profundidad máxima de 2 m.

Manteniendo este escenario, la playa alcanzará las condiciones actuales de circulación, lo cual, no es un escenario favorable. Esto quiere decir que la bocana central se obstruirá debido a la acumulación de sedimentos, y el área ubicada en la zona del canal Oeste comenzará a sedimentarse, lo que impedirá el intercambio de agua de mar en el interior de la playa.

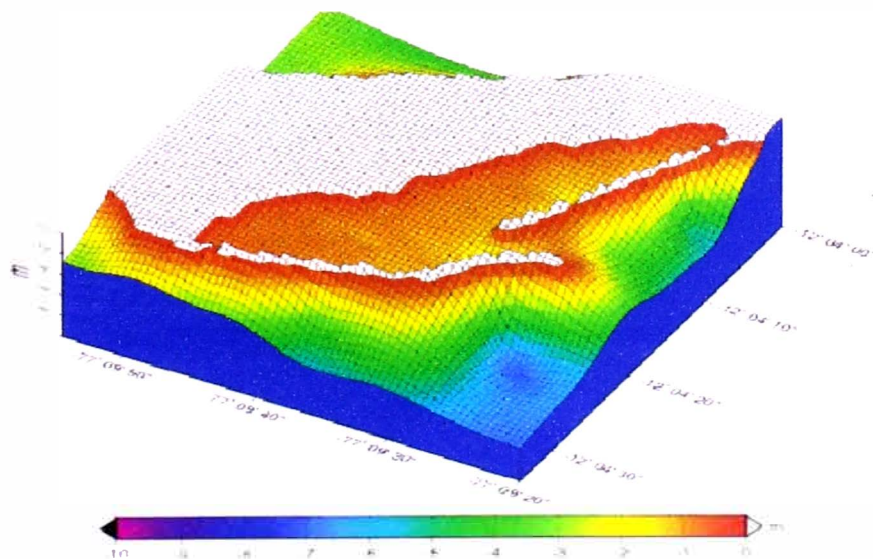


Figura 19. Vista tridimensional del escenario 01.

De acuerdo a los resultados obtenidos se procedió a generar escenarios adicionales que permitan determinar la mejor propuesta para obtener una circulación adecuada en el interior de la playa La Arenilla.

Escenario 02: Defensa extenta 03 cortada – playa sin áreas sedimentadas

En este escenario, se redujo las dimensiones de la defensa extenta 03 con el fin de lograr una mejor circulación a la playa que permita que la playa tenga mayor capacidad de recambio de agua de mar.

Se consideró que la playa La Arenilla no presenta el área sedimentada en la zona del canal Oeste, la máxima profundidad considerada fue de 2 m disminuyendo suavemente conforme se acerca a la línea de costa.

Las dimensiones reducidas fueron las siguientes: 30 m del extremo Oeste y 10 m del extremo Este (Figura 20).

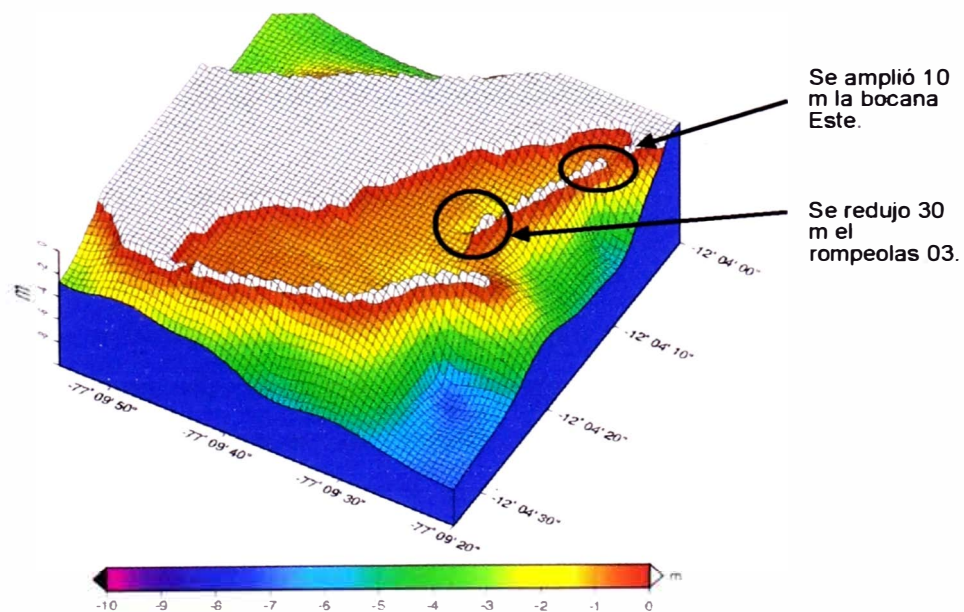


Figura 20. Vista tridimensional del escenario 02.

Escenario 03: Defensas extentas 02 y 03 cortadas – playa sin áreas sedimentadas

Manteniendo las condiciones del escenario anterior, se ejecutó el modelo para un tiempo de simulación de 6 días, para lo cual, se redujo las dimensiones de la defensa extenta 03, logrando finalmente una mejor circulación de la playa, lo que permitirá la renovación de aguas y esto impedirá la acumulación de sedimentos dentro de la playa, tal como se presenta en la actualidad (Figura 21).

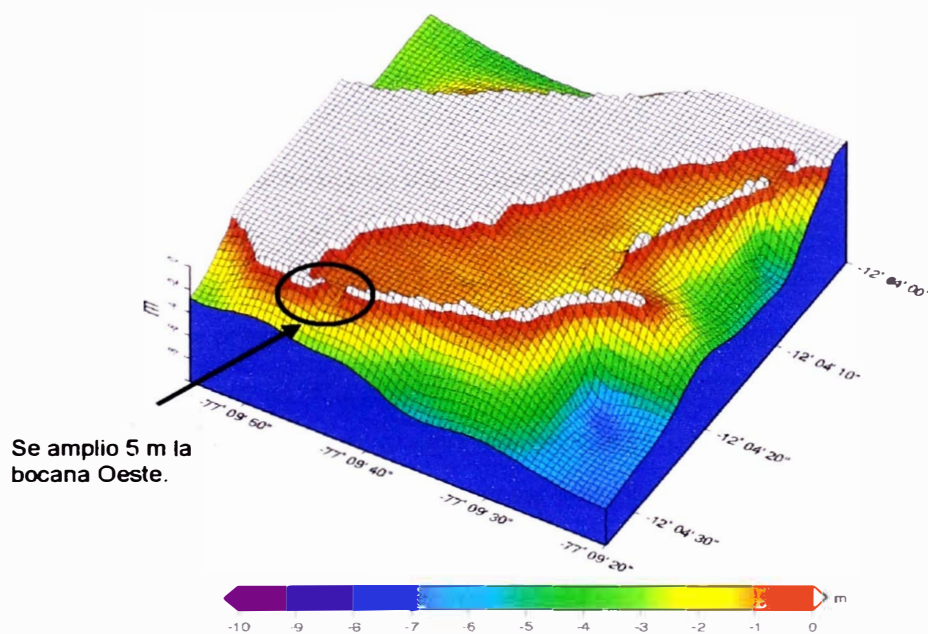


Figura 21. Vista tridimensional del escenario 03.

- Escenario 04: Batimetría año 2005

En el mes de octubre del año 2005, se realizó un levantamiento batimétrico de la playa La Arenilla. Los datos recolectados permitieron conocer el estado actual de la geomorfología submarina de la playa, a la vez dicha información fue utilizada para correr el modelo POM con condiciones de batimetría actuales. (Figura 22).

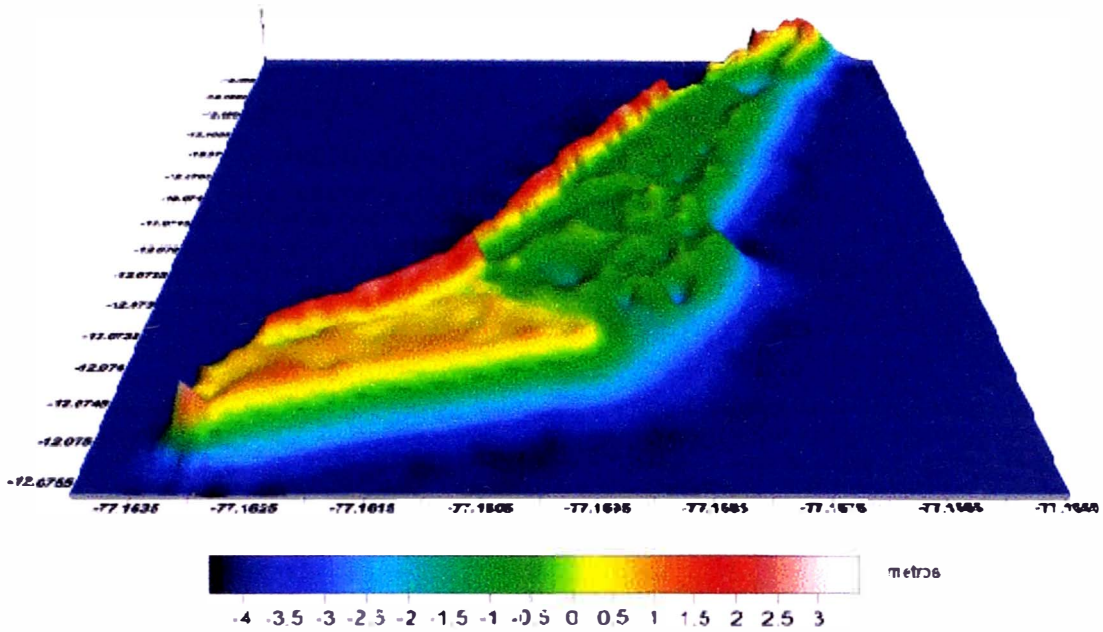


Figura 22. Vista tridimensional escenario 04.

3.7.3 Programa para el cálculo de volumen de sedimentos

Para el cálculo del volumen de sedimentos, se efectuó la recopilación de batimetrías de 2 años diferentes, es decir, el levantamiento batimétrico efectuado por la Dirección de Hidrografía y Navegación en el año 1987 (Ref. 14) y el levantamiento realizado en octubre del año 2005; luego, se procedió al procesamiento de los datos, llevando dichas batimetrías a una grilla regular con un incremento constante de 8,5 m. Posteriormente, se efectuó la sustracción (2005 – 1987), para establecer la diferencia batimétrica según la siguiente relación:

$$dh = h_{2005} - h_{1987}$$

Donde:

- dh : variación de la batimetría.
- h_{2005} : datos de la batimetría del año 2005.
- h_{1987} : datos de la batimetría del año 1987.

Finalmente, para calcular el volumen de sedimentos erosionado o sedimentado en la playa La Arenilla, se desarrolló un programa en FORTRAN 77, (Ver Anexo Nº 4) que permite calcular volúmenes según la siguiente relación:

$$vol = dx \times dy \times dh$$

Donde:

- vol* : volumen de cada celda de grilla.
- dx* : incremento de grilla en la dirección E-O.
- dy* : incremento de grilla en la dirección N-S.
- dh* : variación de batimetría (2005-1987).

3.8 Gestión ambiental en la playa La Arenilla

Para determinar el grado de gestión ambiental actual de la playa La Arenilla, se realizó una entrevista / encuesta al Jefe del Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad distrital de La Punta - Callao.

Para la confección del mencionado instrumento de medición se evaluaron los sistemas de gestión ambiental que se aplican en la actualidad a nivel internacional como son: Bandera Azul, Normas ISO 9001 - 14001, Sistema EMAS y la Marca Q de Calidad Turística.

Luego de la evaluación, se determinó que el sistema de gestión ambiental a considerar en el presente estudio sea en base a la guía de Interpretación de los criterios de concesión de la Bandera Azul de la Fundación para la Educación Ambiental en Europa (FEEE)" (Ref. 56), debido a que es el sistema de gestión ambiental para playas más conocido por consumidores, usuarios y turistas, dicha acreditación supone una fotografía de la situación de la playa La Arenilla en un momento determinado.

Esta acreditación es de interpretación común, aplicable en todos los países participantes en la Gestión Ambiental de Playas. El instrumento de medición fue elaborado con 27 preguntas del tipo abiertas y fueron relacionadas con la legalidad, sanidad, limpieza, seguridad, información y gestión medioambiental en la playa La Arenilla. (Ref. 56), (Anexo N° 2).

Finalmente, con los resultados ambientales obtenidos en la zona de estudio, la información recolectada de la autoridad local y la participación de la ciudadanía, se propondrá un programa de gestión ambiental para la playa La Arenilla que permita el uso adecuado.

Para el diseño del Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla, se tomará como referencia los procesos asociados a la gestión de cuencas (Ref. 19), donde se consideran la ejecución de una serie de procesos que se pueden realizar en forma paralela y que son continuos en el tiempo.

El Programa considera tres etapas: Previa, Intermedia y Permanente con sus respectivas actividades. Conviene distinguir los siguientes procesos que intervendrán en cada una de las etapas del Programa de gestión ambiental en dicha playa:

- **Etapa Previa:** Proceso de comunicación y sensibilización, Proceso de formación de alianzas y acuerdos, Proceso de legalización de funciones, Proceso de formulación de escenarios, evaluaciones y diagnósticos, Proceso de consolidación operativa de los usuarios a la playa, Proceso de organización de la administración.
- **Etapa Intermedia:** Proceso de valorización económica y formulación de estrategias, Proceso de habilitación de la playa.
- **Etapa Permanente:** Proceso de implementación y operación del sistema de gestión ambiental en la playa, Proceso de conservación de la geomorfología de la playa, hábitat silvestre y biodiversidad, y el Proceso de control de contaminación, protección de zonas costeras de erosión y sedimentación.

CAPITULO IV

RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 Oceanografía física

4.1.1 Circulación marina

La circulación en superficie en la zona adyacente a la playa La Arenilla, mostró intensidades entre 12,0 y 0,9 cm/seg, teniendo como dirección prevaeciente flujos hacia el suroeste y oeste, mientras en el interior de la playa, la circulación registró flujos hacia el suroeste con intensidades entre 1,5 y 0 cm/seg (Figura 23).

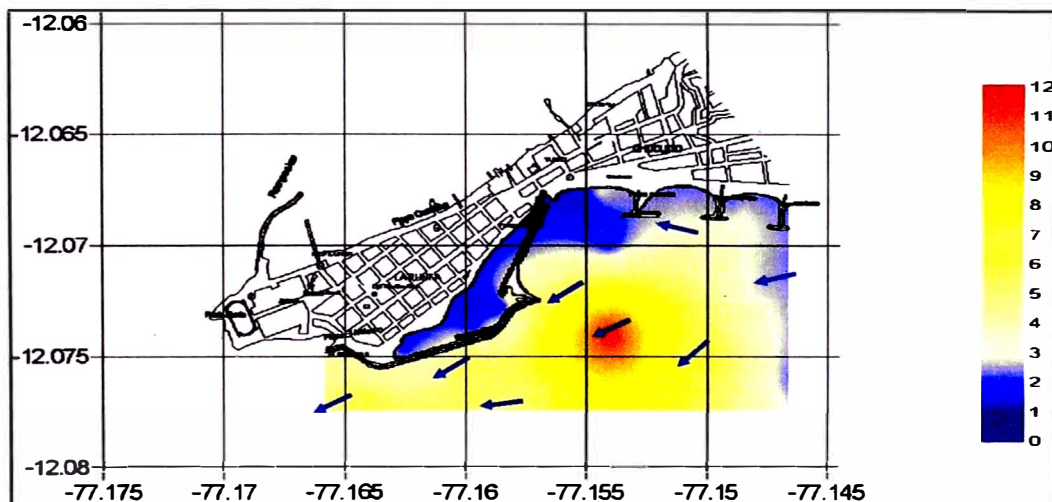


Figura 23. Corriente superficial en la playa La Arenilla y zona adyacente.

Con respecto a la circulación de fondo en la zona adyacente en la playa La Arenilla, mostró intensidades entre 12,2 y 0,5 cm/seg, teniendo como dirección prevaeciente flujos hacia el suroeste y oeste, exceptuando las estaciones 8 y 13, donde se registraron flujos con dirección hacia el sureste, mientras que en el interior de la playa, la circulación siguió las mismas condiciones que en superficie, es decir, intensidades que oscilaron entre 1,5 y 0 cm/seg (Figura 24).

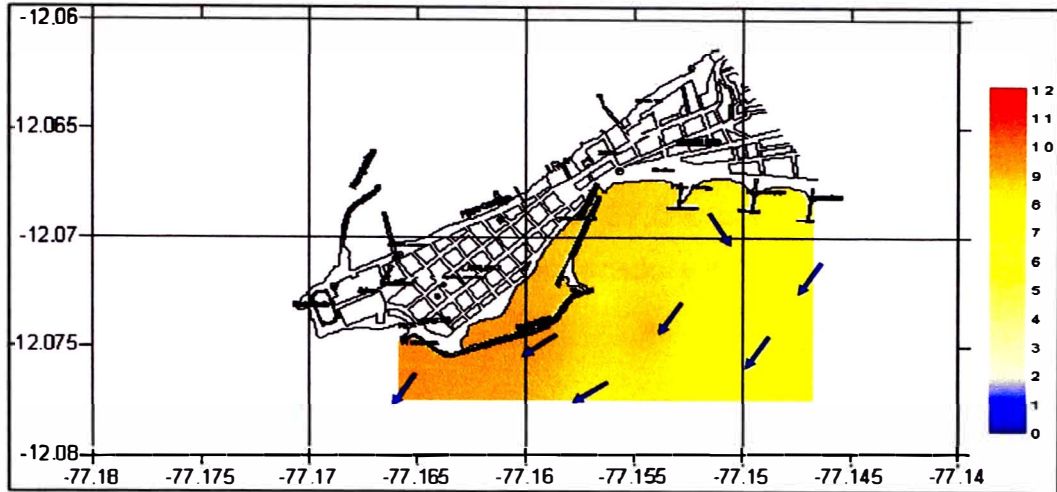


Figura 24. Corriente de fondo en la playa La Arenilla y zona adyacente.

4.1.2 Olas

De acuerdo a una estadística de dirección de olas de 6907 observaciones, en la costa central del Perú, (información del Sailing Directions for South America) se ha determinado que el 62,9% de las olas provienen del sur y un 17,4% del suroeste principalmente. Sin embargo, a medida que se acercan a costa, por efectos del fondo y/u obstáculos, como por ejemplo puntas e islas, el oleaje se reorienta o cambia de dirección, produciéndose los fenómenos de refracción y difracción respectivamente. Como consecuencia de las defensas extensas en la zona de estudio, las olas registraron alturas de 0,1 a 0,9 m. En el Cuadro 2, se aprecia la distribución de Olas tipo Snell que se presenta en la zona de estudio adyacente.

Cuadro 2. Distribución de ola tipo Snell en la zona adyacente a la playa La Arenilla.

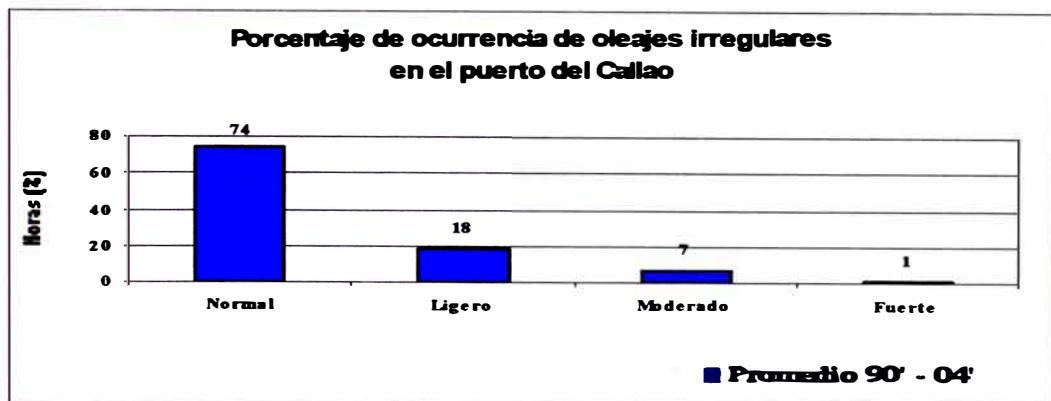
Distribución de Olas en la zona adyacente a la playa La Arenilla					
(10° - 15° SUR)					
Altura (m)	O (%)	SO (%)	S (%)	SE (%)	E (%)
<u>0,3 – 1,8</u>	<u>0,7</u>	<u>9,7</u>	<u>35,4</u>	<u>8,2</u>	<u>---</u>
<u>1,8 – 3,6</u>	<u>0,3</u>	<u>6,7</u>	<u>25,2</u>	<u>6,3</u>	<u>0,4</u>
<u>> 3,6</u>	<u>---</u>	<u>1,0</u>	<u>2,3</u>	<u>0,5</u>	<u>0,3</u>
<u>Total</u>	<u>1,0</u>	<u>17,4</u>	<u>62,9</u>	<u>15,0</u>	<u>0,7</u>

Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación.

4.1.3 Bravezas de mar

Para el puerto del Callao, observamos un máximo porcentaje de ocurrencia de bravezas u oleaje irregular de 26,0% (74,0% de condiciones normales) y de éstas el 67,0% son de oleaje irregular ligero, 29,0% de oleaje irregular moderado y 4,0% de oleaje irregular fuerte (Cuadro 3).

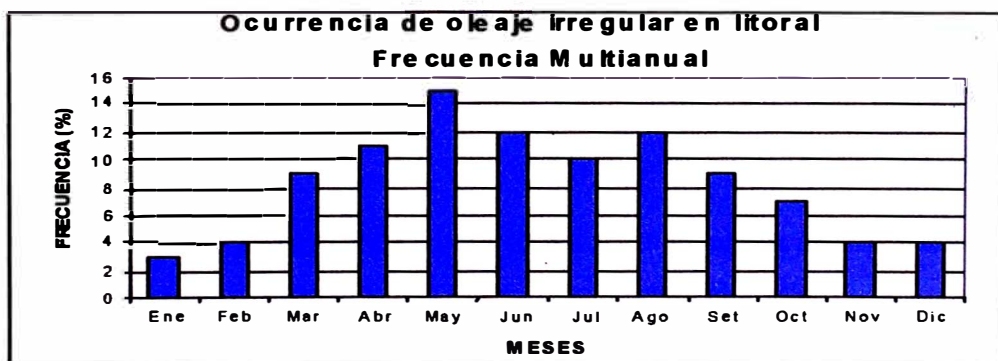
Cuadro 3. Porcentaje de ocurrencia de oleajes en el puerto del Callao.



Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación.

Los meses de mayor ocurrencia de bravezas en el litoral peruano son de Marzo a Setiembre con un máximo durante el mes de Mayo, debido al cambio de estación. En invierno la frecuencia de ocurrencia de bravezas es también alta (Cuadro 4).

Cuadro 4. Frecuencia multianual de ocurrencia de oleaje irregular en el litoral central de Perú.



Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación.

4.1.4 Mareas

Niveles de referencia mareográfica

En el Anexo N° 5, se muestran los diferentes niveles de referencia obtenidos y del mareógrafo de La Punta.

Nivel medio del mar

El nivel medio del mar corresponde a 1,08 m sobre el cero instrumental para la zona de estudio.

Nivel medio de sicigias ordinarias

Las mareas de sicigia, es decir aquellas que se presentan un día o dos, después de la luna nueva o llena, se presentaron de acuerdo al Cuadro 5.

Cuadro 5. Mareas de sicigias presentadas durante el estudio.

Fase de Luna Año 2005	Mareas de sicigia			
	Pleamar máxima registrada		Bajamar mínima registrada	
	Fecha	Altura	Fecha	Altura
Luna Llena 23 de Mayo y perigeo lunar 26 de Mayo	27 Mayo	1,52 m	26 Mayo	0,42 m
Luna Nueva 06 de Junio	06 Junio	1,49 m	06 Junio	0,68 m
Luna Llena 21 de Junio y perigeo lunar 23 de Junio	24 Junio	1,82 m	22 Junio	0,63 m

Fuente: Elaboración propia.

El NMBSO fue de 0,58 m y el NMPSO fue de 1,61 m para la zona de estudio.

Nivel medio de pleamares superiores y bajamares inferiores

El Nivel Medio de Pleamares Superiores (NMPS - HHW) fue de 1,48 m y el Nivel Medio de Bajamares Inferiores (NMBI - LLW), fue de 0,72 m para la zona de estudio.

Nivel de más baja y más alta marea

El nivel de más baja marea (NMBM), registrada ocurrió el día jueves 26 de Mayo, con una altura de 0,42 m y el nivel de más alta marea (NMAM), registrada ocurrió el día viernes 24 de Junio, con una altura de 1,82 m.

Nivel medio de pleamares y bajamares

El nivel medio de pleamares (NMP – HW) fue de 1,32 m y corresponde a la altura media de todas las pleamares registradas durante el período de observación. El nivel medio de bajamares (NMB – LW) fue de 0,83 m y corresponde a la altura media de todas las bajamares registradas durante el período de observación en la zona de estudio.

Amplitud de la marea

En el Anexo N° 6 se muestra los registros de marea obtenidos de la rada interior del puerto del Callao y de la estación mareográfica La Punta.

Amplitud media de la marea

La amplitud media de la marea (Mn) fue de 0,49 m.

Amplitud de la marea en sicigias

La amplitud de la marea de sicigias fue de 1,67 m.

4.1.5 Propiedades del agua de mar**Temperatura**

La distribución térmica superficial en zona interior de la playa La Arenilla, fluctuó entre 19,6 y 16,5°C, valores que corresponden a la estación 7 (Coliseo Municipal) y a la estación 2 (exterior del canal de ingreso Este); con un promedio de 18,3 °C, valor, que referido a la información multianual indicó un incremento de 3,3 °C. (Figura 25).

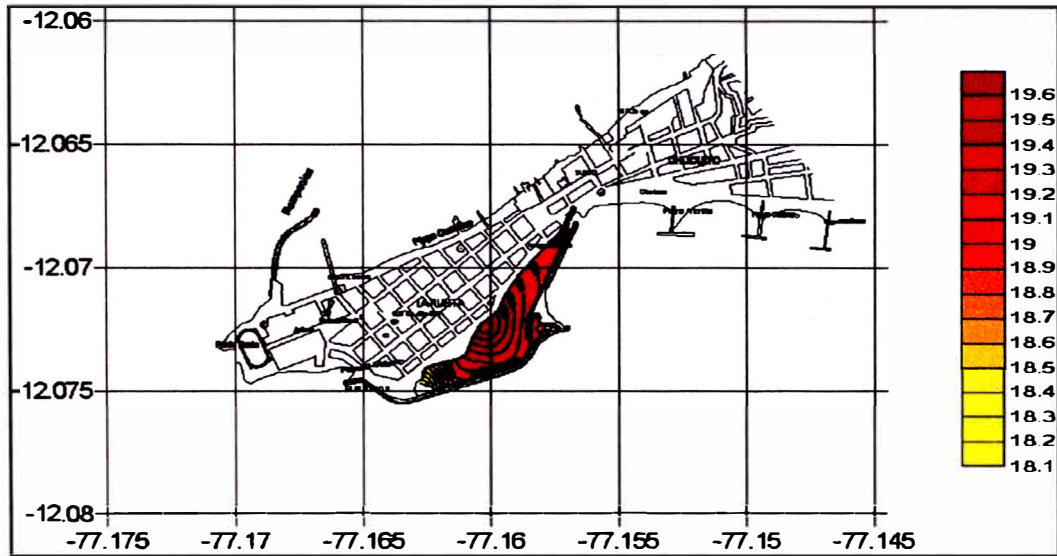


Figura 25. Distribución de la temperatura superficial (°C).

Salinidad

La distribución de la salinidad superficial en zona de la playa La Arenilla, fluctuó entre 35,000 ‰ y 34,810 ‰, valores que corresponden a la estación 1 (interior del canal Este) y a la estación 5 (exterior de la bocana central) respectivamente, con un promedio de 34,940 ‰, valores que son propios de la zona y la época. (Figura 26).

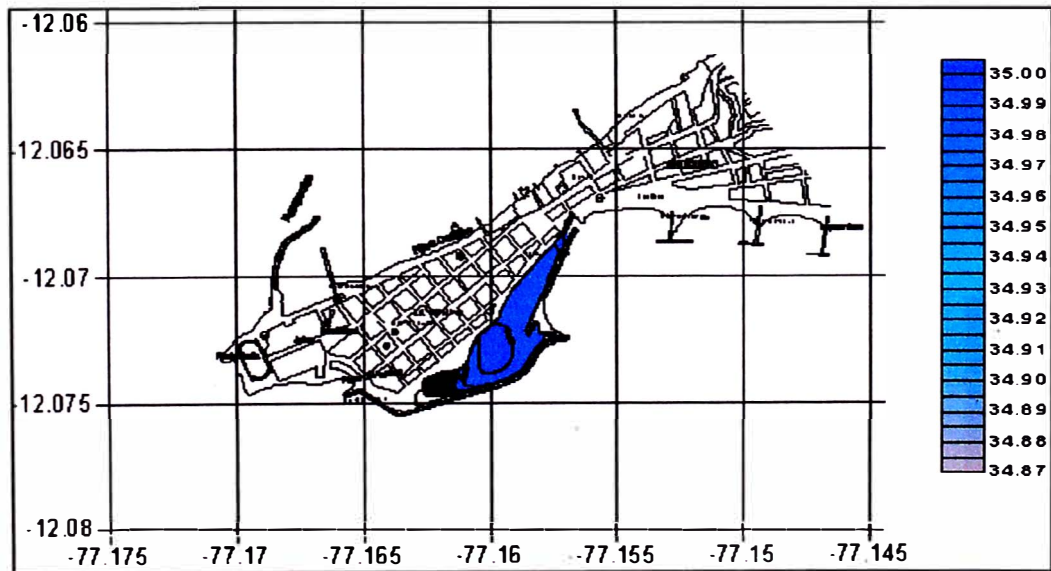


Figura 26. Distribución de la salinidad superficial (‰).

Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en la zona de la playa La Arenilla fluctuó entre 9,20 y 4,70 ml/l, valores que corresponden a la estación 7 (Coliseo municipal)) y a la estación 10 (interior del canal Oeste) respectivamente; con un promedio de 5,84 ml/l. (Figura 27).

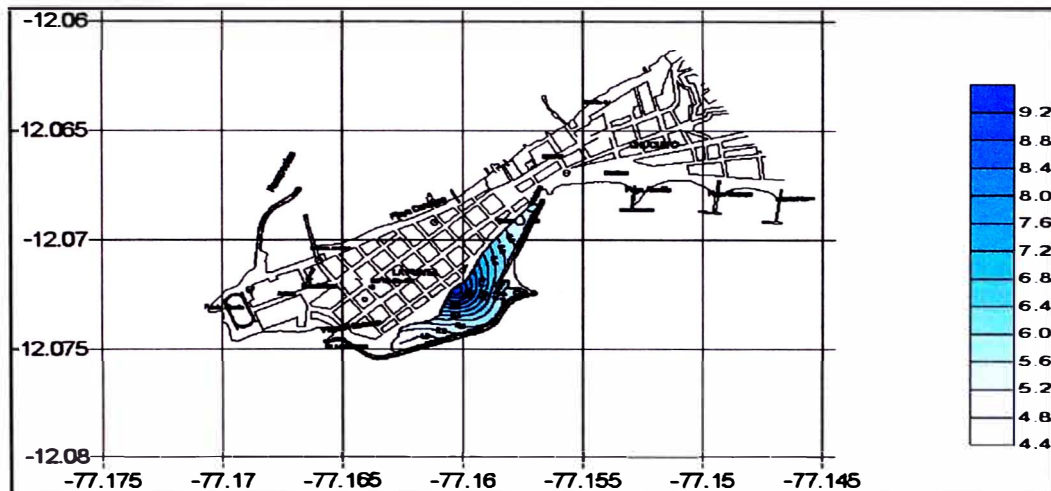


Figura 27. Distribución del oxígeno disuelto superficial (O₂).

Fosfatos

La concentración de fosfatos en la zona de la playa La Arenilla fluctuó entre 2,91 y 1,04 $\mu\text{g-at/l}$ (micro gramo – átomo/litro), valores que corresponden a la estación 10 (interior del canal Oeste) y a la estación 2 (exterior del canal de ingreso Este) respectivamente; con un promedio de 1,48 $\mu\text{g-at/l}$. (Figura 28).

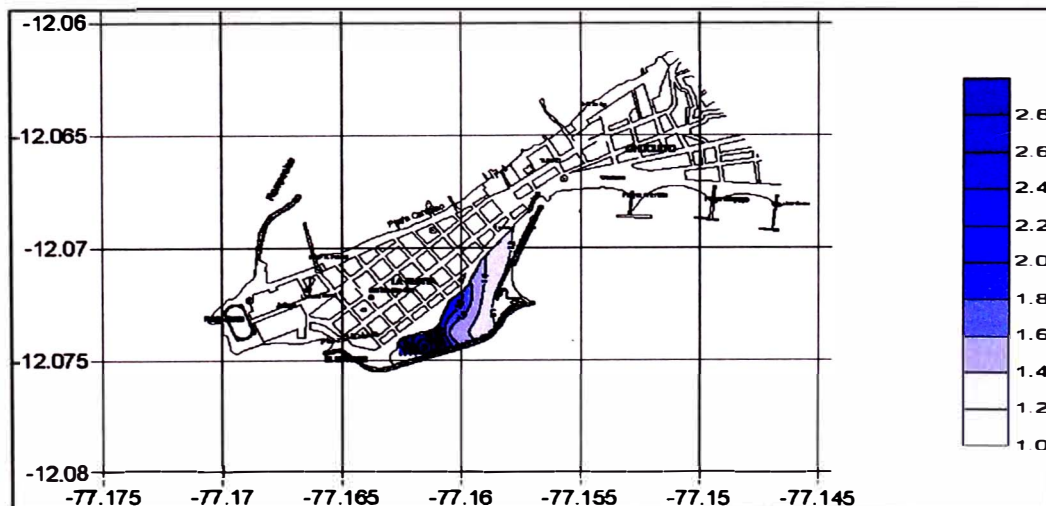


Figura 28. Distribución de fosfatos superficial ($\mu\text{g-at/l}$).

Silicatos

La concentración de silicatos en la zona de la playa La Arenilla fluctuó entre 66,29 y 15,32 $\mu\text{g-at/l}$, valores que corresponden a la estación 10 (interior del canal Oeste) y a la estación 3 (zona central de la playa) respectivamente; con un promedio de 28,18 $\mu\text{g-at/l}$. Así mismo, se registraron altas concentraciones en las estaciones 7 y 8, (Figura 29).

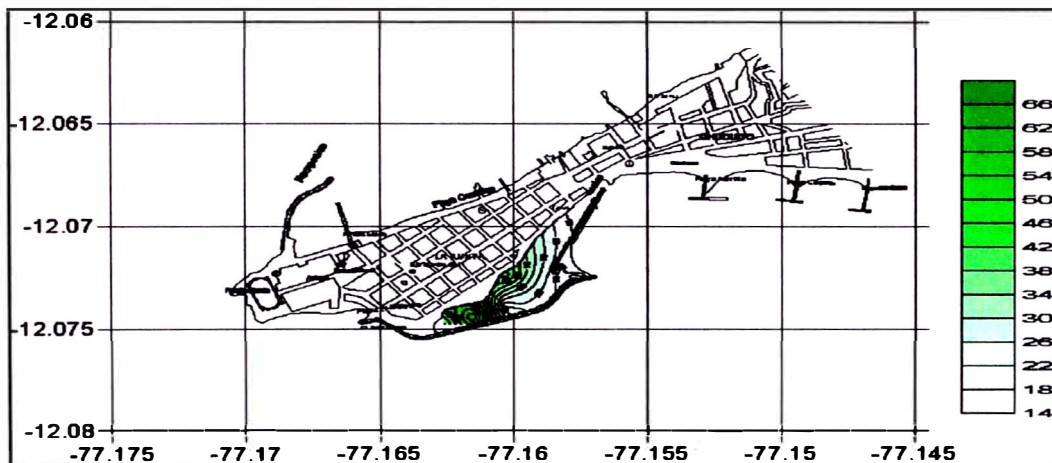


Figura 29. Distribución de silicatos superficial ($\mu\text{g-at/l}$).

Nitratos

La concentración de nitratos en la zona de la playa La Arenilla fluctuó entre 10,49 y 1,42 $\mu\text{g-at/l}$, valores que corresponden a la estación 8 (interior canal Oeste) y a la estación 7 (coliseo Municipal) respectivamente; con un promedio de 5,20 $\mu\text{g-at/l}$, (Figura 30).

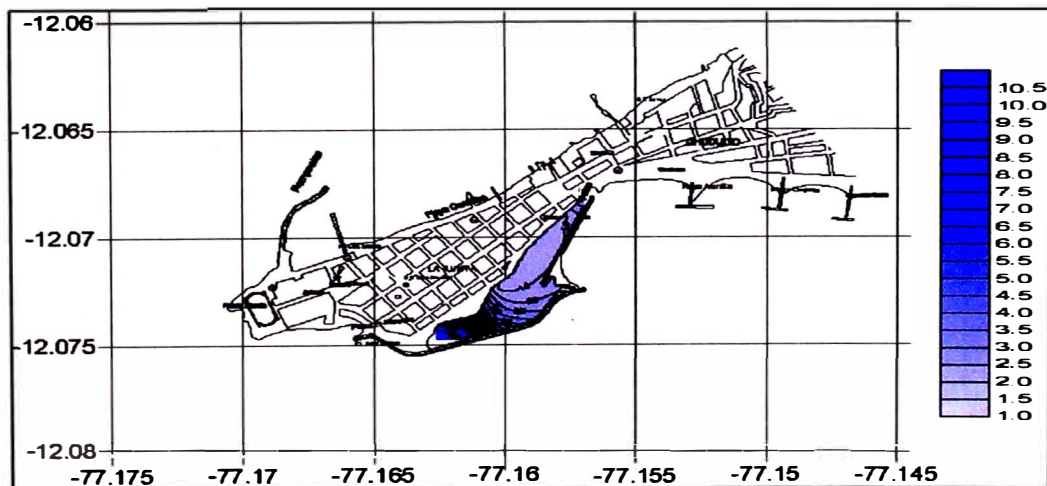


Figura 30. Distribución de nitratos superficial ($\mu\text{g-at/l}$).

Nitritos

La concentración de nitritos en la zona de la playa La Arenilla fluctuó entre 0,93 y 0,18 $\mu\text{g-at/l}$, valores que corresponden a la estación 7 (coliseo Municipal) y a la estación 3 (zona central de la playa) respectivamente; con un promedio de 0,44 $\mu\text{g-at/l}$, (Figura 31).

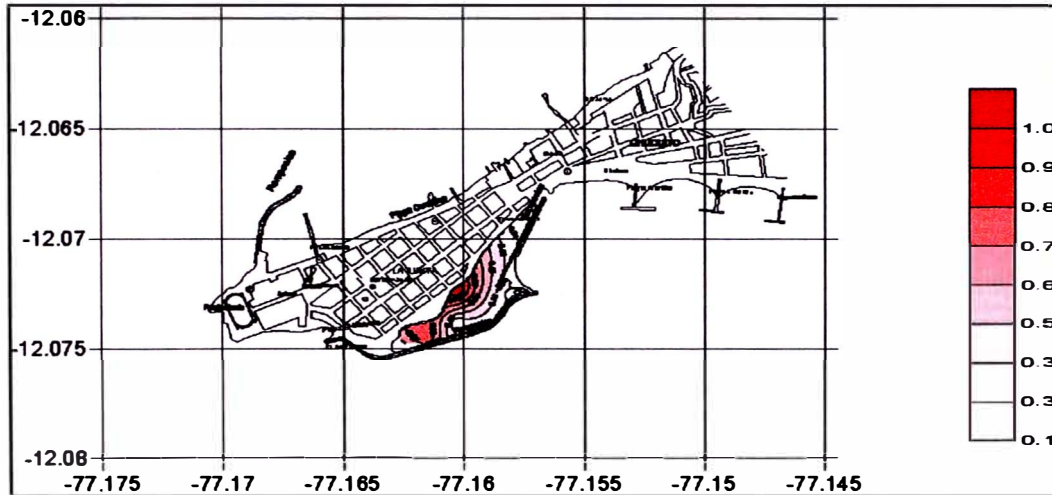


Figura 31. Distribución del nitrito superficial ($\mu\text{g-at/l}$).

Sulfuro de hidrógeno

La concentración de sulfuro de hidrógeno en la zona de la playa La Arenilla fluctuó entre 3,55 y 1,07 $\mu\text{g-at/l}$, valores que corresponden a la estación 10 (interior canal Oeste – coliseo municipal) y a la estación 2 (exterior del canal Este) respectivamente; con un promedio de 2,91 $\mu\text{g-at/l}$, (Figura 32).

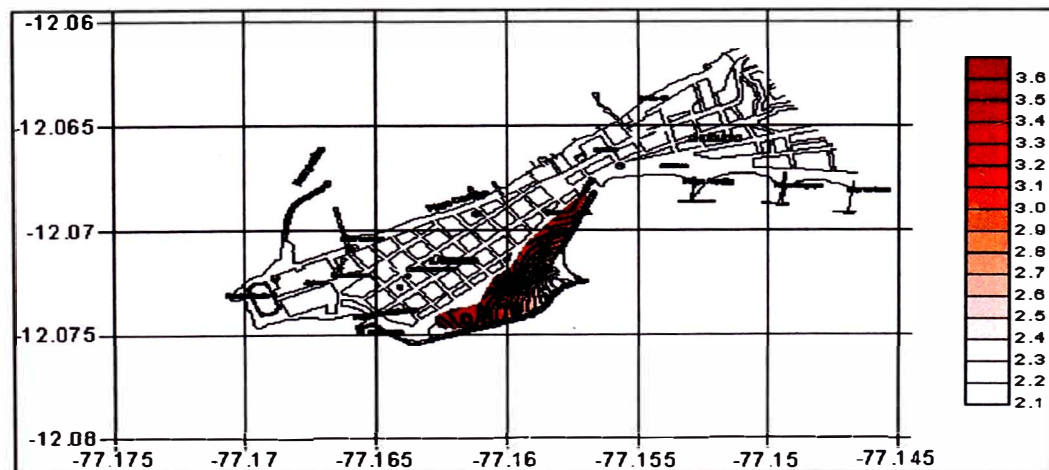


Figura 32. Distribución del sulfuro de hidrógeno ($\mu\text{g-at/l}$).

Demanda bioquímica de oxígeno

La concentración de DBO₅ en la zona de la playa La Arenilla fluctuó entre 5,82 y 1,72 mg/l, valores que corresponden a la estación 3 (zona central de la playa) y a la estación 9 (exterior del canal Oeste) respectivamente; con un promedio de 4,26 mg/l, (Figura 33).

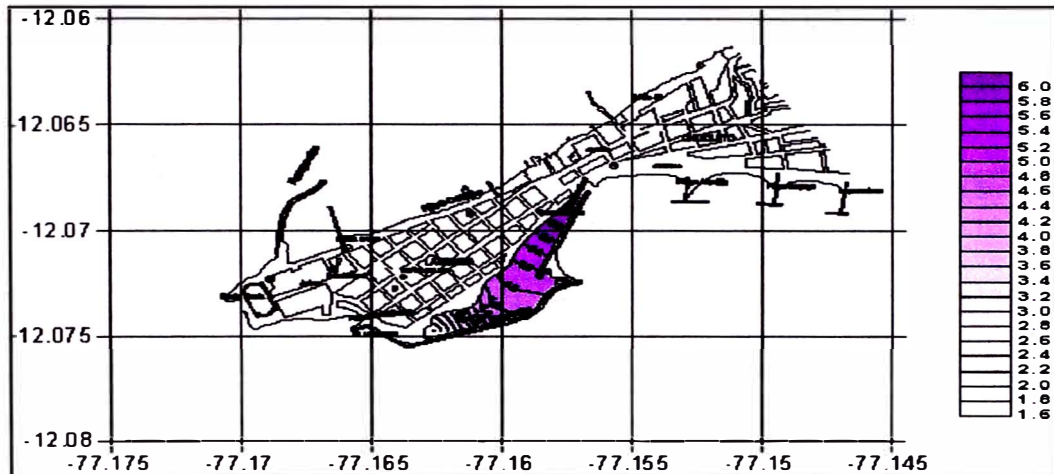


Figura 33. Distribución de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/l).

Potencial de iones hidronio

La concentración de pH en la zona de la playa La Arenilla fluctuó entre 8,62 y 8,10, valores que corresponden a la estación 5 (exterior del canal central) y a la estación 1 (interior del canal Este) respectivamente; con un promedio de 8,34. Es preciso indicar que los valores registrados son elevados y oscilaron en un rango muy estrecho (Figura 34).

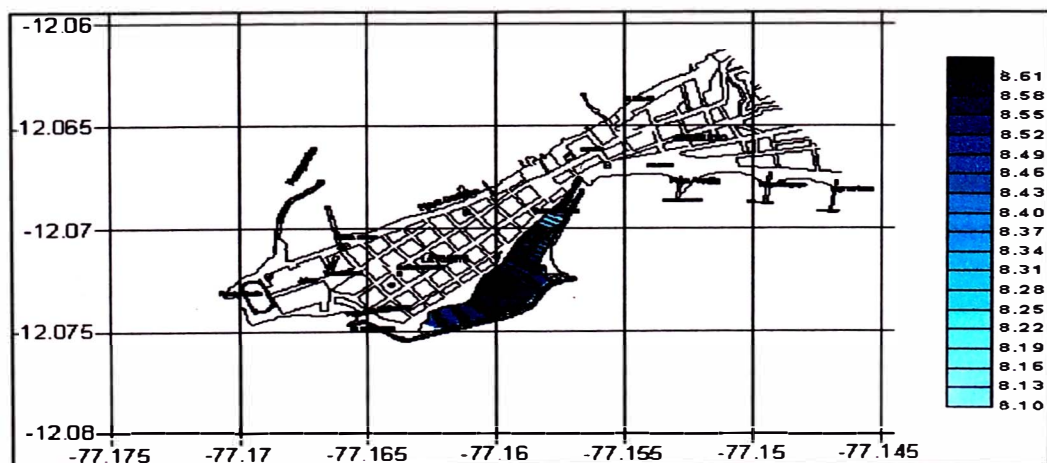


Figura 34. Distribución de la concentración de potencial de iones hidronio.

En el Cuadro 6, se indica el resumen general de los parámetros del agua de mar, encontrados en las estaciones de muestreo:

Cuadro 6. Características de los parámetros del agua de mar.

Estac.	Temp. (° C)	O ₂ (ml/l)	Sal. ‰	PO ₄ (µg-at/l)	SiO ₃ (µg-at/l)	NO ₂ (µg-at/l)	NO ₃ (µg-at/l)	H ₂ S (µg-at/l)	DBO ₅ (mg/l)	pH
1	19,0	6,30	35,00	1,12	17,27	0,29	3,22	3,45	5,78	8,10
2	16,5	—	34,95	1,04	18,20	0,44	5,99	1,07	4,35	8,15
3	18,9	5,05	34,99	1,18	15,32	0,18	1,47	3,55	5,82	8,15
4	18,9	5,50	34,99	1,04	16,34	0,25	1,88	2,14	4,87	8,54
5	17,0	5,50	34,81	1,20	22,00	0,46	7,27	2,79	4,24	8,14
6	19,1	5,70	34,99	1,43	20,42	0,28	3,47	3,09	4,56	8,56
7	19,6	9,20	34,99	1,96	47,02	0,93	1,42	3,50	4,76	8,62
8	18,1	4,80	34,88	1,74	41,46	0,52	10,49	3,10	2,78	8,47
9	17,1	—	34,87	1,17	17,46	0,32	6,91	2,89	1,72	8,12
10	18,9	4,70	34,98	2,91	66,29	0,75	9,91	3,55	3,67	8,51
Prom.	18,3	5,84	34,94	1,48	28,18	0,44	5,20	2,91	4,26	8,34

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6 Granulometría del fondo marino

Las muestras de sedimento en la playa La Arenilla, correspondientes a las estaciones 1 (cerca a la Unidad Policial) y 5 (ingreso central a la playa) estuvieron conformadas por arena de tipo medio y grueso y grava (desde 3/8 hasta 1 ½ de pulgada de diámetro).

En las estaciones 8 y 10 las muestras de sedimento estuvieron constituidas en más del 95,0% por material arenoso pobremente gradado, acompañado por limo en pequeña proporción.

Las muestras de las estaciones 4, 6 y 7 ubicados entre el coliseo Municipal y el ingreso obstruido de la playa La Arenilla, estuvieron constituidas por limo, arena y arcilla, en este caso de aspecto fangoso con fuerte olor fétido, atribuido a la presencia de algas en descomposición.

En general las muestras son de textura mayormente gruesa constituidas por grava, arena gruesa y media, acompañan en menor proporción material como limo y arcilla.

La Composición granulométrica de las muestras se presenta en el Cuadro 7 y la distribución granulométrica de cada estación se presenta en el Anexo N° 7.

Cuadro 7. Composición granulométrica del sedimento del fondo superficial marino de la playa La Arenilla.

Est.	Muestra N°	Grava	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Descripción (FOLK)
1	E - 01	76,45	23,22	0,13	-	Grava arenosa
4	E - 04	-	18,56	67,30	14,14	Limo arenoso - arcilloso
5	E - 05	59,48	40,49	0,03	-	Grava arenosa
6	E - 06	-	5,90	77,02	17,08	Limo arcilloso - arenoso
7	E - 07	-	8,49	75,03	16,48	Limo arcilloso -arenoso
8	E - 08	-	94,11	4,59	-	Arenosa
10	E - 10	-	95,73	4,28	-	Arenosa

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Meteorología marina

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de los principales parámetros meteorológicos (temperatura del aire, temperatura máxima del aire, temperatura mínima del aire, presión atmosférica, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento prevaleciente y máximo) registrados por la estación meteorológica de Chucuito - Callao, es preciso señalar que se han considerado los datos de la estación meteorológica debido a la proximidad de la zona de estudio, tal como se puede apreciar en la Figura 35.

Cuadro 8. Promedio mensual multianual de la estación meteorológica Chucuito – Callao (1978 – 2005).

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Temperatura del Aire (°C)	21,4	22,1	21,7	20,3	18,7	17,7	16,9	16,6	16,7	17,5	18,7	20,2
Temperatura Máxima Media (°C)	24,0	24,8	24,5	23,0	21,1	19,6	18,9	18,6	18,9	20,1	21,3	22,9
Temperatura Mínima Media (°C)	19,7	20,3	20,0	18,7	17,3	16,4	15,7	15,4	15,3	16,0	17,1	18,6
Presión Atmosférica (mb)	1012,4	1011,7	1011,6	1012,4	1013,7	1014,7	1015,3	1015,3	1015,0	1014,6	1013,9	1013,0
Humedad Relativa (%)	89	89	89	89	89	87	87	87	88	87	87	88
Precipitación	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,3	0,4	0,1	0,1	0,2
Viento Prevaleciente (dir-vel-nudos)	S/5,0	S/5,0	S/5,1	S/4,9	S/4,6	S/4,2	S/4,5	S/4,7	S/4,9	S/4,9	S/4,9	S/4,9
Viento máximo (dir-vel-nudos)	170/15	180/15	170/15	170/15	180/18	180/16	180/18	170/18	120/18	170/15	140/15	140/16

Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación.



Figura 35. Ubicación de la estación meteorológica Chuchito - Callao

4.3 Hidrografía

4.3.1 Geodesia y topografía

Control horizontal

Después del reconocimiento del área de levantamiento, se determinó la conveniencia de establecer un punto principal y 2 estaciones auxiliares, para ser usados en los trabajos de posicionamiento y en el levantamiento planimétrico del perfil de costa.

Reconocimiento del punto base

Consistió en el mantenimiento, actualización de sus descripciones y tomas fotográficas en diferentes ángulos, fue utilizado como punto de partida para la ubicación de los puntos de apoyo al levantamiento hidrográfico (Cuadro 9).

Cuadro 9. Estación Base: HIDRO; Datum WGS-84

Punto	Latitud	Longitud	Norte	Este	Elev.
HIDRO	12° 03'54,39827"S	77° 09'21,54650" W	8665323,249	265307,007	22,909

Fuente: Elaboración propia.

Desde este Punto se efectuó la grabación y ubicación del Punto "HIDRO", el cual fue tomado como base para el presente levantamiento hidrográfico.

Posicionamiento de las estaciones auxiliares

Se ubicaron 4 estaciones auxiliares en la zona de estudio, siguiendo las normas recomendadas por la IHO, que consiste en el rastreo de satélites por 2 horas para cada estación remota, luego la información de campo fue procesada aplicando el programa Trimble Geomatic Office (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estaciones auxiliares: A-1, A-2, A-3, A-4; Datum WGS-84

Punto	Latitud	Longitud	Norte	Este	Elev.
A - 1	12° 04'03,912" S	77° 09'23,428" W	8,665,323,249	265,307,007	2,60
A - 2	12° 04'04,867" S	77° 09'26,219" W	8,665,000,000	265,168,181	2,50
A - 3	12° 04'24,056" S	77° 09'39,150" W	8,664,407,479	264,781,673	1,70
A - 4	12° 04'30,760" S	77° 09'46,896" W	8,664,199,570	264,548,989	5,20

Fuente: Elaboración propia

Planimetría

Se efectuó el levantamiento planimétrico de la playa La Arenilla, con la finalidad de conocer las diferentes características del terreno. El sistema de posicionamiento empleado fue por el método de caminamiento con la Estación Total GPS TRIMBLE - 5700 Modo estático rápido (Anexo N° 8).

4.3.2 Levantamiento batimétrico

Medición de profundidades

Para el registro de las profundidades en la zona de estudio se empleó la ecosonda hidrográfica RAYTHEON DE 719 E, sistema mono haz, de registro continuo, la cual se instaló a bordo de una embarcación tipo Zodiac, finalmente el equipo fue interfazado al software Hypack.

Espaciamiento entre líneas de sondajes

Las líneas principales del levantamiento hidrográfico se efectuaron siguiendo líneas perpendiculares a la costa con una separación de 20 m y las líneas de verificación de 100 m.

Posicionamiento de los sondajes

Se utilizó el sistema de posicionamiento DGPS OMNISTAR, sub-métrico en tiempo real, la información fue grabada y procesada a través del software Hypack Max.

Nivel de Reducción

Los sondajes están referidos al NMBSO que representa al nivel de reducción de sondajes – NRS, es decir, al Nivel de referencia de las cartas náuticas.

Durante el levantamiento se establecieron 2 tipos de correcciones: por inmersión del transducer respecto a la altura del equipo instalado y por variación horaria de las mareas, datos considerados de la Tabla de Mareas del 2005. Los resultados del levantamiento hidrográfico se encuentran procesados e impresos en la carta batimétrica de la playa La Arenilla (Anexo N° 8).

4.4 Biología marina

4.4.1 Producción primaria

Se identificaron 26 especies fitoplanctónicas en la playa La Arenilla, de las cuales 14 fueron diatomeas, 3 dignoflagelados, 1 sílicoflagelados, 2 fitoflagelados, 2 ciliados y 4 tintinidos. En toda el área de estudio predominaron las diatomeas *Navicula sp* y la *Nitzchia closterium*.

En general, la mayor diversidad de fitoplancton en la playa La Arenilla se presentó en el área del canal de ingreso Este; mientras que las mayores concentraciones de fitoplancton se presentaron en el área central de la playa La Arenilla (Anexo N° 9).

4.4.2 Producción secundaria

Se identificaron 10 grupos de organismos zooplanctónicos, entre los cuales predominaron los copépodos y los anfípodos.

La distribución de zooplancton presentó variaciones, destacando en la zona central la presencia de huevos de crustáceos, nemátodos y tanaidáceos, mientras que en las inmediaciones del canal de ingreso Este predominaron larvas de poliquetos y huevos de crustáceos; y hacia el canal de ingreso Oeste, se encontraron larvas de cirrípedos y poliquetos (Anexo N° 10).

4.4.3 Macro fauna bentónica

Se identificaron 24 unidades taxonómicas, entre crustáceos, moluscos, equinodermos y anélidos. Los grupos de mayor abundancia fueron: anfípodos, nemertinos, ofiuroideos, oligoquetos y poliquetos, los cuales se ubicaron en la zona central de la playa La Arenilla.

Entre los crustáceos predominaron los anfípodos gamarideos. Asimismo se encontraron en la zona central los tanaidáceos, pequeños crustáceos propios de fondos de aguas litorales. Se identificaron los nemertinos, propios de aguas someras en fondos blandos, son predadores de otros invertebrados.

En el grupo de los echinodermatas, se observó los ofiuroideos, equinodermos pequeños que habitan en fondos blandos. Los nemátodos se identificaron en los espacios intersticiales de los lechos de algas y especialmente en los sedimentos acuáticos.

En el grupo de los anélidos “gusanos de mar” se encontraron poliquetos y oligoquetos. Entre los poliquetos destacó el grupo de los *Branchi CAPITELLA sp.*, *DORVILLETA articulata*, los cuales estuvieron presentes en todas las estaciones.

En el Anexo 11 se describen las 12 unidades taxonómicas encontradas en la zona de estudio.

4.4.4 Algas macroscópicas

Se identificaron 7 especies de algas, predominando la *Ulva lactuca* “lechuga de mar” perteneciente al grupo de las Chlorophyta o algas verdes. Las 4 especies restantes se encontraron en menor proporción y pertenecen al grupo de las *Ectocarpus sp*, *Gracilaria lemaneiformis* “pelillo”, *Polysiphonia confusa*, *Polysiphonia paniculada*, *Gymnogongrus furcellatus* y *Prionitis decipens*.

Así mismo, se encontró en la zona de estudio, la *Rupia marítima* conocida como “gras marino”, fanerograma que también predomina en gran parte de la playa La Arenilla, conjuntamente con la *Ulva lactuca*.

En el Anexo 12 se describe las 5 especies de algas macroscópicas encontradas en la zona de estudio.

4.4.5 Peces

Se identificaron 38 especies de peces, principalmente en sus fases juveniles, predominando en la zona de estudio la *Mugil cephalus* “lisa”, característica de fondos arenosos y areno-fangosos ricos en restos orgánicos y diatomeas. Los ejemplares capturados fueron juveniles de 4 a 15 cm de longitud, con una moda de 9 cm y media de 8 cm. En el sector Este de la playa La Arenilla se observaron ejemplares hasta de 25 cm de longitud. En el análisis del contenido estomacal se encontró principalmente *Ulva lactuca*, anfipodos y detritus orgánico.

Otras especies que se encontraron en menor proporción fueron: *Ethmidium maculatum* “machete”, *Stellifer minor* “mojarrilla”, *Sardinops sagax* “sardina” y *Sygnathus acicularis* “agujilla”. Así mismo, se identificaron en los muestreos de pesca, especies de crustáceos, moluscos y equinodermos.

En el anexo 13 se describen las 38 especies de peces, crustáceos, moluscos y equinodermos encontradas en la zona de estudio.

4.4.6 Avifauna marina – costera

Se identificaron 38 especies de aves en la playa La Arenilla, de las cuales 26 son migratorias ya sea neártica (del norte), andina o del sur de Sudamérica.

La especie más dominante fue *Larus pipixcan* “Gaviota de Franklin”, llegando a constituir el 66% del total de aves observadas, es sumamente abundante en el verano. La especie que sigue en dominancia es *Larus cirrocephalus* “gaviota de capucha gris”, la cual incrementa su población cuando la gaviota de Franklin ha migrado.

En el Anexo 14 se describen las 38 especies de aves marinas que desarrollan sus actividades en la playa La Arenilla.

4.4.7 Análisis microbiológico

En el Cuadro 11 se presentan los resultados de los análisis de agua de mar en la playa La Arenilla efectuados por la DIGESA, en el marco de su programa de monitoreo de calidad de playas de Lima, según la concentración de coliformes termotolerantes en el Callao durante Enero 2004 a Diciembre 2005. Los números en color rojo, indican valores registrados en la zona de estudio que han sobrepasado el Limite Máximo Permisible, según la Ley General de Aguas para la clase IV: Aguas de zonas recreativas de contacto Primario, es decir, baños y similares.

Así mismo, se efectuó un muestreo de indicadores de contaminación fecal, en la zona interior de la playa La Arenilla encontrando valores entre 30 y 2,300 NMP/ 100 ml, los mayores valores se ubicaron en la zona cercana al coliseo Municipal.

Cuadro 11. Concentración de coliformes termotolerantes en la playa La Arenilla Enero 2004 – Diciembre 2005.

PLAYAS	AÑO	ENERO					FEBRERO					MARZO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Guilligan Mar Afuera	2004	93	93	43	43	460	2400	1100	93	240	460	150	1100	93	
	2005	<2	4	140	<2	>1600	500	500	500			17		1600	
Guilligan Poza	2004	1100	1100	2400	240	3	240	2400	9	3	3	3	4	3	
	2005	<2	240	270	1100	40	300	2400	800			50		330	
Arenilla	2004	240	460	23	23	75	43	93	43	93	460	210	43	43	
	2005	9	23	210	2800	9000	1700	5000	210	30	14	110	1600	1600	

PLAYAS	AÑO	ABRIL			MAYO			JUNIO		JULIO		AGOSTO	
		14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
Guilligan Mar Afuera	2004	93	1100		210	2400		15			43	2400	3
	2005		14	17	1600	30	240						
Guilligan Poza	2004	93	1100		93			9			15	2400	240
	2005			2	14	11		130	140	50	220	>1600	900
Arenilla	2004							9			75	2400	43
	2005	14	>1600	1600	80	9	80	<2	90	1600	1600	1600	8

PLAYAS	AÑO	SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		36	38	40	42	45	46	47	48	49	50	51	52
Guilligan Mar Afuera	2004	3	4		3	93	3	3	4	3	240	43	240
	2005												
Guilligan Poza	2004	240	2400		15	2400	2400	2400	4	460	43	43	430
	2005	50	17	170	30	50	70	18	2	8	130	2400	30
Arenilla	2004	43	43		3	23	75	3	4	43	93	2400	430
	2005	70	2	220	110	50	1600	90	2	2	17	20	50

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental.

4.5 Participación ciudadana

4.5.1 Propiedades métricas de la encuesta sobre actitudes de los habitantes con respecto a la playa La Arenilla.

Confiabilidad

Según el coeficiente Alfa de Cronbach, el resultado para la escala total, fue de 0,64. Los valores alpha obtenidos para cada variable (calidad del agua, información y educación ambiental, gestión ambiental, infraestructuras y servicios; y seguridad, servicios e instalaciones) son superiores al valor crítico de 0,30; por tanto, se puede concluir que el instrumento es confiable (Cuadro 12).

Cuadro 12. Estimaciones de confiabilidad mediante el coeficiente Alpha de Cronbach.

Dimensiones	N° de ítems	Alpha
Variable 1	2	0,3544
Variable 2	4	0,5534
Variable 3	5	0,3569
Variable 4	5	0,5264
Escala total	16	0,6378

Fuente: Elaboración propia.

Validez

En el Cuadro 13, se observa que los Coeficientes de Correlación de Pearson (r) son altamente significativos ($p < 0,01$) para casi todos los ítems, excepto para los ítems 2, 9 y 16 donde no se obtuvo correlaciones significativas al nivel de 0,05. En conclusión, estos valores confirman que la escala de actitudes respecto a la playa La Arenilla presenta validez de constructo.

Cuadro 13. Análisis de ítems para la escala de actitudes respecto a la playa (Coeficiente de Correlación de Pearson).

Ítems	r	p	ítems	r	p
1	0,286**	0,001	9	-0,039	0,343
2	-0,055	0,282	10	0,391**	0,000
3	0,335**	0,000	11	0,320**	0,000
4	0,333**	0,000	12	0,186*	0,025
5	0,430**	0,000	13	0,420**	0,000
6	0,284**	0,001	14	0,482**	0,000
7	0,388**	0,000	15	0,268**	0,002
8	0,344**	0,000	16	0,028	0,368

** La correlación es significativa al nivel 0,001
* La correlación es significativa al nivel 0,05.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Determinación de la muestra

En base a la información del Instituto Nacional de Estadística e Informática, se estableció que el universo poblacional del distrito de La Punta - Callao entre 18 a 65 años de edad, esta conformado por 5026 habitantes, según se muestra en la Cuadro 14.

En el Cuadro 14, se muestra el universo poblacional del distrito de La Punta, según el género.

Cuadro 14. Universo poblacional del distrito de La Punta - Callao.

Distrito	Hombres	Mujeres	Total
La Punta	3208	1818	5026
Total	3208	1818	5026

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Infomática.

Los resultados para la determinación del tamaño de la muestra, a través de la pregunta filtro: ¿Considera Ud. que la playa La Arenilla, también llamada la poza La Arenilla, presenta problemas ambientales que afectan la calidad de vida de las personas que habitan en el distrito de La Punta?, fueron los siguientes:

- Porcentaje de "Sí": 92,0 % (Evento favorable)
- Porcentaje de "No": 8,0 % (Evento no favorable)

Después de efectuados los cálculos respectivos con la fórmula de población finita, se determinó que la muestra para el presente trabajo de investigación corresponde a 111 habitantes del distrito de La Punta - Callao.

Es preciso indicar que este dato obtenido fue corroborado con el empleo de las tablas de Fischer, Colton y Arking las cuales dieron resultados similares.

4.5.3 Actitudes de los habitantes de La Punta con respecto a la playa La Arenilla

Calidad del agua de mar

Los habitantes de La Punta mostraron las siguientes actitudes con respecto a la variable 1: Calidad del agua de mar de la playa La Arenilla, según se muestran en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Variable 1: Calidad de agua de mar en la playa La Arenilla.

Descripción	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Calidad de agua de mar en la playa La Arenilla:	Muy mala	22	19,8
	Mala	60	54,1
	Regular	27	24,3
	Buena	2	1,8
	Total	111	100,0
Existe vegetación acuática que puede acumularse, pudrirse y causar malos olores en la playa:	No	5	4,5
	Si	106	95,5
	Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Información y educación ambiental

Los habitantes de La Punta mostraron las siguientes actitudes con respecto a la variable 2: Información y educación ambiental de la playa La Arenilla, según se muestran en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Variable 2: Información y educación ambiental.

Descripción	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
La Municipalidad difunde información actualizada sobre la calidad del agua en la playa:	No	47	42,3
	Si	64	57,7
	Total	111	100,0
La Municipalidad difunde sobre espacios naturales y especies protegidas:	No	36	32,4
	Si	75	67,6
	Total	111	100,0
La Municipalidad promueve actividades de educación ambiental:	No	57	51,4
	Si	54	48,6
	Total	111	100,0
La playa La Arenilla es considerada una zona:	Área arqueológica	2	1,8
	Atractivo turístico	9	8,1
	Zona de pesca	29	26,1
	Área natural protegida	15	13,5
	Área actividades deportivas	33	29,7
	Playa de veraneo	23	20,7
	Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Gestión ambiental, infraestructura y servicios

Los habitantes de La Punta mostraron las siguientes actitudes con respecto a la variable 3: Gestión ambiental, infraestructura y servicios de la playa, según se muestra en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Variable 3: Gestión ambiental, infraestructura y servicios.

Descripción	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
La Municipalidad posee papeleras en la zona de la playa:	No	31	27,9
	Si	80	72,1
	Total	111	100,0
Durante la temporada de verano la limpieza es regular en la playa:	No	31	27,9
	Si	80	72,1
	Total	111	100,0
La actividad más eficaz de sensibilización para proteger y conservar la playa La Arenilla, es:	Sanciones	19	17,1
	Gestión Municipal	27	24,3
	Información	50	45,0
	Formación	15	13,5
	Total	111	100,0
El elemento más importante para un proceso participativo de desarrollo local exitoso, es:	Recursos	24	21,6
	Planificación	21	18,9
	Voluntad Política	24	21,6
	Movilización ciudadana	42	37,8
	Total	111	100,0
El modo de participación en la movilización ciudadana para contribuir con la gestión ambiental de la playa es:	No participaría	5	4,5
	Aporte económico	8	7,2
	Juntas vecinales	43	38,7
	Comité de Vigilancia Ambiental Vecinal	55	49,5
	Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Seguridad, servicios e instalaciones

Los habitantes de La Punta mostraron las siguientes actitudes con respecto a la variable 4: Seguridad, servicios e instalaciones de la playa La Arenilla, según se muestra en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Variable 4: Seguridad, servicios e instalaciones.

Descripción	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Existen accesos fáciles y seguros para llegar a la playa:	No	11	9,9
	Si	100	90,1
	Total	111	100,0
Existen sanitarios adecuados y limpios para uso en la playa:	No	78	70,3
	Si	33	29,7
	Total	111	100,0
Existe presencia de salvavidas en la playa durante el verano:	No	75	67,6
	Si	36	32,4
	Total	111	100,0
Existe prohibición y control de animales domésticos en la playa:	No	53	47,7
	Si	58	52,3
	Total	111	100,0
La apariencia y mantenimiento de las casas y edificios en el entorno de la playa es aceptable:	No	25	22,5
	Si	86	77,5
	Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4 Actitudes de los habitantes de La Punta con respecto a la playa La Arenilla, según las variables sociodemográficas

Para establecer las actitudes de los habitantes de La Punta con respecto a la playa La Arenilla, según las variables demográficas, se empleó la prueba "t de student" y la prueba de "Análisis de Varianza" (Anova) para efectuar las comparaciones respectivas y establecer las diferencias significativas para cada ítem analizado. Cuadro 19.

Cuadro 19. Comparación de medias de las variables sociodemográficas, según la prueba "t de student".

Variable Sociodemográfica		N	Media	DS	Prueba t		
					t	gl	P
Sexo	Masculino	51	21,65	2,674	-0,896	109	0,372
	Femenino	60	22,12	2,817			
Situación laboral	Con empleo	67	21,33	2,543	-3,148	107	0,002
	Sin empleo	42	22,93	2,645			
Distrito de residencia	La Punta	68	21,88	2,519	-0,173	108	0,863
	Otro Distrito	42	21,98	2,135			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 20. Comparación de medias de las variables sociodemográficas, según la prueba "Análisis de Varianza".

Variable Sociodemográfica		N	Media	DS	Anova		
					F	gl	P
Edad	18 a 36	32	21,38	1,913	2,543	107	0,060
	27 a 39	28	22,89	3,155			
	40 a 52	27	21,15	2,811			
	53 a 65	24	22,29	2,866			
	Total	111	21,90	2,750			
Tipo de Playa	Cantolao	46	21,17	2,678	7,354	95	0,001
	La Arenilla	8	24,50	1,690			
	Otra Playa	44	22,41	2,316			
	Total	98	22,00	2,612			
Playa concurrída por habitantes de La Punta	Cantolao	29	20,97	2,692	8,525	2	0,001
	La Arenilla	7	24,86	1,464			
	Otra Playa	25	22,12	1,856			
	Total	61	21,89	2,537			
Playa concurrída por visitantes de otros distritos	Cantolao	16	21,63	2,754	0,761	2	0,475
	La Arenilla	1	22,00				
	Otra Playa	19	22,79	2,820			
	Total	36	22,25	2,771			

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Modelamiento Numérico

4.6.1 Modelo Numérico UNIBEST

Las áreas 01 y 03 son las más afectadas por el transporte de sedimentos; mientras que en el área 02 es mínimo. Figuras 36 a la 39.

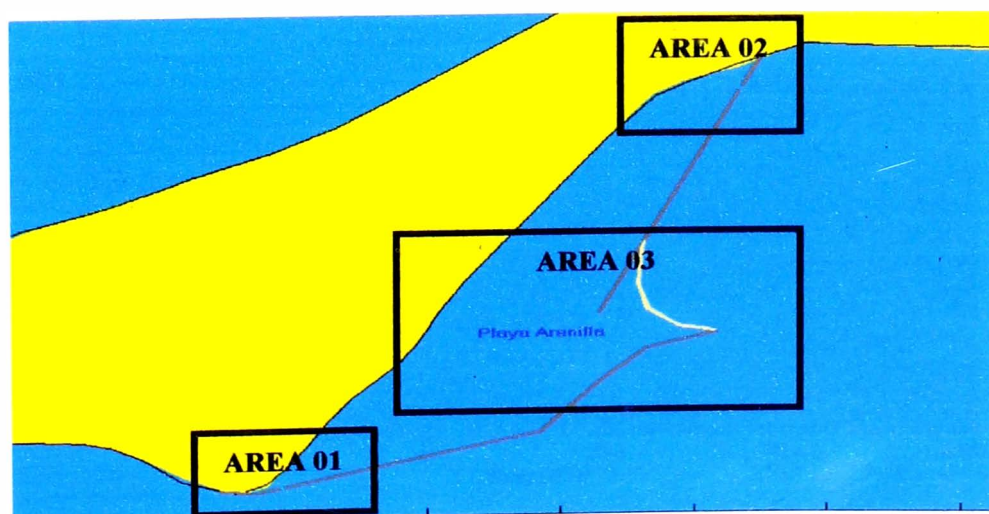


Figura 36. Evolución de la línea de costa después de un año para la playa la arenilla.

AREA 01

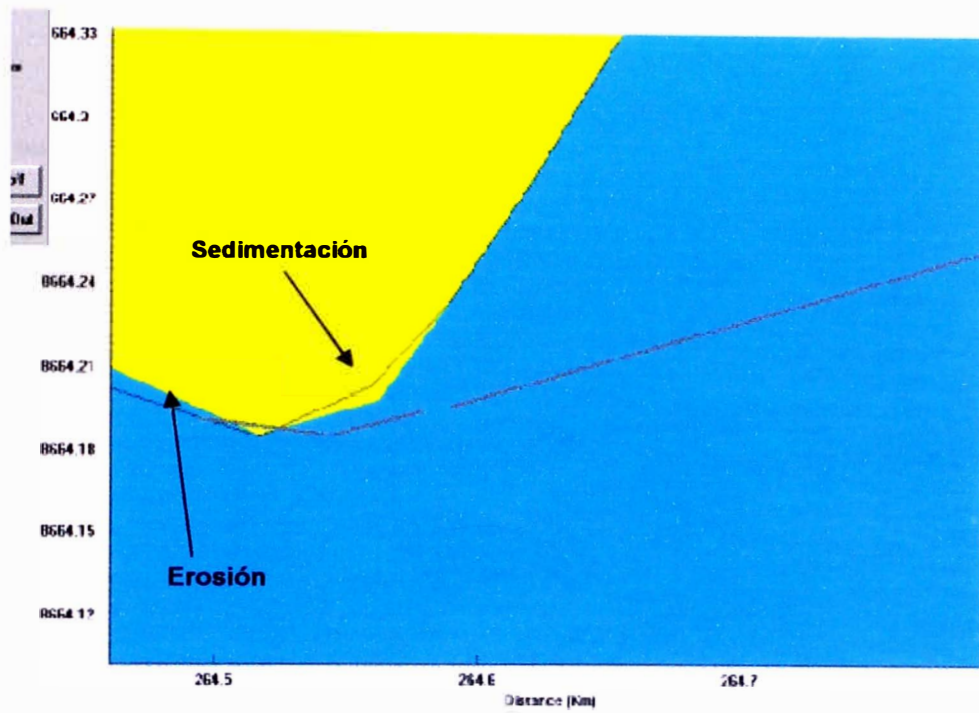


Figura 37. Evolución de la línea de costa para el área 01.

AREA 02

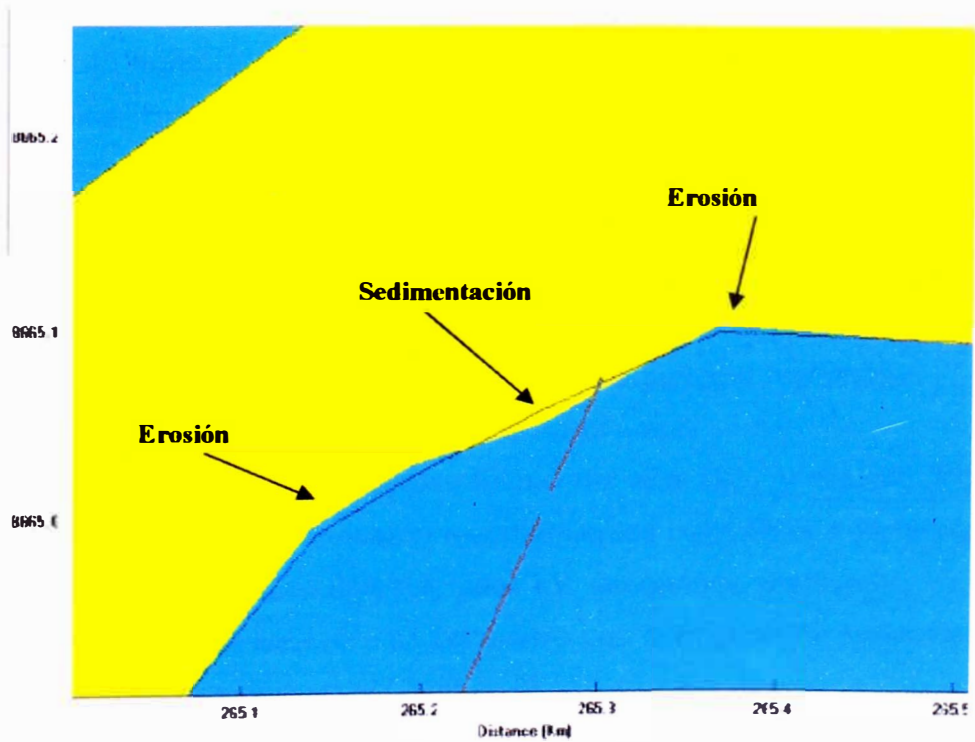


Figura 38. Evolución de la línea de costa para el área 02.

AREA 03

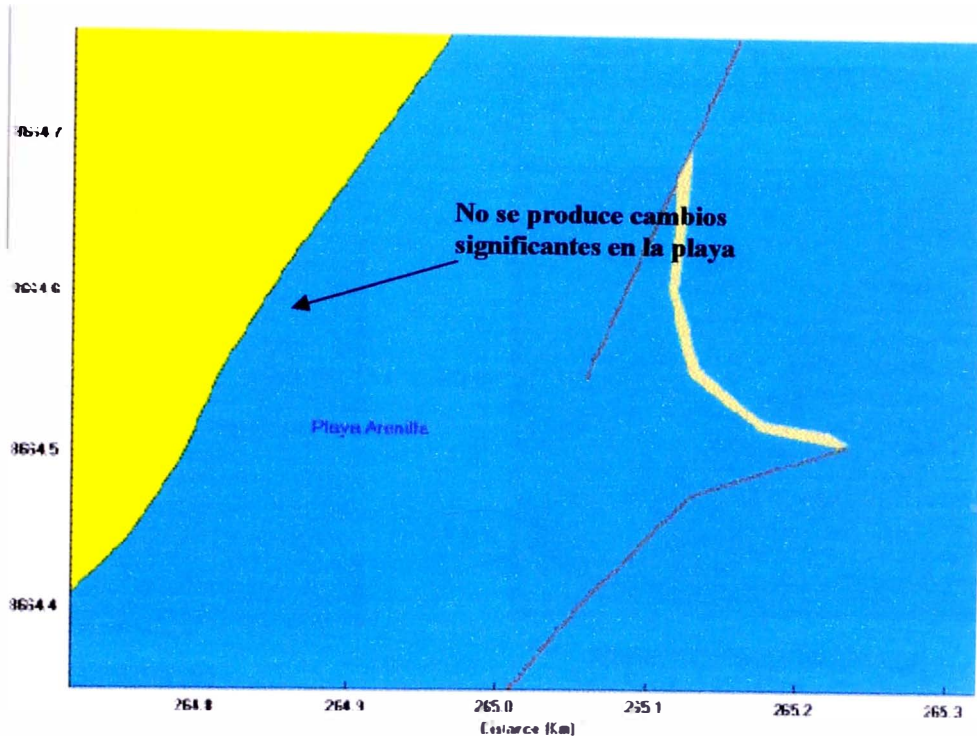


Figura 39. Evolución de la línea de costa para el área 03

4.6.2 Modelo numérico POM

En los resultados de las simulaciones de los escenarios se consideraron los 10 puntos de control predeterminados (Figura N° 16) con los siguientes parámetros:

- El efecto del viento nulo. Se consideró un viento constante de 12 nudos y dirección sur, en función a la meteorología registrada.
- Propagación de onda de marea de norte a sur.
- Las batimetrías consideradas fueron del año 1987 y del año 2005, fechas en que se realizaron levantamientos batimétricos de la playa La Arenilla. Adicionalmente, para los escenarios planteados como alternativas de solución, se consideró una configuración batimétrica, según se describió en el Capítulo III.

Según estas consideraciones, los resultados proporcionados por el modelo POM, fueron los siguientes:

- Escenario 00 (Figuras 40 y 41)

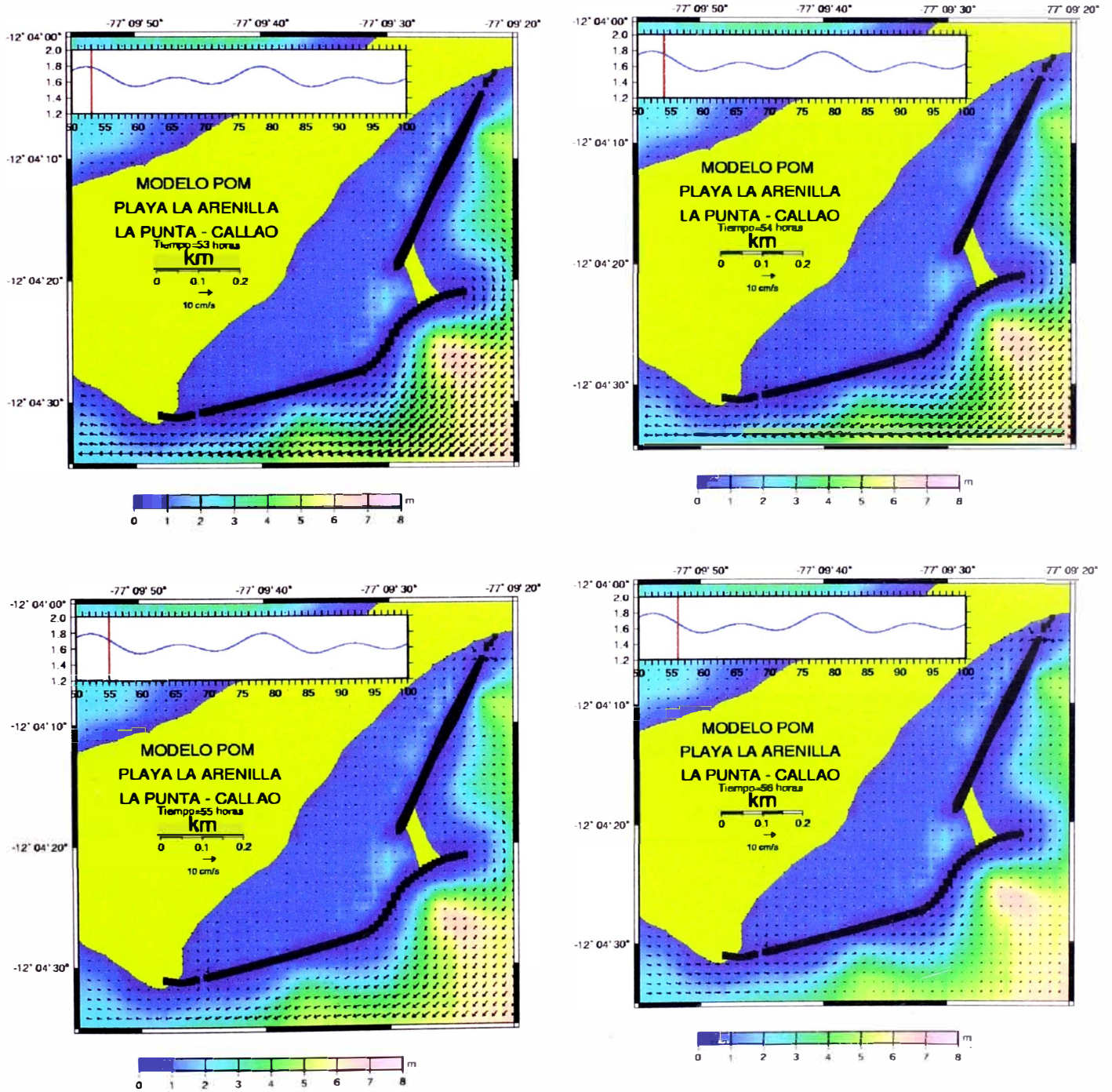


Figura 40. Simulación de Circulación marina: 53, 54, 55 y 56 horas – Escenario 00.

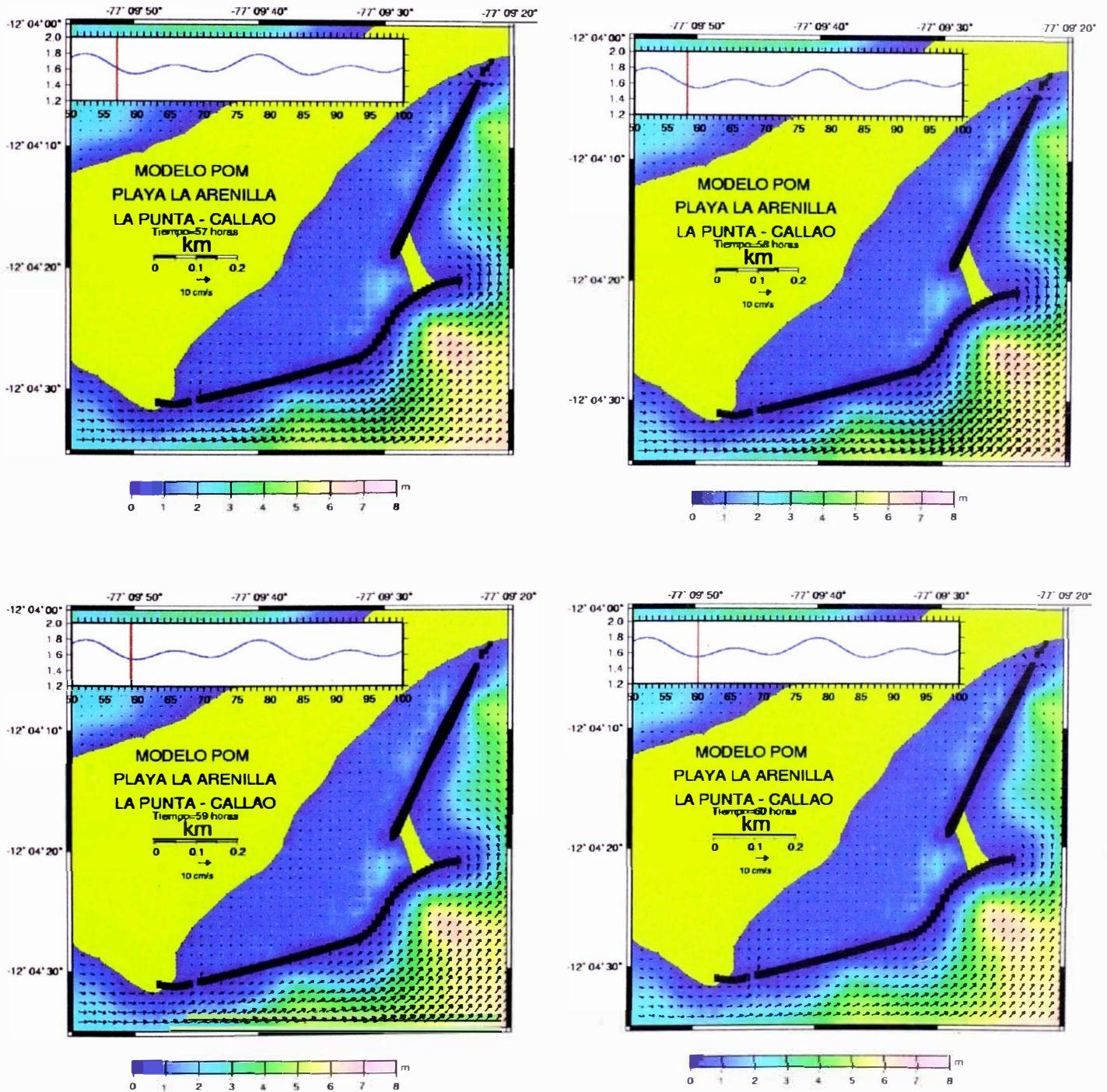


Figura 41. Simulación de Circulación marina: 57, 58, 59 y 60 horas – Escenario 00.

- Escenario 01 (Figuras 42 y 43)

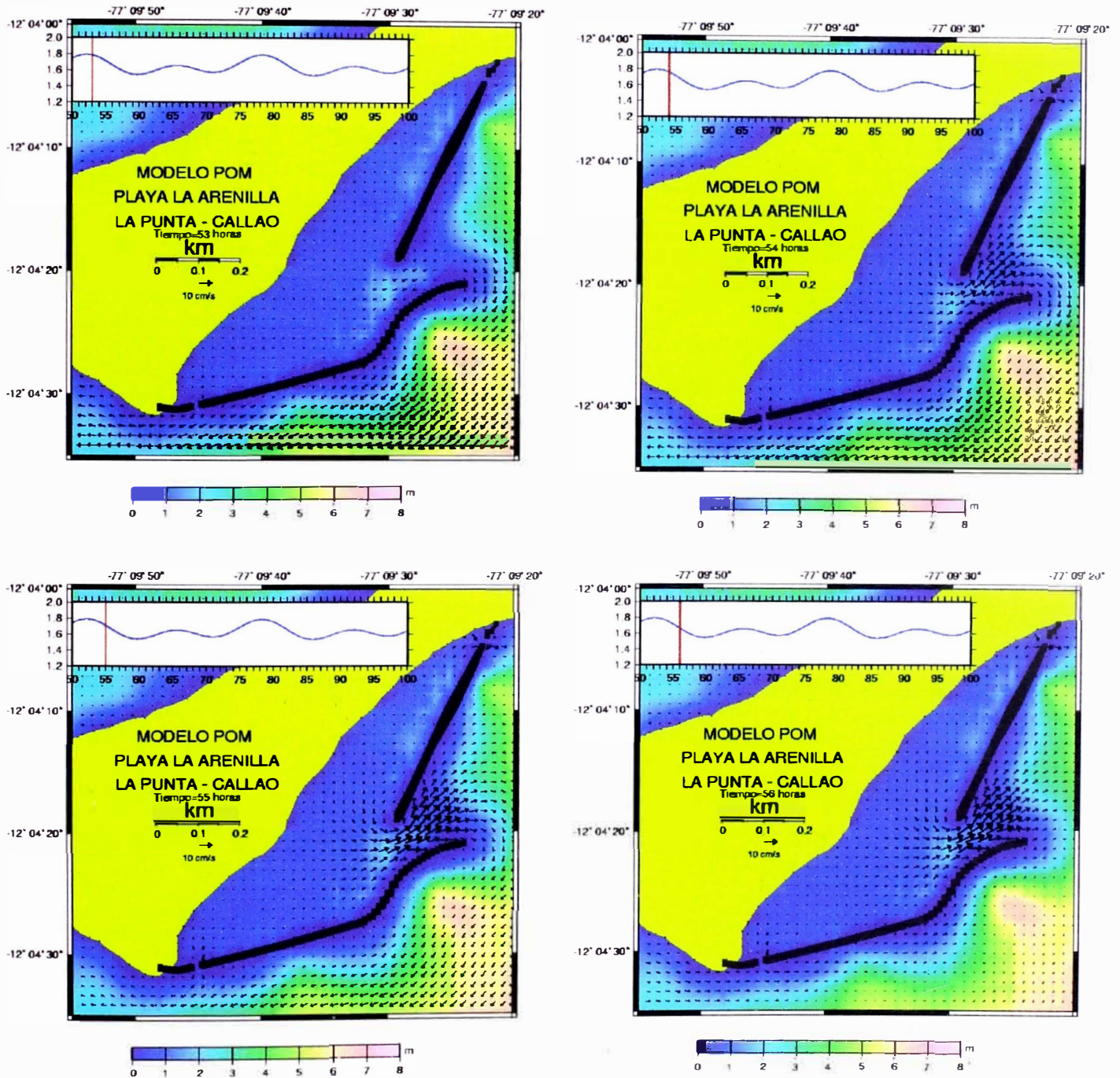


Figura 42. Simulación de Circulación marina: 53, 54, 55 y 56 horas – Escenario 01.

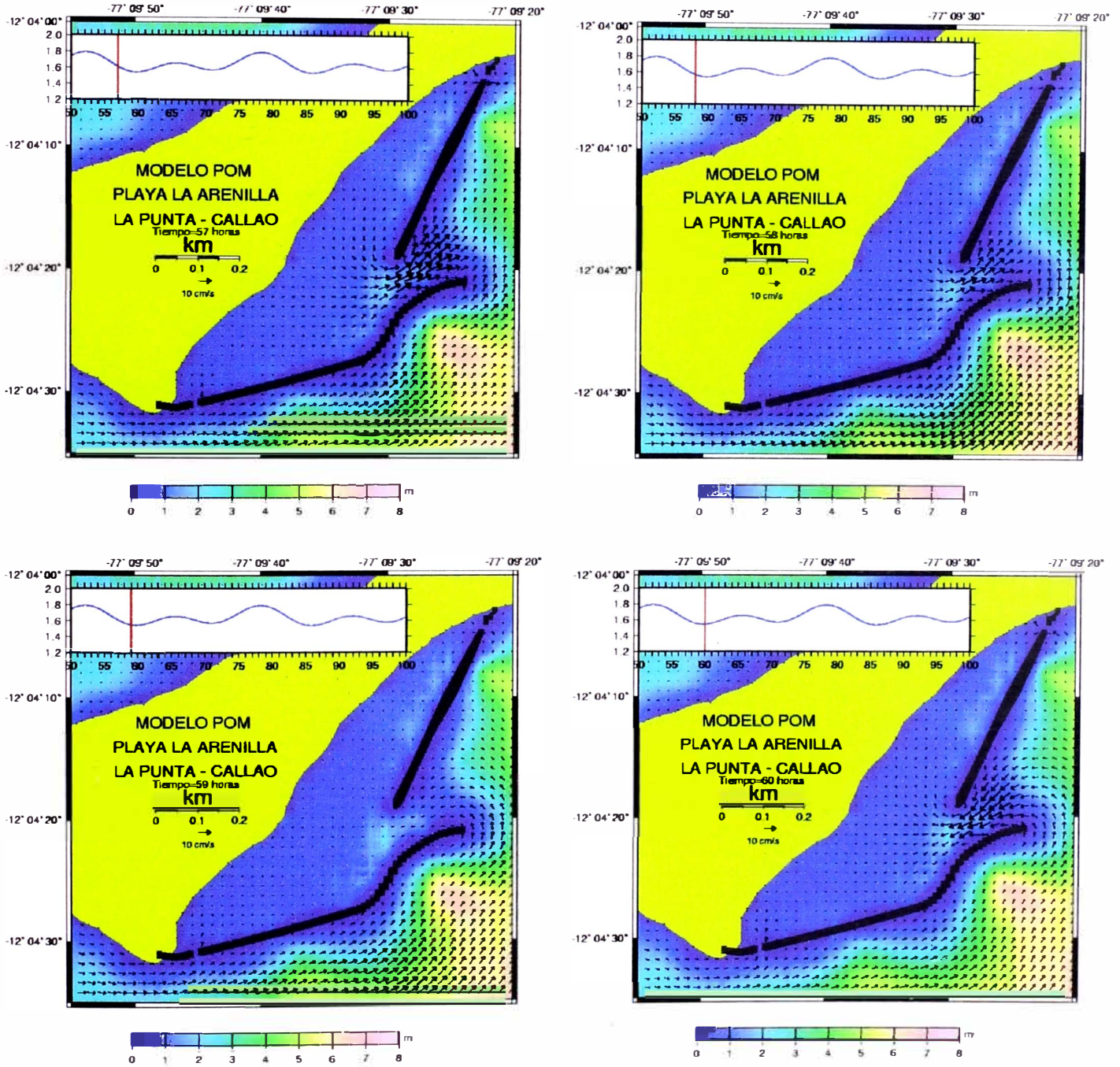


Figura 43. Simulación de Circulación marina: 57, 58, 59 y 60 horas – Escenario 01.

- Escenario 02 (Figuras 44 y 45)

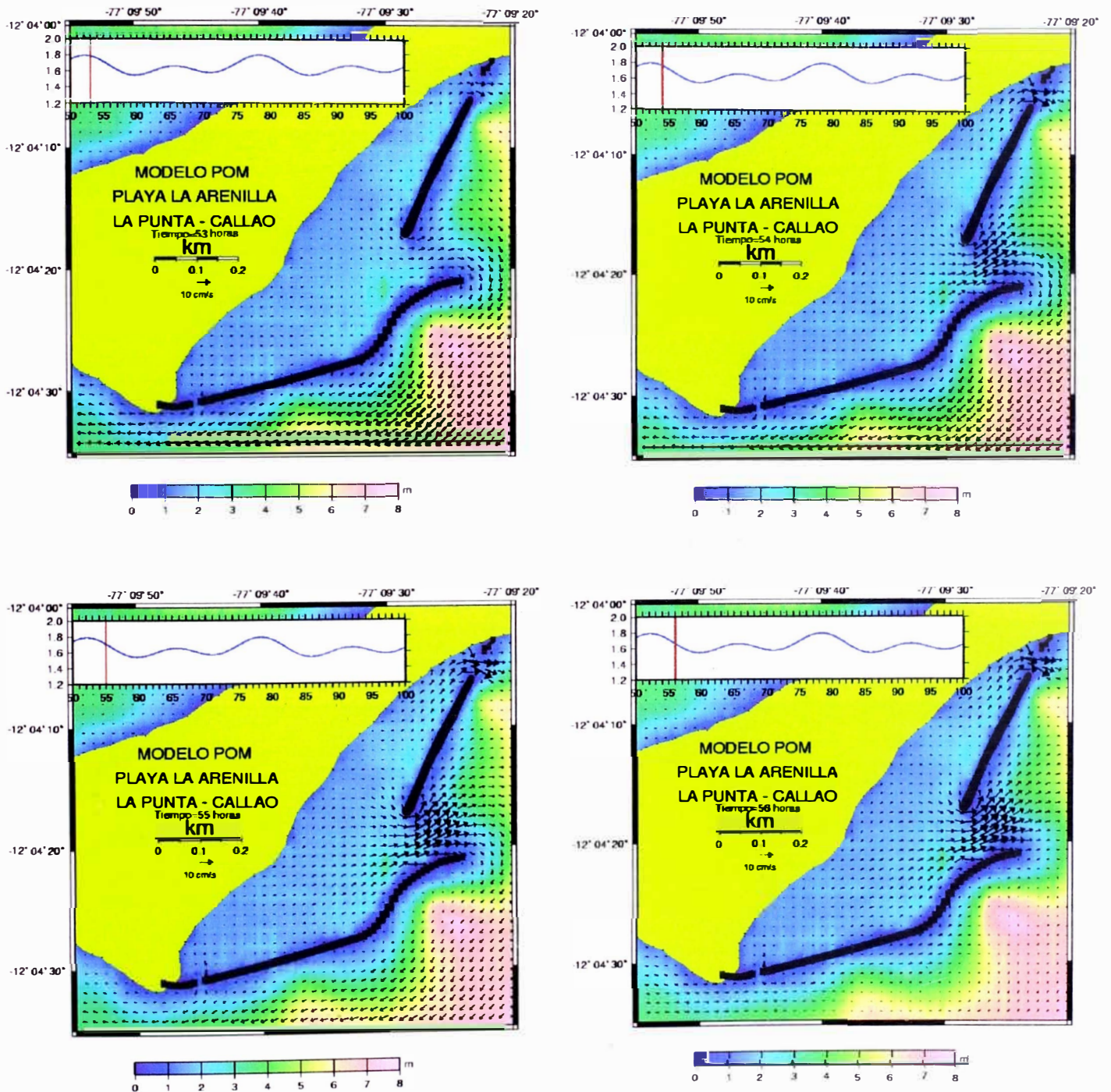


Figura 44. Simulación de Circulación marina: 53, 54, 55 y 56 horas – Escenario 02.

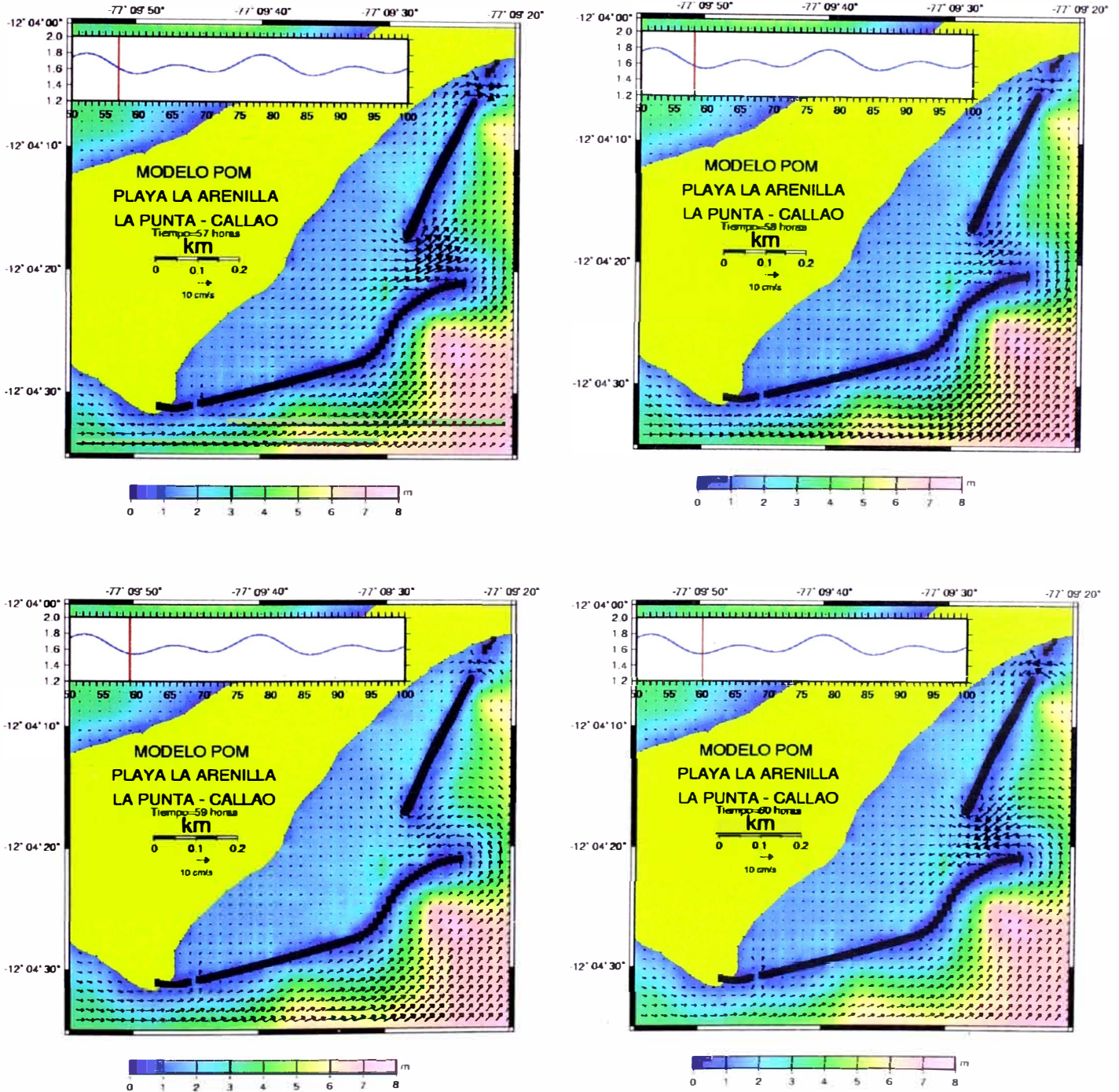


Figura 45. Simulación de Circulación marina: 57, 58, 59 y 60 horas – Escenario 02.

- Escenario 03 (Figuras 46 y 47)

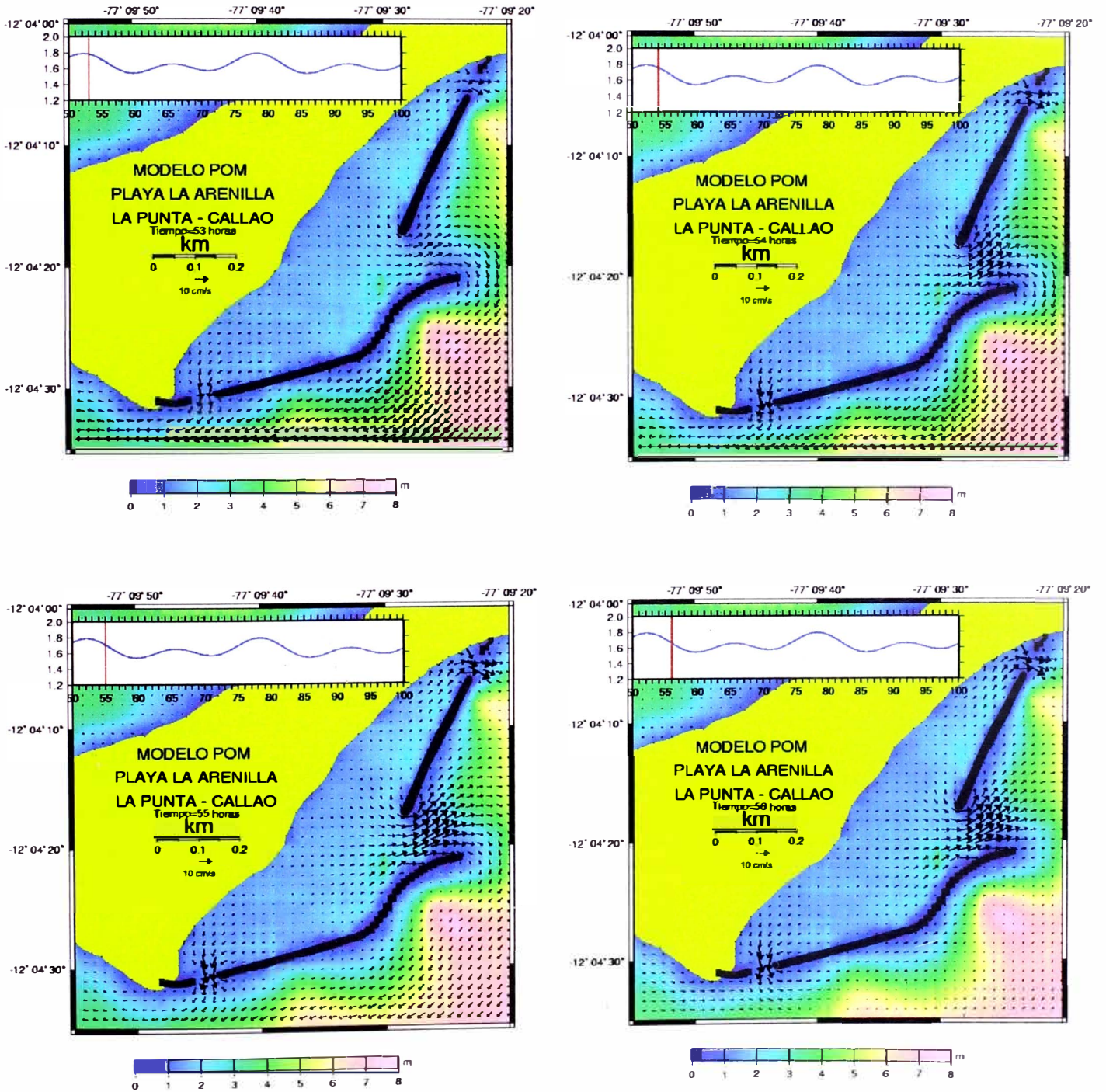


Figura 46. Simulación de Circulación marina: 53, 54, 55 y 56 horas – Escenario 03.

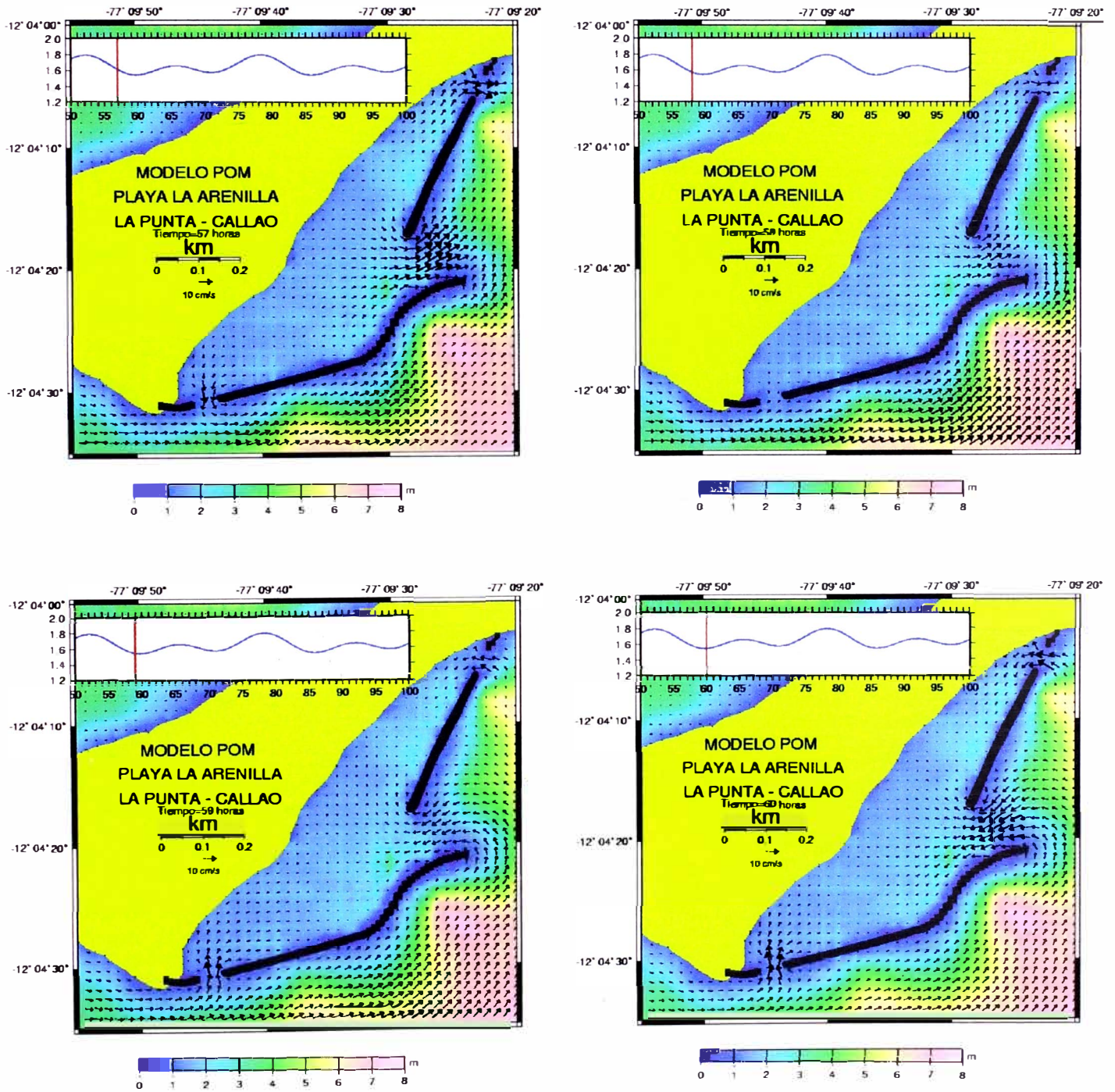


Figura 47. Simulación de Circulación marina: 57, 58, 59 y 60 horas – Escenario 03.

- Escenario 04 (Figuras 48 y 49)

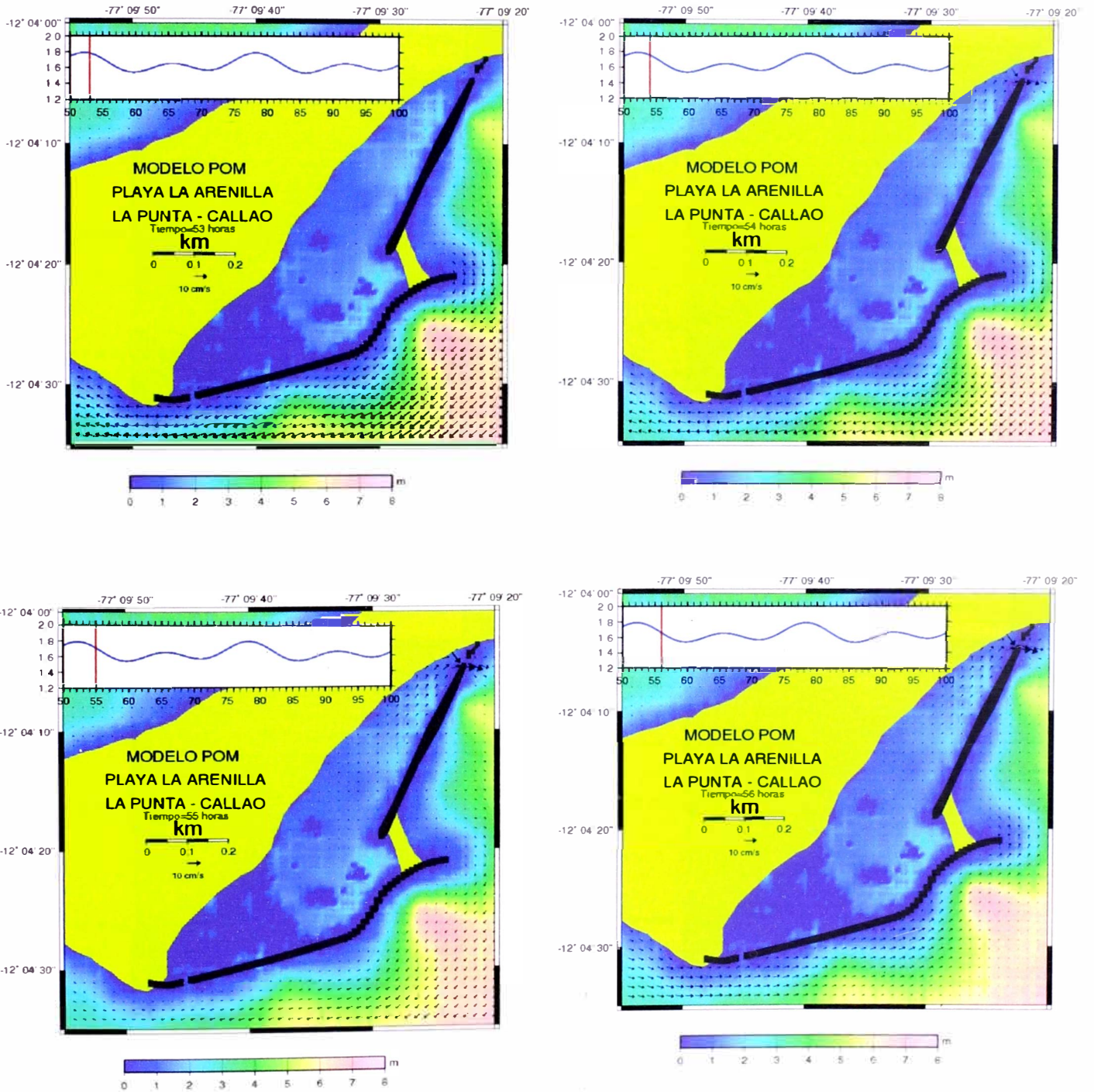


Figura 48. Simulación de Circulación marina: 53, 54, 55 y 56 horas – Escenario 04.

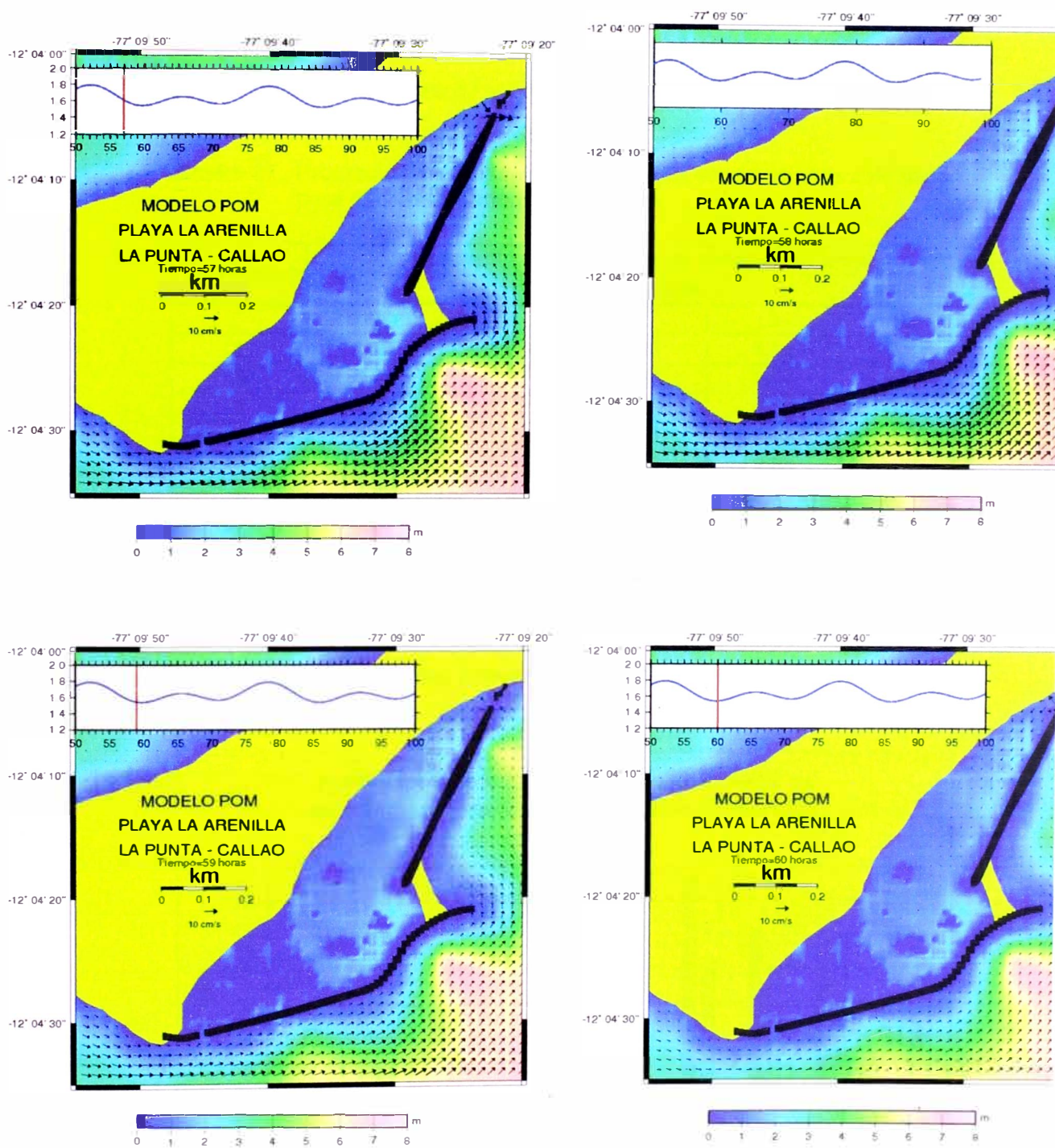


Figura 49. Simulación de Circulación marina: 57, 58, 59 y 60 horas – Escenario 04.

A continuación, se presenta un resumen del promedio de velocidad de circulación por estaciones para uno de los escenarios de simulación, así como el histograma de comparación de velocidad calculada en cada escenario. Cuadro 37 y Figura 50.

Cuadro 37. Promedio de velocidad de circulación por estaciones calculada para cada escenario de simulación.

Estaciones	Promedio de velocidad de corrientes (cm/s)				
	Escenarios				
	0	1	2	3	4
1	1,22	1,03	0,94	5,19	0,00
2	0,44	0,87	1,98	1,04	0,11
3	2,15	1,75	5,50	5,37	3,25
4	0,59	1,23	1,41	1,48	0,98
5	0,33	3,52	3,30	2,88	0,64
6	0,33	3,43	3,41	2,71	0,11
7	0,07	13,17	8,15	7,82	0,10
8	0,00	10,33	8,03	7,86	0,00
9	0,92	7,58	10,12	10,06	0,30
10	3,25	5,57	6,42	6,45	4,76

Fuente: Elaboración propia (resultados del modelo POM).

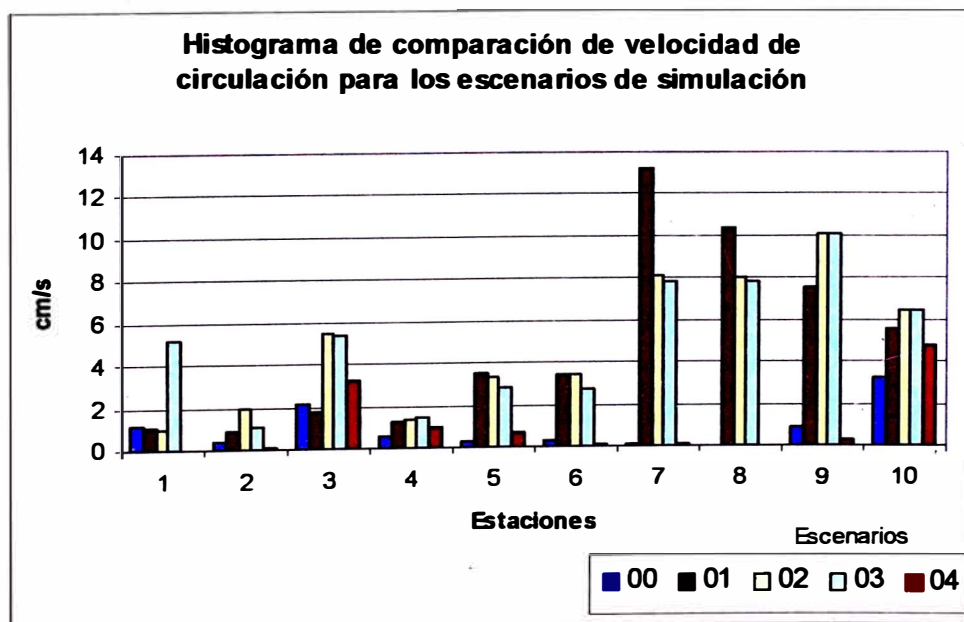
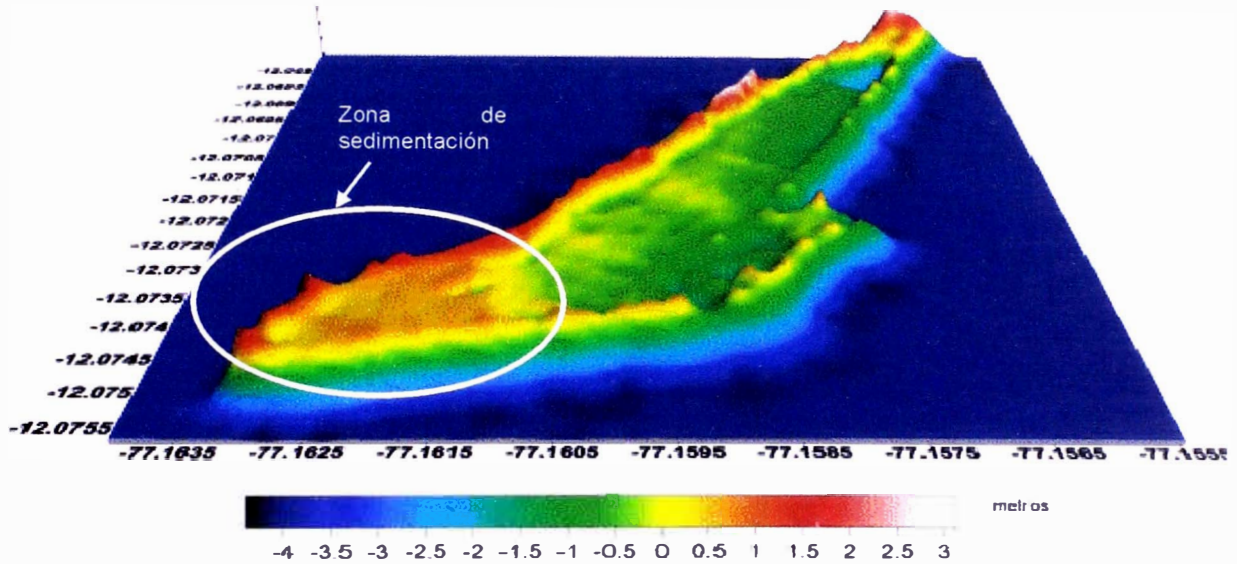


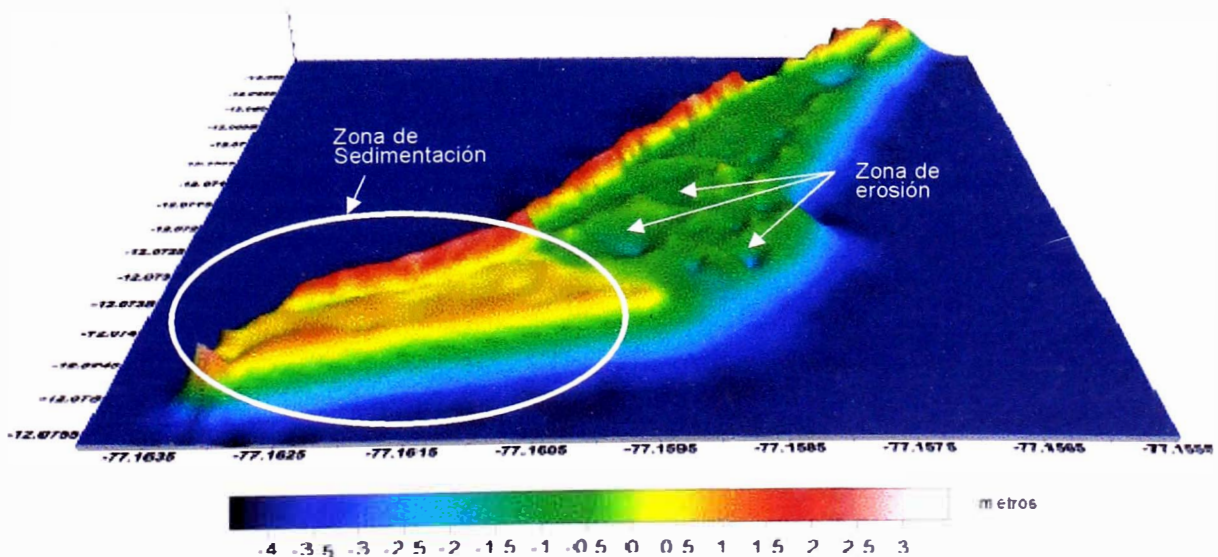
Figura 50. Histograma de comparación de velocidad de circulación para los escenarios de simulación definidos.

4.6.3 Programa para el cálculo de volumen de sedimentos

Se aprecia que en el año 1987 (ver carta batimétrica en el Anexo 15), la playa presentaba problemas de sedimentación en la zona Oeste, con aproximadamente 0,5 a 1,5 msnm, lo cual, hace que la bocana Oeste, se obstruya e impida una libre circulación (Figura 51).



En el año 2005 (ver carta batimétrica en el Anexo 8), la sedimentación en la zona Oeste se ha incrementado, con respecto a 1987; así mismo, la zona central presenta zonas de erosión (Figura 52).



En la Figura 53, se presenta el resultado de la sustracción de las batimetrías de los años 1987 y 2005, calculando el volumen de sedimentos en el periodo de 18 años.

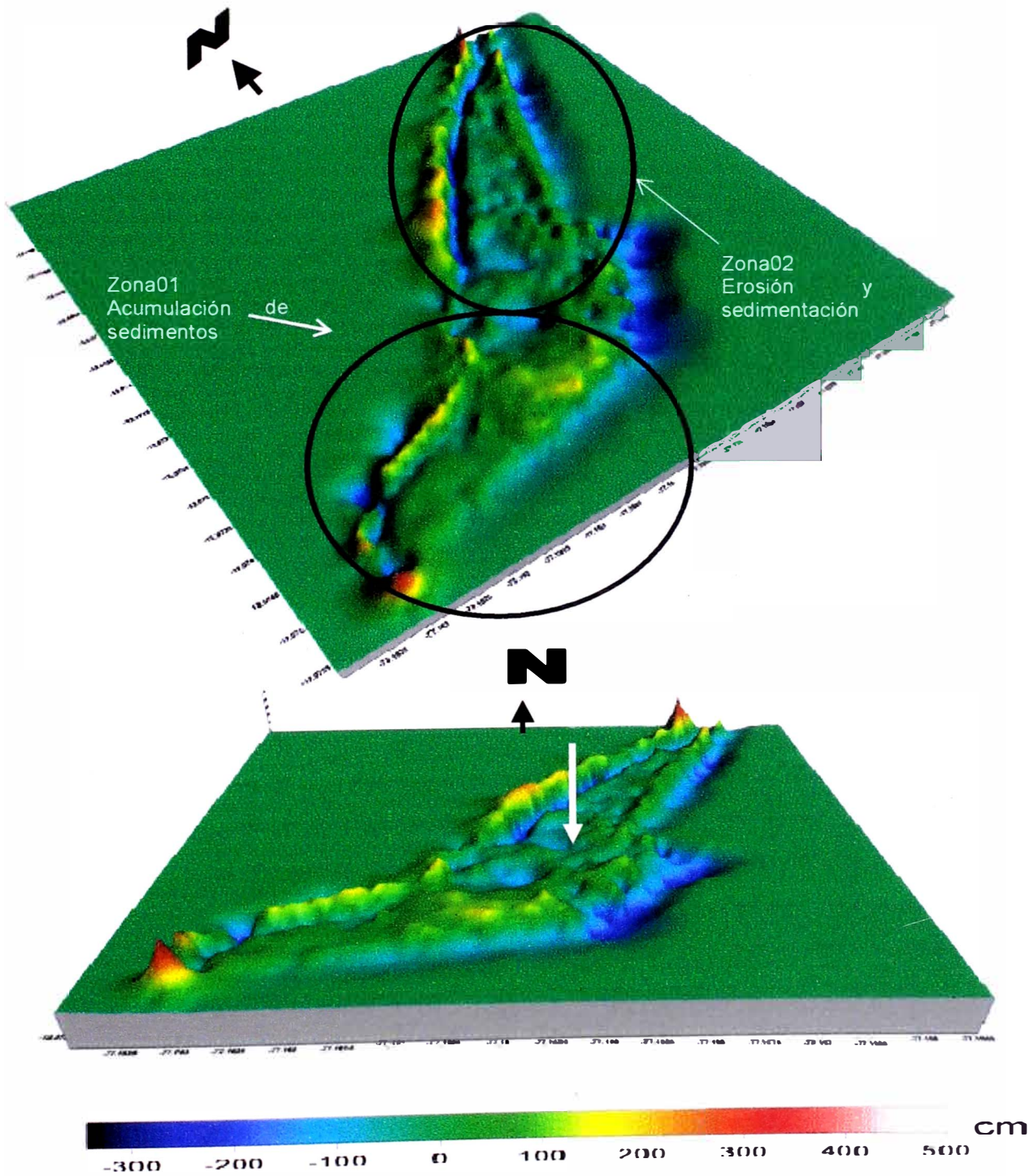


Figura 53. Variación tridimensional de las batimetrías entre los años 1987 y 2005.

Cálculo del volumen de sedimentos total en la playa:

Se ejecutó el programa diseñado en FORTRAN 77 en una plataforma de trabajo UNIX – Alpha Server (Ver Anexo N° 4) y se obtuvieron los siguientes resultados, (Figura 54).

```

Celda: 95 96 dh: 0.0000 m volumen: 0.00 -13033.69 m3
Celda: 95 97 dh: 0.0000 m volumen: 0.00 -13033.69 m3
Celda: 95 98 dh: 0.0000 m volumen: 0.00 -13033.69 m3
Celda: 95 99 dh: 0.0000 m volumen: 0.00 -13033.69 m3

=====
          CALCULO DEL VOLUMEN DE SEDIMENTOS
                PLAYA ARENILLA
DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION
DIVISION DE MODELAMIENTO NUMERICO
=====

RESULTADOS DE CALCULO
Datos de Grilla
# de puntos en x          100
# de puntos en y          96
# de puntos totales      9600
incremento en x    8.300000  m
incremento en y    8.300000  m

Periodo de calculo 2005-1987
volumen total calculado: -13033.69 m3

```

Figura 54. Cálculo del volumen de sedimentos en entorno UNIX.

Adicionalmente, se calculó el volumen total de sedimentos en la playa, tal como se muestra en la Figura 54, donde se puede apreciar que el volumen de sedimentos totales es de -13033.69 m^3 , lo cual, indica que la playa esta perdiendo sedimentos como resultado de los procesos de erosión y sedimentación que se vienen presentando. El cálculo de los volúmenes de sedimentos mostrados tuvieron los siguientes parámetros:

Incremento en x (dx)	:	8,3 m
Incremento en y (dy)	:	9,3 m
N° de puntos en x	:	100
N° de puntos en y	:	96
N° de puntos totales	:	9600

Con la finalidad de hacer un cálculo de sedimentos por áreas, se dividió el área de estudio en tres áreas, tal como se puede observar en la Figura 55.

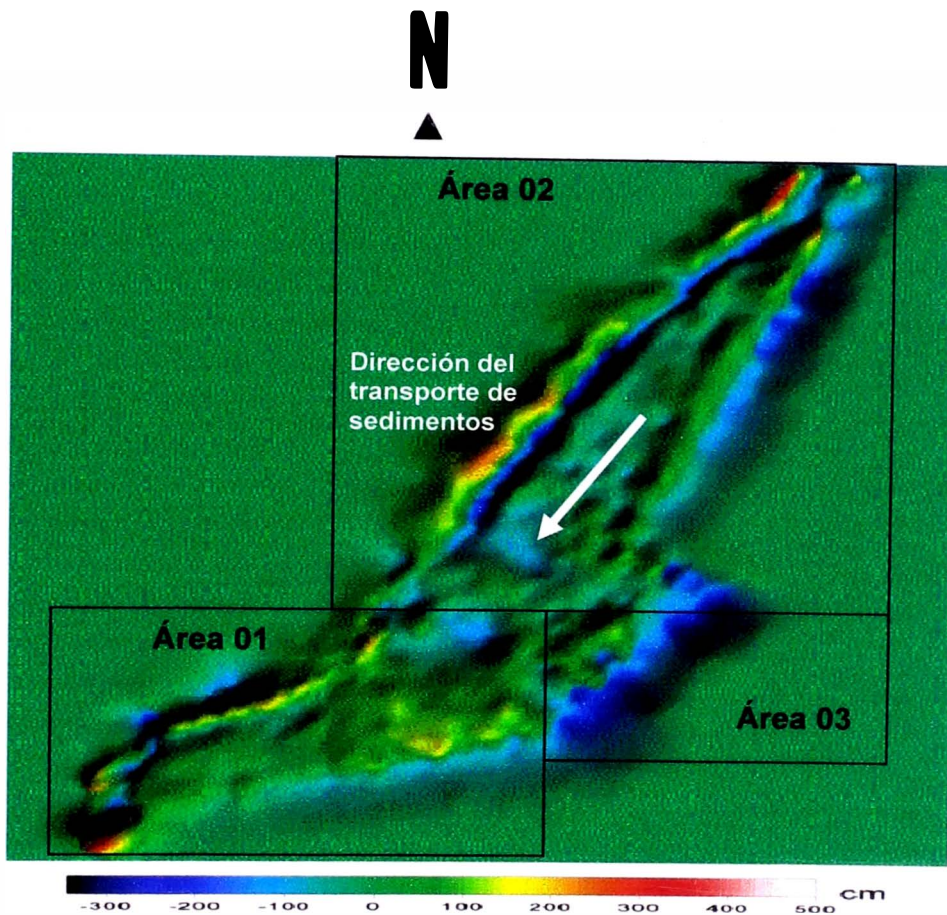


Figura 55. Cálculo del volumen de sedimentos por áreas.

Los volúmenes de sedimentos y el transporte de sedimentos calculados se presentan en el Cuadro 38:

Cuadro 38. Cálculo del volumen de sedimentos para la playa La Arenilla para el periodo 1987-2005 (18 años).

Área	Volumen (m ³)	Transporte de sedimentos (m ³ /año)	Descripción
01	9453,82	525,21	Zona de sedimentación
02	-10316,78	-573,15	Zona de erosión
03	-12170,73	-676,15	Zona de fuerte erosión
Total	-13033,69	-724,09	La playa está perdiendo sedimentos.

Fuente: Elaboración propia (resultados del modelo UNIBEST).

4.7 Gestión ambiental en la playa La Arenilla

En el Cuadro 39, se muestran los resultados de la entrevista / encuesta al Jefe del Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad de La Punta.

Cuadro 39. Resultados de la entrevista – encuesta al Jefe del Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad de La Punta.

Criterio	Respuesta	Aspecto de Gestión
Calidad de agua		
Cumple la playa con los requisitos y estándares de la Ley de Aguas.	SI	Positivo
Existen sustancias o basura que afecte la playa.	NO	Positivo
Existen planes de emergencia en caso de desastre ecológico.	NO	Negativo
Existen algas que pueda acumularse y pudrirse en la playa.	SI	Negativo
Cumple requisitos para manejo de aguas residuales urbanas.	SI	Positivo
Información y educación ambiental		
Existen mecanismos para advertir a la población sobre contaminación de la playa.	NO	Negativo
Exponen a la población información sobre protección del Medio Ambiente.	NO	Negativo
Cumplen con informar sobre la calidad de aguas y Gestión Ambiental de Playas.	NO	Negativo
Promociona actividades de Información y Educación Ambiental a la población.	SI	Positivo
Existe un Código de conducta para la playa y su entorno.	SI	Positivo
Existe un local público donde se realicen actividades de educación ambiental.	NO	Negativo
Gestión ambiental, infraestructuras y servicios		
Existe un Plan de desarrollo y ordenación del territorio para su zona litoral.	NO	Negativo
Existe un sistema de instalación, mantenimiento y vaciado de papeleras.	SI	Positivo
Durante el verano, se efectúa diariamente si es necesario, la limpieza de la playa.	SI	Positivo
Está normada la prohibición en la playa de vehículos, motos, camping y otros.	NO	Negativo
Seguridad, servicios e instalaciones		
Existen accesos fáciles y seguros para llegar a la playa.	SI	Positivo
Existe señalización y control de zonas para actividades incompatibles con el baño.	SI	Positivo
Existen sanitarios adecuados y limpios.	NO	Negativo
Existe la presencia de salvavidas en la playa en temporada de verano.	SI	Positivo
Cuenta con equipo de primeros auxilios en la playa.	NO	Negativo
Existe prohibición y control de animales domésticos en la playa.	SI	Positivo
Existe una fuente protegida de agua potable en inmediaciones de la playa.	NO	Negativo
Existe teléfono público de fácil acceso.	NO	Negativo
Existen rampas de acceso a la playa y sanitarios para personas con minusvalías.	NO	Negativo
Existe un buen mantenimiento y apariencia de edificios y servicios de la playa.	SI	Positivo
Dispone de contenedores para el recojo y reciclaje de papel, vidrios y latas.	NO	Negativo
Promueve la utilización de medios de transporte sostenibles.	NO	Negativo

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Oceanografía

La configuración de la costa juega un rol importante en la circulación adyacente a la playa La Arenilla, los flujos superficiales y sub superficiales provienen básicamente del Este, es decir, de la bahía de Miraflores, los mismos que al llegar a la zona de estudio, convergen con el borde externo de la playa (defensas extentas 03 y 02), ocasionando un proceso de reflexión (orientación en dirección contraria) cerca al fondo, y de dispersión hacia el sureste en superficie; este hecho ocasiona la remoción constante del fondo y el traslado de sedimentos en suspensión, motivo por el cual, el canal de ingreso central de la playa se ha visto perjudicado por la acumulación de sedimentos, hasta el punto de sedimentarse el principal ingreso de agua.

Estando obstruido dicho ingreso, por efecto de la sedimentación, la circulación es casi nula en el interior de la playa (0 y 1,5 cm/seg), debido a que los canales de ingreso Este y Oeste no cumplen su función principal que es la afluencia de agua al interior de la playa, permitiendo sólo la recirculación en zonas muy próximas a ellos.

Otro aspecto a tener en consideración es la acumulación de rocas en la parte interna del canal de ingreso Oeste, lo cual, debilita considerablemente la circulación marina de ingreso a la playa. Por otro lado, en el canal de ingreso Este la circulación se presenta débil, por la existencia de rompeolas en las playas adyacentes (Mar Brava, Carpayo y Los Cocos), lo que ocasiona la disminución de la velocidad de la circulación marina procedente de la bahía Miraflores.

En la bahía de Miraflores las alturas de olas significantes encontradas son de 1,45, 1,27 y 1,04 m aproximadamente. La mayor altura de ola (1,45 m) corresponde al lado norte de la bahía, conocida como "Mar Brava", aproximadamente entre La Punta y el inicio de los acantilados. En esa área, el oleaje incide casi directamente produciendo una fuerte erosión.

Es justamente en ese lugar donde se han construido dos defensas extentas que corresponden a la zona de estudio y tres espigones en "T", en su zona adyacente, para contrarrestar la fuerte erosión que existe en esa zona.

En el caso del oleaje en la playa La Arenilla, podemos indicar que las alturas de las olas significativas que se presentan menores con respecto a la zona adyacente, debido a la presencia de las defensas extentas colocadas entre los años 1965 y 1967, con la finalidad de proteger las construcciones aledañas que circundan la zona de estudio de las bravesas de mar.

Al respecto, podemos mencionar que en promedio, de acuerdo a la estadística de presencia de olas tipo bravesas de mar para el Callao, proporcionada por la Dirección de Hidrografía y Navegación entre los años 1990 al 2004, tenemos 62 días de presencia de bravesas de mar en todo el año, lo que significa: 303 días de condiciones normales, 43 días de oleaje irregular ligero, 15 días de oleaje irregular moderado y 4 días de oleaje irregular fuerte.

Las olas de bravesas tienen un período diferente a las olas que caracterizan la zona, las primeras se presentan con períodos entre 15 a 20 segundos, mientras que en condiciones normales alcanzan la zona de estudio con períodos que oscilan entre 10 y 14 segundos. La duración promedio de una braveza fluctúa entre 2 y 5 días, ocasionando con frecuencia el cierre de puertos.

Las mareas medidas en el área de interés, como era de esperarse, principalmente por la cercanía, son muy similares a las que se registran en el mareógrafo de La Punta, a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, y que son pronosticadas anualmente en la Tabla de Mareas.

Para el caso de las mediciones de circulación marina efectuadas en la playa La Arenilla, se pudo apreciar que la velocidad se incrementa conforme aumenta el volumen de ingreso de las masas de agua en sentido suroeste, incrementando el nivel del mar en más de 29 cm, tal como se registró en las estaciones 4 y 11.

Igualmente, fueron notorios los cambios de velocidades en las estaciones 7, 8 y 11, tanto en superficie como en el fondo, debido a que la hora en que se realizaron las mediciones (12:00 a 14:30 horas) coincidió con el cambio de mareas, alcanzando una altura máxima de 0,82 m, según la Tabla de Mareas para el Callao año 2004. Así también se observaron fluctuaciones de velocidades en las estaciones 9 y 10, las cuales fueron tomadas en la mañana del día 30 de marzo.

Por otro lado, el nivel del mar juega un papel importante en la playa La Arenilla, debido a que en las pleamares, es decir, cuando aumenta el volumen de agua de mar en el área, se incrementa el nivel del mar, es decir, existe mayor profundidad en la zona; sin embargo, lo contrario ocurre cuando se presentan las bajamares, el nivel del mar disminuye, presentándose zonas de poca profundidad y la presencia del lecho marino; como es el caso específico de la zona Oeste, con un área expuesta de 2,8 ha aproximadamente.

Así mismo, la zona de estudio alcanzó el Nivel de Más Baja Marea (NMBM), con una altura de 0,42 m, y alcanzó el Nivel de Más Alta Marea (NMAM), con una altura de 1,82 m.

En la playa La Arenilla se presentan 2 pleamares y 2 bajamares, es decir, la marea es del tipo diurna, lo que ocasiona que diariamente esté expuesto el lecho marino de la zona Oeste por aproximadamente 12 horas.

Con respecto a las características del agua de mar en la zona de estudio, la distribución térmica superficial en la playa La Arenilla, presentó valores con un promedio de 18,3 °C, valor que en relación al patrón mensual del área evaluada registró una anomalía térmica superficial del mar de +3,3 °C. La masa de agua más fría con temperatura de 16,5 °C, se registró en el canal de ingreso Este, mientras que la mayor temperatura se registró en la zona central cerca al coliseo Municipal de La Punta con 19,6 °C, valor que puede estar asociado a la escasa circulación del agua de mar, debido a la presencia de macro algas y a la poca profundidad (menor a 1,0 m). En la zona adyacente, es decir, en el exterior de la playa La Arenilla, se registraron temperaturas menores, entre 16,5 °C y 17,1 °C.

Las aguas con mayor salinidad, se registraron en el canal de ingreso Este, con 35,000 ‰, mientras que la menor salinidad se registró en el canal de ingreso Oeste con 34,810 ‰, la distribución de la salinidad superficial, presentó un promedio de 34,940 ‰, valores que son propios de la zona y la época. En la zona exterior de la playa, se presentaron valores menores de 34,870 ‰, lo cual, está asociado a una zona de mezcla, donde tienen gran influencia las descargas de los colectores ubicados en la zona adyacente a la bahía de Miraflores.

El oxígeno disuelto presentó valores entre 9,20 y 4,70 ml/l con un promedio de 5,84 ml/l. La mayor concentración se registró en la parte central de la playa (estación N° 7), valor que estaría asociado al proceso de fotosíntesis de las macro algas en la zona; mientras que la menor concentración se registró en el canal de ingreso Oeste. En general, el oxígeno disuelto en el agua de mar indica valores ligeramente por debajo, comparados con los rangos patrones (6,0 a 8,5 ml/l) para la zona del Callao (Ref. 55). Con respecto a los ECA, podemos indicar que los valores están ligeramente por encima de lo establecido.

La presencia de fosfatos varió entre 1,04 y 2,91 $\mu\text{g-at/l}$ (micro gramo – átomo / litro) con un promedio de 1,48 $\mu\text{g-at/l}$. Las mayores concentraciones se ubicaron en la zona Oeste de la playa. Los fosfatos comparados con los rangos patrones (0,75 a 2,75 $\mu\text{g-at/l}$) para la zona del Callao (Ref. 55), indican valores normales.

La presencia de silicatos en la playa La Arenilla tiene una distribución similar a los fosfatos y fluctuó entre 15,32 y 66,29 $\mu\text{g-at/l}$ con un promedio de 28,18 $\mu\text{g-at/l}$. Los silicatos comparados con los rangos patrones (4,0 a 20,0 $\mu\text{g-at/l}$) para la zona del Callao (Ref. 55), indican valores altos, específicamente en la zona central y Oeste de la playa La Arenilla (estaciones N° 7, 8 y 10), probablemente originada por la alta concentración de macro algas y diatomeas en estas zonas.

La presencia de nitratos varió entre 1,42 y 10,49 $\mu\text{g-at/l}$ con un promedio de 5,20 $\mu\text{g-at/l}$. Los nitratos comparados con los rangos patrones (0,5 a 20,0 $\mu\text{g-at/l}$) para el Callao (Ref. 55), indican valores normales. La mayor concentración de nitratos (estación N° 8) encontradas en la zona Oeste de la playa pueden estar asociados a procesos de nitrificación, así mismo la menor concentración (estación N° 7), estaría asociado con procesos de desnitrificación, que originan los procesos de oxi – reducción, es decir, la reacción química que se produce cuando un agente oxidante se reduce y un agente reductor se oxida, involucrando la transferencia de electrones de un átomo, ión o molécula para otro, con lo cual estaría ocasionando el incremento de los nitritos en esta estación. Es preciso mencionar que la estación N° 7 que se caracteriza por la abundancia de algas del tipo *Ulva lactuca*, poca profundidad y escasa circulación marina, factores que contribuyen a la generación de estos procesos.

La presencia de nitritos varió de 0,18 a 0,93 $\mu\text{g-at/l}$ con un promedio de 0,44 $\mu\text{g-at/l}$. Los nitritos comparados con los rangos patrones (0,1 a 1,16 $\mu\text{g-at/l}$) para la zona del Callao (Ref. 55), indican valores normales. Es preciso indicar, que la mayor concentración se encontró en la estación N° 7, debido a los procesos mencionados en el párrafo anterior.

La presencia de sulfuro de hidrógeno varió entre 1,07 a 3,55 $\mu\text{g-at/l}$ con un promedio de 3,1 $\mu\text{g-at/l}$. La mayor concentración se registró en la costa norte, debido a la poca profundidad, las mareas y la circulación marina; ambiente propicio, para el desarrollo en superficie de ácido sulfídrico. Los valores se consideran elevados en toda el área, lo cual, es perjudicial para la supervivencia de los recursos, en especial los bentónicos. Así mismo, se evidencia una influencia significativa de materia orgánica de origen antropogénica, cuya acumulación es favorecida por la configuración semi cerrada del área, los cuales son mayores a los reportados por Yamashiro C, et al. (1997).

La presencia de la demanda bioquímica del oxígeno (DBO_5) varió entre 1,72 y 5,82 mg/l con un promedio de 4,00 mg/l. El DBO_5 comparado con los requisitos establecidos por la Ley General de Aguas para la Clase IV (menor a 10mg/l), indican valores normales.

El pH a nivel superficial presentó una distribución homogénea en toda el área con valores entre 8,10 a 8,62. El pH comparado con los requisitos establecidos por la Ley General de Aguas para la Clase IV (6,5 a 8,5), indican valores ligeramente altos, específicamente en la zona central y Oeste de la Playa La Arenilla, probablemente originada por la alta concentración de macro algas en proceso de descomposición.

La composición granulométrica del fondo marino de la playa La Arenilla, en general presenta textura mayormente gruesa constituida por grava, arena gruesa y media, acompañan en menor proporción material como limo y arcilla. Sin embargo, en el canal de ingreso Este el lecho marino está conformado por arena de tipo medio y grueso, así como grava.

En la zona del canal de ingreso Oeste (área de sedimentación), se aprecia que el fondo está constituido en más del 95,0 % por material arenoso pobremente gradado, acompañado por limo en pequeña proporción. Mientras que en la zona central de la playa, está constituida por limo, arena y arcilla, en este caso de aspecto fangoso y con fuerte olor fétido.

5.2 Meteorología marina

La temperatura del aire, promedio multianual durante el verano oscila entre 20,0 a 22,0°C y en invierno entre 16,6° y 18,0°C. La temperatura máxima del aire, en promedio mensual multianual para la zona, presenta una oscilación que varía entre 24,0 y 24,8°C, siendo el mes de Febrero donde se registran los más altos valores. Se han presentado temperaturas extremas de 26,0 a 30,0°C, durante los años "Niño".

La temperatura mínima del aire, en promedio mensual multianual para la zona, presenta una oscilación que varía entre de 15,3° a 15,7°C, siendo el mes de julio donde se registran los más bajos valores. Se han presentado temperaturas mínimas absolutas de 12,0° a 13,0°C, en años fríos.

La temperatura superficial del mar, promedio multianual durante el verano oscila entre 21,4° a 22,1°C y durante el invierno entre 16,6° a 17,7°C; sin embargo, durante la ocurrencia de un evento "El Niño" el promedio mensual de la TSM alcanza valores entre 24,0° y 26,0°C y en su fase contraria valores de hasta 14,0°C. El promedio mensual de la presión atmosférica presenta una fluctuación de 11,6 hPa (hectopascales) en el verano y 15,3 hPa en el invierno.

Los promedios mensuales de la humedad relativa en la zona de la playa La Arenilla es uniforme con un valor aproximado de 88,0%, en cambio los máximos fluctuaron entre 82,0 % para el año 1993 a 92,0 % para el año 1998 (Niño Extraordinario).

Las precipitaciones en la zona del Callao, no son frecuentes; sin embargo en los meses de invierno se presentan ligeras lloviznas intermitentes, principalmente durante la madrugada y las primeras horas de la mañana. En temporada de verano se presentan eventualmente ligeras lluvias aisladas, debido al transporte de humedad desde la cuenca Amazónica hacia la zona del Pacífico, denominado "Transvase"; principalmente en las últimas horas de la tarde. Con la presencia del fenómeno "El Niño", la ocurrencia de lluvias aumenta en intensidad y frecuencia.

La dirección predominante del viento superficial es del sur. Las velocidades del viento más frecuentes, oscilan en promedio entre 4,0 a 6,0 nudos; sin embargo, en la zona de estudio las velocidades del viento aumentan aproximadamente en un 30,0 a 50,0 % más, debido a la libre circulación que presenta la zona de la playa La Arenilla.

Los vientos generalmente alcanzan sus máximos valores en las últimas horas de la tarde entre 10,0 a 14,0 nudos y eventualmente velocidades de 15,0 a 18,0 nudos.

Durante la presencia del fenómeno "El Niño" el viento generalmente disminuye de velocidad y tiende a cambiar de dirección presentando componentes del suroeste a noroeste con velocidades inferiores a 6,0 nudos.

5.3 Hidrografía

El levantamiento batimétrico efectuado en la playa La Arenilla, ha permitido tener conocimiento real de los datos batimétricos con respecto a los obtenidos en el año 1987, y de esta manera, establecer diferencias en cuanto a su configuración geomorfológica como en el transporte de sedimentos; así se aprecia, el incremento de sedimentación de la superficie del área Oeste, lo cual, es evidente cuando el nivel del mar se encuentra en la fase de bajamar. Así mismo, se han identificado zonas profundas de hasta 2,1 m y menos profundas que en el año 1987, ubicadas en la proximidad del canal de ingreso central.

Efectuando una comparación entre las batimetrías efectuadas en los años 1987 y 2005, podemos indicar que en el año 1987, el área de exposición del lecho marino en la zona Oeste durante la fase de marea baja o bajamar alcanzó un área de 45560,00 m²; mientras que en el año 2005, después de 18 años, la zona Oeste posee 55158,00 m² de exposición del lecho marino, lo cual nos indica que el problema de sedimentación continúa y a aumentado en + 9598,00 m².

5.4 Biología marina

Producción primaria. En la playa La Arenilla se identificaron 26 especies fitoplanctónicas, de las cuales predominaron en la zona de estudio las diatomeas, *Navicula sp* y la *Nitzchia closterium*.

Por otro lado, la mayor diversidad de fitoplancton se presentó en las áreas de los canales de ingreso Este y Oeste; debido quizá, a que en esta zona el agua de mar mantiene ligeramente sus propiedades físico químicas provenientes de la bahía de Miraflores; mientras que las mayores concentraciones se presentaron en el área central de la playa La Arenilla, sin embargo, no existe diversidad como en las zonas de los canales de ingreso, debido posiblemente, a que en la zona central el agua de mar adquiere otras características físico químicas, que de alguna manera afectan la producción primaria, logrando que sólo algunas especies fitoplanctónicas puedan adaptarse.

Yamashiro C., et al. (1997), identificó 52 especies fitoplanctónicas, de las cuales 29 fueron diatomeas, 17 dinoflagelados, 3 sílicoflagelados y 3 fitoflagelados; haciendo una comparación con la producción primaria encontrada, podemos indicar que corresponde al 50,0% de las especies fitoplanctónicas encontradas en el presente estudio; sin embargo, esto puede estar asociado a la duración del muestreo y a las condiciones ambientales de la zona, precisando que el estudio a que hacemos referencia se realizó durante un periodo de marea roja o aguaje.

Producción secundaria. Se identificaron 10 grupos de organismos zooplanctónicos, predominando los copépodos y los anfípodos. Al respecto, el muestreo de zooplancton permitió identificar que en la zona central se desarrollan los huevos de crustáceos, nemátodos y tanaidáceos; mientras que en inmediaciones de los canales de ingreso Este y Oeste, los cuales están influenciados por la renovación constante de agua de mar proveniente de la bahía de Miraflores, se desarrollan larvas de zooplancton entre los que destacan poliquetos y cirrípedos.

La producción secundaria encontrada en la playa La Arenilla es común a organismos que se desarrollan en aguas someras y la mayor diversidad de especies zooplantónicas son tolerantes a altos niveles de contaminación.

Macro fauna bentónica. Las 24 unidades taxonómicas, entre crustáceos, moluscos, anélidos y equinodermos, encontradas en la zona de estudio están asociadas a organismos marinos que son propios de aguas someras y fondos blandos, es decir, organismos bentónicos que se desarrollan principalmente en fondos arenosos y limosos, los cuales habitan en los espacios intersticiales de los lechos de algas o en tubos de lodo contruidos por ellos mismos; se alimentan con detritus o materia orgánica descompuesta, por filtración y por predación de otros organismos. La mayor diversidad de la macro fauna bentónica se ubicó en la zona central de la playa La Arenilla, debido a la escasa circulación marina, lo que facilita la decantación de sedimentos orgánicos e inorgánicos. Entre los poliquetos predominó el grupo de los *Branchiocapitella sp*, *Dorvillea articulata*, los cuales estuvieron presentes en todas las estaciones de muestreo.

Troll J. (2000) identificó 95 especies de macrofauna bentónica, predominando moluscos y anélidos, al respecto, podemos indicar que corresponde al 12,0% de las especies de bentos encontradas en el presente estudio; sin embargo, esto puede estar asociado a la duración del muestreo (3 años).

Algas macroscópicas. De las 7 especies de algas identificadas en la zona de estudio, predominan la *Ulva lactuca* “lechuga de mar” y la *Rupia marítima* “gras marino”. Al respecto, las algas y fanerógramas se ubicaron en grandes cantidades en la playa La Arenilla, debido a la poca profundidad, fácil penetración lunimosa, influencia de la circulación marina y la dirección e intensidad de los vientos, que arrastran, en el caso de las algas tipo *Ulva lactuca*, hacia la orilla del lado norte de la playa, en la cual, al disminuir el nivel del mar en fase de bajamar, quedan ocupando la franja mesolitoral, formando un denominado colchón de algas a lo largo de la orilla norte principalmente.

Esta situación propicia la descomposición del material orgánico, siendo evidente en algunas zonas la producción de ácido sulfhídrico (SH₂), perjudicial para la supervivencia de los recursos marinos, en especial los bentónicos; así como, en ciertas ocasiones, dependiendo del grado de descomposición, el olor fétido que emanan se disipa en casi todo el distrito ocasionando malestar a los habitantes de La Punta, afectando la calidad de vida del distrito.

Peces. Se identificaron 38 especies de peces, principalmente en sus fases juveniles, los cuales encuentran en la playa La Arenilla un ambiente propicio para su crecimiento y desarrollo, migrando posteriormente a la zona adyacente o son extraídos por los pescadores del lugar.

En la zona de estudio se ha podido determinar que la especie ictica que predomina es la *Mugil cephalus* "lisa", característica de fondos arenosos y areno-fangosos ricos en restos orgánicos y diatomeas. Con respecto a la dieta alimenticia de las especies, se ha determinado en el análisis del contenido estomacal que se alimentan principalmente *Ulva papenfussi*, anfípodos y detritus orgánico.

Con respecto a las otras especies, podemos indicar que encuentran en la zona de estudio las condiciones propicias de temperatura y salinidad para desarrollarse; así como, el alimento y el refugio adecuado contra sus predadores.

Avifauna marina – costera. Se identificaron 38 especies de aves de las cuales 26 son migratorias ya sea neártica (del norte), andina o del sur de Sudamérica. Sobre las especies marino-costeras; el patrón de dominancia entre las gaviotas de Franklin (*Larus pipixcvan*) y las gaviotas de capucho gris (*Larus cirrocephalus*) es similar a lo que ocurre en el resto de humedales de la costa central del Perú. La primera especie abunda en verano, pues es migratoria neártica, mientras que la segunda es residente de la costa peruana.

Es importante señalar la presencia y variedad de aves en la zona de sedimentación de la playa La Arenilla, donde la avifauna costera marina se concentra para alimentarse en bajamar, debido a que en este periodo de marea, el lecho marino queda expuesto a la atmósfera, permitiendo de esta manera que un gran número de invertebrados queden atrapados en la arena siendo presa fácil para las aves.

La gaviota de Franklin *Larus pipixcan* fue la única especie acuática que también se observa en un ambiente urbano, específicamente en los postes alrededor del malecón Pardo. Esto se debe no a que utilice el área urbana, sino por su cercanía a la orilla marina. El caso es similar para la paloma cuculí, y la golondrina Santa Rosita, las cuales son aves urbanas; la primera aprovecha los residuos de las orillas y la segunda los insectos acuáticos que existen en la playa La Arenilla para alimentarse ocasionalmente.

Análisis microbiológico. Los resultados del muestreo de agua de mar en la playa La Arenilla efectuados por la DIGESA, en el marco de su programa de monitoreo de calidad de playas de Lima, indican la presencia de coliformes fecales en el agua de mar en la playa La Arenilla durante todo el año.

Sin embargo, comparado con el Límite Máximo Permisible (LMP) de la Ley de General Aguas para la Clase IV, encontramos que para el año 2005, durante 7 meses, el agua de mar en la playa La Arenilla sobrepasó el LMP, por consiguiente, no es apta para su uso por encontrarse contaminada. La presencia de coliformes fecales no es constante en los meses antes indicados, influenciados posiblemente por los vertimientos domésticos de residuos orgánicos de los colectores que se encuentran ubicados en la bahía de Miraflores y/o por los excrementos depositados por las aves que se concentran para alimentarse en el área de sedimentación de la playa, durante la fase de bajamar, para luego ser arrastrados por la circulación marina en la fase de pleamar; alcanzando concentraciones de hasta 9000 coliformes fecales en 100 ml de agua de mar, siendo el LMP 1000.

Así mismo, de acuerdo al muestreo efectuado en la zona norte de la playa La Arenilla se detectó que existe una contaminación crónica y puntual en las inmediaciones del coliseo Municipal, lo cual se corroboró con lo observado por Yamashiro C., et al (1997) y Troll J. (2000).

5.5 Participación ciudadana

En la Variable 1: Calidad del agua de mar, se observa que casi el 73,9% de los habitantes del distrito de La Punta consideran que el nivel de la calidad ambiental de la playa La Arenilla es deplorable o mala (Cuadro 40).

Cuadro 40. Nivel de calidad de agua

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Mala	82	73,9
Regular	27	24,3
Buena	2	1,8
Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, para un grupo mayoritario que agrupa casi el 75% de los habitantes del distrito de La Punta, la calidad del agua está entre mala y muy mala. Así mismo, en complemento a lo anterior, para 95,5% de los habitantes, la playa La Arenilla presenta algas u otro tipo de vegetación acuática que pueden acumularse, pudrirse y causar malos olores.

En la variable 2: Información y educación ambiental, se observa de manera general, en el Cuadro 41 que el 34,3% de los habitantes del distrito de La Punta consideran que el nivel de información y educación ambiental es deficiente o no existe, y para otro tercio existe pero es regular; sólo el 34,2% considera la existencia un nivel de información satisfactorio.

Cuadro 41. Nivel de información y educación ambiental

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Deficiente o No existe	38	34,3
Regular	35	31,5
Satisfactorio o Bueno	38	34,2
Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, el 57,7% de los habitantes de La Punta indican conocer que si la playa La Arenilla se encuentra contaminada o no, es gracias a la información difundida por la Municipalidad. Sin embargo, algo más de 4 de cada 10 habitantes opina lo contrario.

Se observa que más del 65,0% de la población señala que la Municipalidad difunde información sobre los espacios naturales y especies protegidas de la zona costera que incluye la flora y fauna de la playa La Arenilla. Así mismo, casi el 50,0% de los habitantes de La Punta señalan tener conocimientos de que la Municipalidad promueve la realización de actividades de educación ambiental, en la que se promueve el conocimiento y respeto del litoral y el mar. Sin embargo, otra mitad (51,4%) de los habitantes indica lo contrario.

Por otro lado, la playa La Arenilla es considerada como una zona de diversas actividades por los habitantes. Así observamos, que para el 29,7% de los habitantes, es una zona de actividades deportivas, para el 26,1% es una zona de pesca y para el 20,7% es una playa de veraneo. Muy pocos (1,8%) consideran que la zona pueda ser un lugar de atractivo turístico.

En la variable 3: Gestión ambiental, infraestructuras y servicios, se observa de manera general en el Cuadro 42, que el nivel de gestión ambiental en la playa La Arenilla es insatisfactorio para el 75,0% de los habitantes, es decir, para un 18,0% es deficiente o no existe y para otro grupo mayoritario es regular (56,8%). Sólo el 25,0% de la población considera que es satisfactorio o bueno.

Cuadro 42. Nivel de gestión ambiental, infraestructura y servicios

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Deficiente o No existe	20	18,0
Regular	63	56,8
Satisfactorio o Bueno	28	25,2
Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se puede indicar que para el 72,1% de los habitantes consideran que la Municipalidad posee en la zona de la playa La Arenilla un sistema de limpieza y cuenta con una instalación, mantenimiento de un número regular de papeleras, así como su vaciado es adecuado.

Sin embargo, para un grupo minoritario, que representa la cuarta de los habitantes no existe un sistema adecuado, ni la limpieza se efectúa de manera regular en la temporada de verano.

La formación, que tiene que ver con la educación formal y no formal sería a consideración de los habitantes la actividad menos eficaz, sólo un grupo minoritario (13,5%) lo considera como una actividad de prioridad.

Así mismo, se observa que para los habitantes del distrito de La Punta, la actividad más eficaz a la hora de incidir en una mayor sensibilización del medio ambiente para proteger y conservar la playa La Arenilla es la información que se puede difundir a través de los medios de comunicación como la prensa, radio, televisión, entre otros.

Por otro lado, el elemento más importante para un proceso participativo de desarrollo local exitoso, a consideración de los habitantes es la movilización ciudadana y segundo lugar con igual de importancia la voluntad política y la disposición de recursos materiales y humanos.

En cuanto a la forma de participación ciudadana para contribuir con la gestión ambiental de la playa La Arenilla, el 49,5% de los habitantes consideran que sería a través de un Comité de Vigilancia Ambiental Vecinal. Otro grupo (38,7%) señala que sería a través de las Juntas Vecinales. Sólo un grupo muy pequeño (4,5%) indica que no participaría.

En la variable 4: Seguridad, servicios e instalaciones, de manera general, se aprecia en el Cuadro 43, que a consideración de la mayoría de los habitantes del distrito de La Punta (46,8%) el nivel de la calidad de la seguridad, servicios e instalaciones en la playa La Arenilla no existe o es muy precario. Sólo 3 de cada 10 habitantes considera que es satisfactorio.

Cuadro 43. Nivel de calidad de seguridad, servicios e instalaciones

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Deficiente o No existe	52	46,8
Regular	25	22,6
Satisfactorio o Bueno	34	30,6
Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, la gran mayoría (70,3%) de los habitantes de la zona indican desconocer la existencia de sanitarios adecuados y limpios para el uso de los veraneantes en la playa La Arenilla. También se observa que a consideración de la mayoría de los habitantes (67,6%) no hay presencia de salvavidas en la playa La Arenilla durante la época de verano. Para el 50,0% de la población del distrito de La Punta señala conocer sobre la prohibición y control de animales domésticos en la playa. Sin embargo, otro grupo que representa a casi la mitad (47,7%) señala desconocer.

A consideración de la mayoría de la población encuestada (77,5%), independientemente de si reside en La Punta u otro distrito, la apariencia y mantenimiento de las casas y edificios en el entorno de la playa La Arenilla es aceptable; así como consideran que existen accesos fáciles y seguros para llegar a la playa. Sólo 1 de cada 10 encuestados considera que no existe.

Con respecto a las actitudes de los habitantes y su relación con la playa La Arenilla, según las variables sociodemográficas, podemos indicar que no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la calidad ambiental que circunscribe a la playa. Las personas sin empleo tienen una percepción más positiva en contraste a los que tienen empleo.

Independientemente, de la edad que tengan los habitantes, la percepción que poseen sobre la calidad ambiental concerniente a la playa La Arenilla es muy parecido, es decir, no existen diferencias significativas entre los grupos etarios.

La condición de estado civil de las personas, no influye en nada para establecer diferencias significativas en la percepción de la calidad ambiental concemiente a la playa La Arenilla.

Se observa que existen diferencias altamente significativas sobre la calidad ambiental que circunscribe a la playa La Arenilla en comparación a otros lugares de veraneo. Así apreciamos que la playa La Arenilla tiene una mejor aceptación en contraste a la playa Cantolao u otras.

De manera puntual o específica podemos apreciar que las diferencias significativas sobre la valoración de la calidad ambiental a favor de la playa La Arenilla se presenta entre los pobladores que radican en el distrito de La Punta, aún cuando son muy pocos los concurren a la playa La Arenilla como lugar favorito de veraneo, puesto la mayoría prefiere a ir a la playa Cantolao y en segundo lugar a otras playas, debido obviamente a la situación ambiental negativa por la que atraviesa dicha playa. En cuanto a los que residen en otros distritos, se aprecia que la mayoría prefiere otras playas y en lugar a la playa Cantolao.

Finalmente, se puede observar en el Cuadro 43, la percepción general que tienen los habitantes en relación a la calidad ambiental atribuible a la playa La Arenilla se distribuyen de manera más o menos similar en las tres categorías. Así apreciamos, que para 3 de cada 10 habitantes no existe calidad ambiental o en caso contrario es deficiente; de otra parte, en contraste, para otro tercio (29,7 %) la calidad ambiental puede considerarse como bueno o satisfactorio.

Cuadro 44. Nivel de la calidad ambiental

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Deficiente o No existe	36	32,4
Regular	42	37,8
Satisfactorio o Bueno	33	29,7
Total	111	100,0

Fuente: Elaboración propia.

5.6 Modelamiento numérico

Modelo numérico UNIBEST

Según los resultados de la aplicación del modelo UNIBEST en la playa La Arenilla, se puede identificar que la evolución en la línea de costa en las áreas 01 y 03 son las más afectadas por el transporte de sedimentos, la primera, que corresponde a la zona del canal de ingreso Oeste y la segunda, que corresponde a la zona central de la playa; esto debido a que, según los resultados de oceanografía física, la dirección de circulación marina es del suroeste, lo cual, ocasiona que las masas de agua de mar que circulan en la playa La Arenilla, por efecto de las defensas extentas, la obstrucción del canal central y la sedimentación en la zona Oeste, disminuyan la velocidad de circulación.

Para estas áreas se presentan velocidades de circulación marina muy bajas, por consiguiente, los sedimentos no podrán ser transportados, ocasionando que la playa comience a acumular sedimentos y por lo tanto a perder profundidad en su parte interior. El caso contrario se presenta en la línea de costa del área 02, es decir, el canal de ingreso Este, donde el transporte de sedimentos es pequeño, no presentándose muchos cambios.

Modelo numérico POM

El escenario 00 (figuras 40 y 41) representa un estado crítico de playa en las que no existen condiciones de libre circulación e intercambio de aguas, las velocidades, como se muestran en el Cuadro 37, son muy bajas teniendo como extremos velocidades promedio de 0 a 3,25 cm/s. Esta condición propicia la contaminación y la acumulación de material sedimentario, principalmente en la zona Oeste.

El escenario 01 (Figuras 42 y 43) representa el momento en que las estructuras fueron construidas. En este escenario se presenta una mayor circulación especialmente en el canal de ingreso central. Pero manteniendo estas condiciones, en algún momento se alcanzará las condiciones del escenario 00, donde se produce una acumulación de sedimentos en la parte del canal de ingreso central, lo cual impide la circulación en la playa.

Este efecto se puede producir debido a que la geometría del canal de ingreso central se asemeja a un desarenador, lo que hace que el flujo se desacelere rápidamente produciendo la sedimentación de los sólidos en suspensión. Otro de los motivos a lo que puede estar asociado es que los canales Oeste y Este ubicados entre las defensas extentas 01 y 02 y las defensas extentas 03 y 04 respectivamente, presentan velocidades muy bajas, como se observa en las estaciones 1 y 3, según se muestra en el Cuadro 37.

En el escenario 02 (Figuras 44 y 45) se han modificado las dimensiones de la defensa extenta 03 (30 m), de esta manera el canal de ingreso central tiene mayor espacio, evitando una desaceleración brusca de la circulación.

Como se observan en las figuras 44 y 45 y en el Cuadro 37, para el escenario 02, existe una mejor distribución del patrón de circulación marina, esto hace que el comportamiento de la playa sea más dinámico, sin embargo, en el canal Este la velocidad de la circulación marina sigue siendo pequeña, por lo que se plantea el escenario 03.

En el escenario 03 (Figuras 46 y 47) se muestran las condiciones óptimas de la playa, la circulación se distribuye mejor en los puntos de control, aunque las velocidades de circulación marina son pequeñas comparadas con el exterior.

El escenario 04 (Figuras 48 y 49) se simulan las condiciones actuales de la playa, donde al igual que el escenario 00, la circulación es muy débil, lo que impide la circulación del agua de mar, debido al diseño de la playa.

La Figura 50, muestra una comparación de la velocidad de circulación calculada para cada escenario de simulación, y se observa claramente que los escenarios 02 y 03 son los que mejor distribución de la circulación presentan.

Con la simulación efectuada, se justifica que los espacios entre las defensas extentas 01 y 02, sea aumentado en 5,0 m, la defensa extenta 03 se reduzca en 30,0 m y el espacio entre las defensas extentas 03 y 04 sea aumentado en 10,0 m; para lograr una mayor circulación marina y evitar que el transporte de material sedimentario se deposite en la playa La Arenilla.

Programa para el cálculo de volumen de sedimentos

De los resultados obtenidos, podemos observar que en la Figura 53 (pag. 123), se distinguen dos zonas bien definidas y estas son:

Zona 01: En esta zona, ubicada en el lado Oeste de la playa La Arenilla, se esta presentando una acumulación de sedimentos, lo que provoca que en dicha zona no se presenten condiciones óptimas de circulación marina.

Zona 02: Ubicada desde la parte central de la playa hacia el lado Este, se caracteriza por tener presencia de zonas con sedimentación y zonas con fuerte erosión.

De los cálculos realizados y como se puede observar en la Figura 53, la zona ubicada al noreste presenta condiciones de erosión mientras que la zona ubicada al suroeste presenta condiciones de sedimentación, esto estaría indicando que el transporte de sedimentos en la playa tiene dirección de noreste a suroeste, con un promedio de transporte de sedimentos de $-724,09 \text{ m}^3/\text{año}$ (calculados para el periodo 1987-2005 tal como se muestra en el Cuadro 38), lo que indica que la playa está perdiendo sedimentos, en los procesos de erosión y sedimentación que se están presentando, es decir, la playa está transportando sedimentos marinos a la zona adyacente (mar afuera).

Así mismo, lo que estaría originando la erosión de la zona 02 puede estar asociado a las actividades de excavación que viene realizando periódicamente la Municipalidad del distrito de La Punta desde el año 2003, de 2 canales en la zona de sedimentación de la playa La Arenilla.

El primero, ubicado en forma paralela a la defensa extenta 02 denominado canal Norte con 300,0 m de longitud, 5,0 m de ancho y 0,6 m de profundidad; y el segundo, denominado canal Sur de 88,0 m de longitud, 4,0 m de ancho y 0,4 m de profundidad, ubicado en el lado sur de la playa La Arenilla y que tiene 4 bifurcaciones en la parte central de la playa; ambos canales facilitan la circulación de las masas de agua de mar que se quedan estancadas en la parte de la playa durante las bajamares, hacia el exterior de la playa La Arenilla a través del canal de ingreso Oeste.

5.7 Gestión Ambiental

En la variable 1: Calidad del agua de mar de la playa La Arenilla, para la autoridad local, es decir, la Municipalidad de La Punta, encargada del manejo ambiental del distrito, su organización cumple con los requisitos y estándares que la Ley General de Aguas establece para la Clase IV; así como, con los requisitos para manejo de aguas residuales urbanas.

Sin embargo, el 75,0% de los habitantes del distrito de La Punta consideran que la calidad ambiental de la playa La Arenilla es deplorable o mala, lo cual, se sustenta técnicamente con los resultados del análisis microbiológicos efectuados por DIGESA durante todo el año, en su programa de Calidad de Playas, registrando que la presencia de coliformes termotolerantes en dicha zona, en ciertas ocasiones del año supera el límite máximo permisible establecido para la Clase IV, es decir, la calidad de agua de mar no es apta para bañistas y actividades de recreación.

La autoridad local y la población coinciden en que la playa La Arenilla presenta vegetación acuática (algas) que pueden acumularse, pudrirse y causar malos olores, existiendo un problema en la comunidad.

En la variable 2: Información y educación ambiental, para la autoridad local encargada del manejo ambiental del distrito de La Punta, su comuna promueve actividades de información y educación ambiental a la población, así como, la existencia de un código de conducta para la playa y su entorno.

Así mismo, reconoce que no cuentan con los mecanismos adecuados para advertir a la población sobre la contaminación de las playas en su jurisdicción, del mismo modo, no exponen a la población información sobre protección del medio ambiente, tampoco cumplen con informar sobre la calidad de aguas y gestión ambiental de playas. Esta situación se debe probablemente al desconocimiento involuntario que se tiene en materia de gestión ambiental de playas.

Finalmente, la Municipalidad no posee un local público donde se realicen actividades de educación ambiental, lo cual, dificulta la difusión de lo que están realizando en el tema de informar y educar ambientalmente a la población de su jurisdicción.

Es así, que esta situación de la Municipalidad distrital se refleja de alguna manera en las encuestas, ya que a través de las cuales, las posiciones de los pobladores están divididas, encontrando que el 34,0% consideran que el nivel de información y educación ambiental es deficiente o no existe, y para otro tercio existe pero es regular; sólo un 34,0% considera la existencia un nivel de información satisfactorio.

En la variable 3: Gestión ambiental, infraestructuras y servicios, para la autoridad local encargada del manejo ambiental del distrito de La Punta, existe un sistema de instalación, mantenimiento y vaciado de papeleras en todas las playas del distrito, así mismo, durante la temporada de verano, se efectúa la limpieza diaria de las playas a cargo de personal de baja policía de la Municipalidad.

Sin embargo, para el 75,0% de los habitantes del distrito de La Punta, la calidad de la gestión ambiental, infraestructura y servicios existentes en la playa La Arenilla, es insatisfactorio, es decir, se observa que para un 18,0% es deficiente o no existe y para otro grupo mayoritario es regular (56,8%). Sólo una cuarta de la población considera que es satisfactorio.

Esta situación quizá este relacionada con la falta de un plan de desarrollo y ordenación del territorio para su zona litoral en la cual consideren la difusión a través de medios de comunicación locales sobre las acciones que vienen desarrollando para brindar la adecuada protección al medio ambiente y a la población.

En la variable 4: Seguridad, Servicios e Instalaciones, para la autoridad local encargada del manejo ambiental del distrito, existen accesos fáciles y seguros para llegar a la playa, así mismo, afirman que la apariencia y mantenimiento de las casas y edificios en el entorno de la playa es bueno, lo cual, coincide con lo manifestado por la mayoría de los habitantes.

Con respecto a la presencia de salvavidas en la playa en temporada de verano, existe discrepancia entre lo que manifiesta la Municipalidad y el 67,6% de los encuestados, quienes manifiestan que no hay presencia de salvavidas en la playa La Arenilla durante la mencionada época.

En cuanto a las normas sobre la prohibición y control de animales domésticos en la playa La Arenilla, el municipio ha dictado normas al respecto; sin embargo, en este criterio la mitad de la población encuestada manifiesta tener conocimiento sobre esta disposición, lo cual, nos indica que no es eficiente el sistema de difusión que posee la Municipalidad, con respecto a este tipo de disposiciones.

Así mismo, el municipio reconoce que para ofrecer una buena calidad de servicios no cuenta con lo siguiente: sanitarios adecuados y limpios, equipo de primeros auxilios en la playa La Arenilla, una fuente protegida de agua potable, teléfonos públicos de fácil acceso, rampas de acceso a la playa y sanitarios para personas con minusvalías, contenedores para el recojo y reciclaje de papel, vidrios y latas, lo cual se refleja en las encuestas efectuadas donde los habitantes en su mayoría indican que no existe o es muy precario el nivel de la calidad de la seguridad, servicios e instalaciones en la playa La Arenilla.

5.8 Propuesta de programa de gestión ambiental

En función al análisis de los resultados, la gestión ambiental en la playa La Arenilla, debe ser considerada como una actividad mixta, es decir, vinculada al manejo y conservación de los elementos y recursos naturales que se desarrollan in situ, así como, a la gestión específica de la playa, lo cual, considera aspectos de modificación de infraestructuras, protección, conservación y aprovechamiento de los recursos existentes en la zona de estudio; por otro lado, contar con la participación de organismos del Estado, entidades privadas, organizaciones no gubernamentales y la participación de la ciudadanía para la organización, desarrollo y supervisión de la gestión ambiental en la playa La Arenilla. Al respecto, se plantea la elaboración de un Programa de gestión ambiental que comprenda estos aspectos.

Etapas del Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla

El Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla contempla 03 etapas: la etapa previa, que consiste en estudios y formulación de planes y proyectos; la etapa intermedia, que considera la inversión y ejecución de obras para la habilitación de la playa con fines de aprovechamiento y manejo de sus recursos naturales; y la etapa permanente, etapa de operación y mantenimiento de las obras construidas, manejo, conservación, monitoreo de los recursos y elementos naturales.

A continuación, se describe cada etapa con sus procesos y actividades correspondientes, así como en el Cuadro 45 se presenta un resumen del Programa de gestión ambiental para la playa La Arenilla.

Etapas Previa

Proceso de comunicación y sensibilización

Antes de proponer la implementación de un Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla, es conveniente la realización de campañas de concientización y/o sensibilización a través de los medios de comunicación existentes en la zona de estudio.

Este tipo de campañas permitirá explicar a los actores que intervienen en la gestión ambiental y utilización de la playa La Arenilla, la necesidad y conveniencia de implementar dicho Programa. Este proceso también contempla la recopilación de información e identificación de conflictos existentes. Así como, la identificación de los actores que participan u operan en la playa La Arenilla, con la finalidad de tomar conocimiento sobre la situación existente.

En este proceso participarían la Municipalidad distrital de La Punta, como gestor del Programa de gestión ambiental, los habitantes del distrito de La Punta y sus alrededores como usuarios de la playa La Arenilla; los ministerios del Interior (PNP), Salud (DIGESA), Defensa (DICAPI, DHN), Producción (IMARPE) y Educación (UGEL), proporcionando información sobre el área de estudio desde sus respectivos Sectores; y las Organizaciones No Gubernamentales, especialistas en materia de protección y gestión del medio ambiente, quienes asesorarían en este proceso en temas de sensibilización ambiental.

Proceso de formación de alianzas y acuerdos

Este proceso consiste en la conformación de una alianza inicial, la cual, puede ser ampliada paulatinamente entre los actores que intervendrán en el Programa de gestión ambiental de la playa La Arenilla.

La alianza tiene por finalidad establecer objetivos y metas concretas del proyecto, en este caso, la implementación de un Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla para mejorar la calidad de vida del distrito de La Punta – Callao.

El resultado final de este proceso será plasmado en la creación de mesas de concertación y diálogo, en las cuales los actores involucrados en la gestión y utilización de la playa, expondrán sus puntos de vista, así como, la forma de viabilizar el proyecto.

En este proceso participarían el Gobierno Regional del Callao como responsable de la Zonificación Urbana del Callao, la Municipalidad distrital de La Punta, como gestor y responsable del sistema de gestión ambiental, los ministerios del Interior, Salud, Defensa, Producción y Educación, quienes establecerán en coordinación con la Municipalidad de La Punta su participación en dicha alianza; la industria privada colaborando con el financiamiento para la implementación y ejecución del Programa de gestión ambiental; los habitantes del distrito de La Punta y sus alrededores como usuarios de la playa La Arenilla y co-responsables de velar por el buen funcionamiento del sistema de gestión ambiental a través de los Comité de Vigilancia Ambiental; y las Organizaciones No Gubernamentales, especialistas en materia de protección y gestión del medio ambiente, quienes asesorarán en este proceso en temas de alianzas estratégicas.

Proceso de legalización de funciones

Consiste en la formalización de un acuerdo entre los actores que intervendrán en la gestión ambiental de la playa La Arenilla.

El objetivo final del proceso consiste en que el Programa de gestión ambiental a implementar adquiera personería jurídica y tenga atribuciones claramente identificables para la gestión ambiental de la playa en forma directa o como coordinadora de las acciones de los organismos responsables.

El dispositivo de la legalización de funciones puede ser formulado a través de una Ordenanza o Acuerdo de Concejo.

En este proceso participarían el Gobierno Regional del Callao y la Municipalidad distrital de La Punta, quienes coordinarán sus políticas de ordenamiento territorial, entre sí y con el gobierno nacional, tomando como referencia las observaciones y sugerencias que al respecto hayan formulado los actores involucrados y los habitantes del distrito de La Punta en el proceso de formulación de alianzas y acuerdos.

Proceso de formulación de escenarios, evaluaciones y diagnósticos

Consiste en determinar la situación ambiental existente en la playa La Arenilla, para lo cual, se requiere la conformación de un equipo multidisciplinario que trabaje en la formulación de escenarios, evaluaciones y diagnósticos. Así mismo, se debe fomentar el debate público entre los actores sobre los temas abordados, en este proceso se deben optimizar las herramientas y técnicas disponibles para describir lo que ocurre en la playa La Arenilla, quienes son los afectados y responsables, y que costos y beneficios tiene la implementación de un Programa de gestión ambiental para la playa La Arenilla.

En este proceso participarían la Municipalidad distrital de La Punta, como gestor del Programa de gestión ambiental, los habitantes del distrito de La Punta y sus alrededores como usuarios de la playa La Arenilla; los ministerios de Salud (DIGESA), Defensa (DICAPI, DHN), Producción (IMARPE) y Educación (Universidades), proporcionando información herramientas y técnicas disponibles para la adquisición y procesamiento de datos sobre el área de estudio desde sus respectivos Sectores; al respecto, en la presente Tesis se ha utilizado dicha información y herramientas con los resultados respectivos; y las Organizaciones No Gubernamentales, especialistas en materia de protección y gestión del medio ambiente, quienes asesorarían en este proceso en temas de adquisición y procesamiento de información ambiental y geográfica.

Proceso de consolidación operativa de los usuarios a la playa

El objetivo de este proceso consiste en asistir a cada actor comprometido en la gestión ambiental en la playa La Arenilla, así como a los usuarios finales de dicha playa, de forma que cumplan con sus funciones que le corresponden desde sus diferentes niveles de acción. Contempla la asistencia en la organización, servicios, usos, de manera que los actores mejoren las prácticas disponibles.

En este proceso participarían la Municipalidad distrital de La Punta definiendo y consolidando sus funciones ambientales, el ministerio de Salud, para establecer el control de calidad ambiental, el ministerio del Interior, en su rol de seguridad ciudadana en épocas de verano (resguardo policial y salvavidas); el ministerio de Defensa, en la regulación del uso de embarcaciones de pesca y recreativas en la zona de estudio; la participación de la ciudadanía definiendo las buenas prácticas ambientales que deben seguir para la protección y conservación del playa, así como la conformación del Comité de Vigilancia Ambiental, en coordinación con la Municipalidad; y los roles que le tocan desempeñar a las Organizaciones No Gubernamentales desde el punto de vista de protección y conservación de la playa.

Proceso de organización de la administración

Consiste en la implementación de un sistema de administración del Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla que permita el cumplimiento de las funciones de los procesos descritos en sus etapas correspondientes, contempla entre otros, la gestión administrativa, financiamiento, registro de actores, contraloría, fiscalización, adquisición de equipamiento, contrato de personal y consultores.

Participarían la Municipalidad distrital de La Punta en la implementación del sistema de administración con el asesoramiento de Organizaciones no Gubernamentales especialistas en la materia, la participación del Gobierno Regional del Callao y la industria privada como supervisores de los fondos que proveen para el financiamiento del proyecto.

Etapas Intermedia

Proceso de valorización económica y formulación de estrategias

Los procesos anteriormente descritos, suministran los elementos necesarios para calcular costos y beneficios, así como, para diseñar estrategias y elaborar el plan para la implementación del Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla.

Una vez que se logre diseñar dicha Etapa, permitirá conocer la intención de las acciones a ejecutar y coordinar aquellas que así lo requieran, incluyendo la sustentación económica y financiera del proyecto.

En este proceso participarían la Municipalidad distrital de La Punta, como gestor del Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla, el Gobierno Regional del Callao y las Organizaciones No Gubernamentales quienes asesorarían a la Municipalidad en la formulación del Proyecto.

Proceso de habilitación de la playa

El proceso consiste en iniciar los trabajos de ingeniería de costa como son la modificación de las defensas extentas de la playa La Arenilla, limpieza de los canales de ingreso Este y Oeste, dragado la de zona Oeste que se encuentra colmatada por sedimentos y la habilitación de zonas de recreación y descanso en la playa.

En este proceso participarían la Municipalidad distrital de La Punta, como coordinador de los trabajos de habilitación de la playa, el Gobierno Regional del Callao con maquinaria pesada y supervisando el cumplimiento que los planes de ordenamiento del uso y ocupación del territorio en la zona de estudio, la industria privada y las Organizaciones No Gubernamentales, con el financiamiento y asesoramiento.

Etapa Permanente

Proceso de implementación y operación de la gestión ambiental en la playa

Consiste en implementar a través de herramientas de gestión ambiental para playas, mejorar en forma constante la calidad y buen estado de la playa La Arenilla, para lo cual, se tomará como referencia la "Guía de interpretación de los criterios Bandera Azul para playas" de la FEEE (Ref. 55), mecanismo que contempla 27 lineamientos que debe cumplir la autoridad local, en este caso la Municipalidad distrital de La Punta.

Los criterios están agrupados en 4 variables: calidad de agua de mar; información y educación ambiental; gestión ambiental, infraestructuras y servicios; y seguridad, servicios e instalaciones. Así mismo, entrará en funcionamiento el Comité de Vigilancia Ambiental, siendo su función principal velar por el cumplimiento de los criterios antes descritos a fin de colaborar con el Programa de gestión ambiental en la playa.

En este proceso participarían la Municipalidad distrital de La Punta con la implementación de la guía de interpretación de los criterios Bandera Azul para playas, con el asesoramiento de Organizaciones no Gubernamentales especialistas en gestión ambiental; la información y servicios que proporcionen los ministerios del Interior (PNP) y de Salud (DIGESA); y la participación de los vecinos del distrito en la conformación y funcionamiento del Comité de Vigilancia Ambiental.

Proceso de conservación de la geomorfología de la playa, hábitat silvestre y biodiversidad

Este proceso consiste en la determinación del Plan de recuperación ambiental de zonas a lo largo de la playa y su entorno, así como la recuperación de hábitats biológicos que posiblemente se dañen como consecuencia de los trabajos de ingeniería y la implementación del sistema de gestión ambiental en la playa, para lo cual, se tiene que tener presente que los planes de ordenamiento del uso y ocupación del territorio se realicen tratando de respetar al máximo las condiciones naturales de la zona.

Para ello, es necesario que para recuperar y mantener la capacidad de la playa La Arenilla en sus aspectos originales, en particular conservar la biodiversidad y el paisaje, lo cual se logrará con el monitoreo y evaluación periódico de los parámetros oceanográficos, meteorológicos, hidrográficos y biológicos.

En este proceso participarían la Municipalidad distrital de La Punta, como gestor del sistema de gestión ambiental, el Gobierno Regional del Callao con los planes de ordenamiento del uso y ocupación del territorio, los ministerios de Salud (DIGESA), Defensa (DICAPI, DHN), Producción (IMARPE) y Educación (UGEL), proporcionando información periódica sobre el área de estudio.

Proceso de control de contaminación, protección de zonas costeras de erosión y sedimentación

Consiste en la implementación de planes de contingencia que debe considerar la Municipalidad en caso de presentarse situaciones que afecten el buen funcionamiento de la playa La Arenilla, como son el derrame de hidrocarburos o sustancias nocivas, brotes de epidemia causados por contaminación microbiológica y desastres naturales como tsunamis. Estos planes deben considerar la no utilización de la playa, la evacuación de los veraneantes, la evacuación de los habitantes del distrito que circundan la playa entre otros aspectos.

Por otro lado, la Municipalidad deberá considerar un programa de monitoreo de probables zonas de erosión y sedimentación que se puedan producir en la playa La Arenilla, para lo cual, considerarán levantamientos batimétricos en forma periódica para determinar la configuración del fondo marino y el perfil costero en la playa La Arenilla.

En este proceso participarían la Municipalidad distrital de La Punta, el Gobierno Regional del Callao con el apoyo en las diferentes fases de la contingencia, los ministerios del Interior (PNP), Salud (DIGESA), Defensa (DHN), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), proporcionando información y medios requeridos para afrontar la situación adversa y la colaboración de los habitantes y veraneantes de la playa La Arenilla.

A continuación, se presenta un resumen del Programa de gestión ambiental para la playa La Arenilla:

Cuadro 45. Proceso de gestión ambiental en la playa La Arenilla.

Etapas de Gestión en la Playa La Arenilla	Descripción de los Procesos y Actividades	Participación de los Actores											
		GORE Callao	M La Punta	MINT	MINSA	MINDEF	MIPRODUCE	MINEDU	INDECI	ONGs	Ind. Privada	P. Ciudadana	
Previa	Proceso de comunicación y sensibilización												
	Campañas de concientización		x									x	x
	Recop. información e identificación de conflictos		x	x	x	x	x	x					x
	Identificación de entidades que participan en la playa		x										x
	Proceso de formación de alianzas y acuerdos												
	Conformación de Alianza inicial		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Determinación de Objetivos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Creación de mesas de concertación y diálogo		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Proceso de legalización de funciones												
	Formulación de dispositivo legal		x										
	Determinación de las Funciones de los actores		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Proceso de formulación de escenarios, evaluaciones y diagnósticos												
	Evaluación y diagnóstico de la situación existente		x		x	x	x	x			x		x
	Fomentar el debate público entre los actores		x										
	Proceso de consolidación operativa de los usuarios a la playa												
	Asist. actores que intervienen en la gestión		x	x	x	x					x		
	Asist. actores que intervienen en el uso		x								x		x
	Conformación del Comité de Vigilancia Ambiental		x										x
	Proceso de organización de la administración												
	Creación de un sistema de administración		x										
	Registro de actores		x										
Financiamiento		x	x							x	x		
Contraloría y fiscalización		x	x										
Adquisición de equipamiento		x								x			
Contrato de personal y consultores		x								x			
Intermedia	Proceso de valorización económica y formulación de estrategias												
	Elaboración del plan de trabajo		x	x							x		
	Sustentación económica y financiera del programa		x	x							x		
	Proceso de habilitación de la playa												
	Obras de Ingeniería de costa		x	x							x	x	
Trabajos de dragado		x	x							x	x		
Habilitación de zonas de recreación y descanso		x	x							x	x		
Permanente	Proceso de Implementación y operación del sistema de gestión ambiental en la playa												
	Calidad de agua de mar		x		x	x					x		
	Información y educación ambiental		x					x		x		x	
	Gestión ambiental, infraestructuras y servicios		x							x	x		
	Seguridad, servicios e instalaciones		x	x						x		x	
	Funcionamiento del Comité de Vigilancia Ambiental		x							x		x	
	Proceso de conservación de la geomorfología de la playa, hábitat silvestre y biodiversidad												
	Deter. Plan de Ordenamiento del uso de la playa		x	x		x	x	x			x		
	Monitoreo y evaluación de parámetros oceanográficos					x	x						
	Monitoreo y evaluación de parámetros meteorológicos					x							
	Monitoreo y evaluación de parámetros hidrográficos					x							
	Monitoreo y evaluación de parámetros biológicos					x	x						
	Recuper. zonas dañadas por obras de ingeniería		x	x							x		
	Recuperación de hábitats biológicos afectados		x			x	x						
Proceso de control de contaminación, protección de zonas costeras de erosión y sedimentación													
Implement. planes de contingencia y evacuación		x	x	x	x	x			x		x		

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones (C)

Oceanografía

- C1 La playa La Arenilla presenta características ambientales propias de aguas someras costeras; sin embargo, por encontrarse semi cerrada, posee escasa circulación.
- C2 La circulación marina en la playa La Arenilla es casi nula, debido a que los canales de ingreso Este y Oeste están afectados por la colmatación del canal central, debido a un proceso de dispersión hacia el sureste y otro de reflexión cerca del fondo, de la circulación marina superficial y sub superficial respectivamente, que provienen de la bahía de Miraflores; así como, por la presencia de rocas en el canal de ingreso Este y Oeste; y la sedimentación en la zona adyacente al canal de ingreso Oeste, permitiendo sólo la recirculación en zonas próximas a ellas.
- C3 La presencia de defensas extentas en la playa La Arenilla, ocasionan la disminución de las alturas de olas significativas que provienen de la bahía de Miraflores al interior de la zona de estudio, por consiguiente, su efecto de erosión disminuye.
- C4 El ciclo de marea desempeña un papel importante con la circulación marina de la playa La Arenilla, debido a que las masas de agua provenientes de la bahía de Miraflores, actúan incrementando o disminuyendo la velocidad de las corrientes en la zona de estudio, en función a su estado (pleamar o bajamar).

- C5** La distribución térmica superficial en la playa La Arenilla, presentó valores en promedio, superiores con respecto a la multianual (incremento de 3,3 °C). La distribución de la salinidad superficial, presentó valores que son propios de la zona y la época; sin embargo, en la zona externa se registraron valores se encuentran debajo de lo normal y están asociados a una zona de mezcla, donde tiene gran influencia las descargas de los colectores ubicados en la zona adyacente a la bahía de Miraflores. El oxígeno disuelto en el agua de mar indicó valores de ligeramente debajo de lo normal.
- C6** La concentración promedio de los nutrientes en la playa La Arenilla (fosfatos, nitritos y nitratos), están comprendidos dentro de los rangos normales, correspondientes para la zona costera del Callao; sin embargo, la concentración de silicatos indicaron valores altos, específicamente en la zona central y Oeste de la playa La Arenilla, originada por la alta concentración de macro algas y diatomeas.
- C7** La concentración de sulfuro de hidrógeno registró valores elevados en el área, cuya acumulación es favorecida por la configuración semicerrada de la playa y escasa profundidad; lo cual, es perjudicial para la supervivencia de los recursos, en especial los bentónicos. La concentración de DBO₅, registró valores normales. El pH superficial registró valores ligeramente altos, en la zona central y Oeste de la playa, originada por la alta concentración y descomposición de macro algas.
- C8** La composición granulométrica del fondo marino de la playa La Arenilla, en general presenta textura mayormente gruesa constituida por grava, arena gruesa y media, acompañan en menor proporción material como limo y arcilla. Sin embargo, en la zona del canal de ingreso Oeste (área de sedimentación), se puede apreciar que está constituido en más del 95 % por material arenoso pobremente gradado, acompañado por limo en pequeña proporción.

Meteorología marina

C9 Los parámetros meteorológicos para la playa La Arenilla, son muy similares a las que se registran en la Estación Meteorológica de Chuchito – Callao; por consiguiente, los valores registrados en la playa La Arenilla, están comprendidos dentro de los rangos normales, correspondientes para la zona costera del Callao.

Hidrografía

C10 El levantamiento hidrográfico ha permitido identificar cambios geomorfológicos en la playa La Arenilla con respecto al levantamiento hidrográfico efectuado en el año 1987; así la carta batimétrica, indica el aumento y disminución de profundidades en la zona central, mientras que en la zona Oeste, el área de sedimentación ha aumentado en + 9598,00 m², lo cual nos indica que el problema de sedimentación continúa y está en aumento.

Biología marina

C11 La composición de la producción primaria y secundaria en la playa La Arenilla fue normal para aguas someras costeras y tolerantes a altos niveles de contaminación marina.

C12 Se identificaron 24 unidades taxonómicas que corresponden a la macro fauna bentónica, entre crustáceos, moluscos, anélidos y equinodermos; 38 especies de peces, principalmente en sus fases juveniles, siendo la especie ictica que predomina la *Mugil cephalus* "lisa", la cual se alimenta principalmente *Ulva lactuca*, anfipodos y detritus orgánico y se desarrolla en zonas de contaminación; 38 especies de aves de las cuales 26 son migratorias ya sea neártica y del sur de Sudamérica, dominando la gaviota de Franklin (*Larus pipixcvan*) y la gaviota de capucho gris (*Larus cirrocephalus*).

- C13 Se identificaron 7 especies de algas macroscópicas, predominando la *Ulva lactuca* "lechuga de mar", la cual por efecto de las mareas, circulación marina y vientos tienden a depositarse hacia la orilla del lado norte de la playa La Arenilla, situación que origina su descomposición, ocasionando en algunos lugares la producción de ácido sulfídrico (H₂S), perjudicial para la supervivencia de los recursos marinos, y la presencia de olores fétidos que afectan a los habitantes del distrito de La Punta.
- C14 La calidad microbiológica del agua de mar en la playa La Arenilla, en la mayor parte del año, sobrepasa el LMP establecido por la Ley de General Aguas para la Clase IV (Aguas de zonas recreativas de contacto Primario, es decir, baños y similares). Así mismo, existe una zona de contaminación crónica y puntual en las inmediaciones del coliseo Municipal.

Participación ciudadana

- C15 Para el 73,9% de los habitantes del distrito de La Punta, consideran que el nivel de la calidad ambiental del agua de mar en la playa La Arenilla es deplorable o malo. El 34,2% consideran que el nivel de información y educación ambiental es deficiente o no existe. El 18,0% consideran que el nivel de la calidad de la gestión ambiental, infraestructura y servicios existentes es deficiente o no existe y el 46,8% consideran que la calidad de la seguridad, servicios e instalaciones no existe o es muy precario. Finalmente, para el 29,7% de los habitantes del distrito de La Punta la calidad ambiental en la playa La Arenilla, es satisfactoria o buena.
- C16 El 49,5% de los habitantes consideran que el modo más eficaz de participación ciudadana que contribuya con la gestión ambiental de la playa La Arenilla, es a través, de un Comité de Vigilancia Ambiental Vecinal.

Modelamiento Numérico

- C17 Las simulaciones de transporte de sedimentos indican que zona del canal de ingreso Oeste se caracteriza por presentar una área de sedimentación; así mismo, la zona central de la playa ubicada en la parte Este, se caracteriza por la presencia de zonas de sedimentación y zonas de fuerte erosión; teniendo que validarse con mediciones de campo.
- C18 El transporte de sedimentos en la playa tiene dirección de Noreste a Suroeste, con un promedio de transporte de sedimentos de $-724,09 \text{ m}^3/\text{año}$ (calculados para el periodo 1987-2005), lo cual nos indica que la playa se encuentra perdiendo sedimentos como resultado de los procesos de erosión y sedimentación.
- C19 La erosión de la zona central de la playa puede estar asociada a las actividades de excavación que viene realizando periódicamente la Municipalidad del distrito de La Punta, con la finalidad de evitar el estancamiento del agua de mar en la playa La Arenilla.
- C20 Las simulaciones de circulación marina con los escenarios planteados, muestran que el escenario 03 mejora la circulación en la playa La Arenilla. Esto permitirá que exista mayor recambio de aguas de la playa con el medio exterior.
- C21 La ampliación del espacio entre las defensas extentas 01 y 02 en 5,0 m más, la reducción de la defensa extenta 03 en 30,0 m menos y la ampliación del espacio entre las defensas extentas 03 y 04 en 10,0 m más; permitirá una mayor circulación marina uniforme y por consiguiente, evitará que el transporte de sedimentos se deposite y/o erosione en la playa La Arenilla.

Gestión Ambiental

- C22 La Gestión Ambiental en el distrito de La Punta, no está acorde con las exigencias de los programas de manejo de playas que se ejecutan a nivel internacional.
- C23 La Municipalidad desarrolla actividades a fin de proteger el medio ambiente marino costero, sin embargo, no posee las herramientas adecuadas que permitan hacer efectiva una gestión ambiental en las playas del distrito.
- C24 La Municipalidad del distrito de La Punta no difunde adecuadamente las acciones sobre información y educación ambiental que realiza, originando que los habitantes del mencionado distrito no se encuentren informados sobre las acciones que se realizan.
- C25 Para los habitantes del distrito de La Punta, la calidad de la gestión ambiental, infraestructura y servicios existentes en la playa La Arenilla, es insatisfactorio.
- C26 La gestión ambiental en la playa La Arenilla, debe ser considerada como una actividad vinculada al manejo y conservación de los elementos y recursos naturales que se desarrollan en ella, debiendo considerar la participación de organismos del Estado, entidades privadas, organizaciones no gubernamentales y la participación de la ciudadanía para la organización, desarrollo y supervisión de un Programa de gestión ambiental en la playa La Arenilla.

6.2 Recomendaciones (R)

Para que la playa La Arenilla recupere su condición de una zona recreacional, deportiva, ecoturística, socioeconómica, educativa, científica y paisajista, se requiere desarrollar el programa de gestión ambiental para la playa, propuesto en el Capítulo V, en el cual, se consideren las siguientes recomendaciones:

Gestión Ambiental

R1 Conformar un Comité de Coordinación en la Municipalidad distrital de La Punta, con la participación de organismos del Estado, empresas privadas, ONGs y la ciudadanía, con la finalidad de desarrollar el mencionado programa de gestión ambiental; con lo cual, se alcanzarán los siguientes objetivos:

Lograr una óptima circulación marina en la playa La Arenilla, a fin de evitar los procesos de sedimentación y erosión, estancamiento de agua de mar en fase de bajamar y la varazón de algas macroscópicas que generen procesos de descomposición, afectando los recursos marinos y a los habitantes del distrito de La Punta.

Implementar un Plan de Gestión Ambiental en la playa La Arenilla, acorde con las exigencias de los programas de manejo de playas que se desarrollan a nivel internacional; para lo cual, tomará como referencia la Guía de interpretación de los criterios Bandera Azul para playas que contempla los siguientes aspectos: calidad del agua de mar, información y educación ambiental; gestión ambiental, infraestructuras, servicios; y seguridad e instalaciones.

Oceanografía

R2 Realizar un monitoreo de los parámetros oceanográficos en la Playa La Arenilla y la zona de mar adyacente, que permita disponer de información periódica, a fin de determinar su variabilidad en el espacio y tiempo.

Meteorología marina

- R3 Realizar un monitoreo de los parámetros meteorológicos en la zona de la Playa La Arenilla, que permita disponer de información periódica, a fin de determinar su variabilidad en el espacio y tiempo.

Hidrografía

- R4 Realizar un monitoreo del perfil costero y batimétrico de la playa La Arenilla, en función a los procesos de erosión y sedimentación que se presentan en la zona, con la finalidad de tomar medidas oportunas que eviten su deterioro ambiental.

Biología marina

- R5 Realizar un monitoreo de los aspectos biológicos y microbiológicos en la Playa La Arenilla, que permita disponer de información periódica, a fin de determinar su variabilidad en el espacio y tiempo.
- R6 Realizar estudios que permitan el aprovechamiento de algas macroscópicas, de la especie *Ulva lactuca* "lechuga de mar" en la industria alimentaria y cosmética.

Participación ciudadana

- R7 Desarrollar y difundir entre los habitantes del distrito de la Punta, programas de información y educación ambiental, que contribuya en la gestión ambiental en la playa La Arenilla y otras playas del distrito.
- R8 Conformar un Comité de Vigilancia Ambiental Vecinal, con la participación activa de los habitantes y la Municipalidad del distrito de La Punta, que contribuya permanentemente en la gestión ambiental de la playa La Arenilla y otras playas del distrito; así como, promueva las buenas prácticas ambientales en el cuidado y la preservación de las mismas.

Modelamiento Numérico

- R9 Ampliar los espacios entre las defensas extentas 01 y 02 en 5,0 m, y entre las defensas extentas 03 y 04 en 10,0 m; reducir la defensa extenta 03 en 30,0 m; lo cual, permitirá una mayor circulación marina uniforme y por consiguiente, evitará que el transporte de sedimentos se deposite y/o erosione en la playa La Arenilla.
- R10 Retirar el material colmatado en el canal central de ingreso de agua de mar en la playa La Arenilla, de manera que facilite el funcionamiento de los canales de comunicación Este y Oeste.
- R11 Retirar inicialmente con maquinaria pesada los sedimentos consolidados en la zona de sedimentación ubicada en el canal Oeste, posteriormente, efectuar operaciones de dragado; a fin de alcanzar la batimetría inicial, es decir, antes de la instalación de las defensas extentas (año 1965).
- R12 Evaluar las actividades de excavación en la zona del canal Oeste, a cargo de la Municipalidad distrital de La Punta, con la finalidad de evitar que el lecho marino de la zona central continúe erosionando.
- R13 Efectuar la simulación del escenario 03 con una mayor escala de tiempo a fin de conocer el comportamiento estacional de la circulación marina en la playa La Arenilla.
- R14 Elaborar un prototipo de modelo hidráulico, basado en el escenario 03, que permita conocer el comportamiento de la playa La Arenilla.
- R15 Considerar para el dimensionamiento de las obras a ejecutar, las técnicas de modelamiento numérico UNIBEST y POM, utilizados en el presente trabajo de investigación.

R16 Realizar la simulación numérica de la propagación de olas en los escenarios planteados con la finalidad de analizar el efecto de las olas sobre el área de estudio y complementar de esta manera los resultados obtenidos con los modelos numéricos UNIBEST y POM.

FUENTES DE INFORMACIÓN

01. Armas, C.; Armas, C. Tecnología Ambiental: en nuestro hogar la nave sideral tierra. 1ra. Ed. APLI GRAF S.R.L. Trujillo – Perú, 2001, pp 34, 41, 172, 176.
02. Chávez, G., Elementos de Oceanografía, 1ra. Ed. México, Continental 1975, pp 38-45, 68-69, 71-72, 74, 113, 118.
03. Código Penal, Código de Procedimientos Penales. Trujillo - Perú: Editora Normas Legales S. A. 1999, pp 103, 108-111.
04. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Protocolo para la Conservación y la Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste, Paipa, Colombia, 1989.
05. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Protocolo para Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación proveniente de Fuentes Terrestres, Quito, Ecuador, 1983.
06. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el Combate Contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas en Casos de Emergencia, Lima - Perú, 1981.
07. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste Lima, Perú, 1981.
08. Constitución Política del Estado Peruano (1993). 2da. Perú: Acuario. 2003, pp 6,12,27.

09. Consejo Nacional del Medio Ambiente, Diagnóstico Ambiental y Propuestas Técnicas para la Recuperación de la Bahía El Ferrol. Martha Alvarez. Lima – Perú 2000, pp 23.
10. Cousteau, J. Cousteau Enciclopedia del Mar. Vol. 1. Ed. Rombo, S.A. Barcelona – España 1993, pp 52.
11. Cousteau, J. Cousteau Enciclopedia del Mar. Vol. 5. Ed. Rombo, S.A. Barcelona – España 1993, pp 8.
12. Collazos, J. El Estudio de Mercado en los Proyectos de Inversión. Lima – Perú: San Marcos, 2002.
13. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Atlas Hidrográfico del Perú. Bahía Callao, Isla San Lorenzo y Chorrillos. Escala 1/50000. 8 va. Perú, 1984.
14. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Levantamiento batimétrico para dragado de la poza “La Arenilla”. Informe del levantamiento Diciembre 1986 – Enero 1987.
15. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Atlas Hidrográfico del Perú. Bahía Callao, Isla San Lorenzo y Chorrillos. Escala 1/50000. 2 da. Perú, 1993.
16. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Caracterización de la Dinámica Costera en La Punta – Callao. Informe Técnico 1994.

17. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Estudio de Corrientes Superficiales en la Bahía de Ferrol aplicando el modelo POM. Informe de Estudio Técnico Marzo 2004, pp. 10, 14-15, 30-31, 34.
18. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Tabla de Mareas de la costa del Perú. HIDRONAV - 3. Perú, 2005, pp. 50-53.
19. Dourojeanni A., Gestión de Cuencas y Ríos vinculados con Centros Urbanos. CEPAL. LC/R. 1948. 1999. pp 31-36.
20. Escuela Naval Militar Argentina. Apuntes de Meteorología. Tema 14: Meteorología Marítima. Publicación 530. Argentina, 1998. pp 7-8.
21. Foy, P, Derecho y Ambiente. Nuevas aproximaciones y estimativas. Vol. II. 1ra. Ed. Perú, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2001, pp 34-36, 38-40, 46-47, 81, 199-200.
22. Fuentes C., Ingeniería Portuaria. México. Editorial Limusa, 1988, pp 56-58.
23. Fuentes, O, Ingeniería Portuaria. 1ra. Ed. Perú, COPER Editores 2001, pp 113-117, 119, 121-122, 136-139.
24. Hernandez, R; Femandez, C; Baptista, P; Metodología de la Investigación. 1ra. Ed. McGRAW-HILL/Panamericana Formas e Impresos S.A. Colombia 1997, pp 10-19, 107-206, 207-237, 239-341, 347-434.
25. Hunt, D.; Jonson, C, Sistemas de Gestión Medioambiental. Principios y práctica. 1ra. Ed. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA; S.A.U. España 1996, pp 23.

26. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Anuario de Estadísticas Ambientales 2004. Talleres de la oficina de Administración del INEI. Lima, Abril 2005, pp 80-81,118.
27. Instituto Cuanto, El Medio Ambiente en el Perú Año 2001, Editorial e Imprenta Desa S.A., Lima, 2002, pp. 189-190.
28. Organización Hidrográfica Internacional, Normas de la OHI para los Levantamientos Hidrográficos, Mónaco, 1998. Publicación Especial N° 44. pp. 11-12.
29. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO, Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, Ramsar, 1971.
30. Organización de las Naciones Unidas, Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, Estocolmo, 1972.
31. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO, Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, París 1972.
32. Organización Marítima Internacional, Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78), Londres, 1973.
33. Organización de las Naciones Unidas, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Rio de Janeiro, 1992
34. Monge, C, Geografía Física. 1ra. Ed. Perú, Talleres Gráficos de la Imprenta de la Marina 1982, pp 244.

35. Perú, Ley General de Aguas, Lima, Decreto Ley N° 17752 de fecha 24 julio 1969.
36. Perú, Código Sanitario del Perú, Lima, Decreto Ley N° 17505 de fecha 18 marzo 1969.
37. Perú, Municipalidad Distrital de La Punta – Callao, Resolución Municipal 018-76-MA/DC, de fecha 16 setiembre 1976.
38. Perú, Reglamento de Zonificación General de Lima Metropolitana – Reglamento de Zonificación Urbana del Callao 045-79-VC-5500.
39. Perú, Reglamento de los Títulos I II y III de la Ley de Aguas, Lima, Decreto Supremo N° 007-83 SA de fecha 17 marzo 1983.
40. Perú, Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, Lima, Decreto Ley N° 757 de fecha 13 noviembre 1991.
41. Perú, Ley General de Pesca, Lima, Decreto Ley N° 25977, de fecha 07 noviembre 1992.
42. Perú, Ley de Control y Vigilancia de las Actividades Marítimas, Fluviales y Lacustre, Lima, Decreto Ley N° 26620, 07 junio de 1996.
43. Perú, Ministerio de Defensa, Marina de Guerra del Perú, Dirección General de Capitanías y Guardacostas, Lima, Resolución Directoral N° 0052-96-DCG, de fecha 29 febrero 1996.
44. Perú, Ministerio de Defensa, Marina de Guerra del Perú, Dirección General de Capitanías y Guardacostas, Lima, Resolución Directoral 0127-97/DCG, de fecha 11 junio 1997.

45. Perú, Ley para el Desarrollo de la Actividad Turística, Lima, Decreto Ley N° 26961 de fecha 02 junio 1998.
46. Perú, Presidencia del Consejo de Ministros, Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Lima, Decreto Supremo Nro. 044-98 PCM de fecha 06 noviembre de 1998.
47. Perú, Municipalidad Distrital de La Punta - Callao, Acuerdo de Consejo 011/99-MDLP, 03 junio 1999.
48. Perú, Ley Orgánica de Municipalidades, Lima, Decreto Ley N° 23853, de fecha 06 mayo 2003.
49. Perú, Ley General del Ambiente, Lima, Ley N° 28611 de fecha 15 octubre 2005.
50. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Atlas Oceanográfico para la Educación. 1ra. Ed. Chile, 1994, pp 8, 13, 34-35, 37.
51. Troll, J., Evaluación y Ordenamiento Ambiental para el establecimiento de un Área Protegida en la Poza de La Arenilla, La Punta (Callao). Lima, Universidad Ricardo Palma, 2000. Tesis de Licenciatura en Biología, pp 12, 45, 45.
52. Vera, G, El escenario ambiental internacional y los principales tratados ambientales. Política Internacional. Medio Ambiente. Revista de la Academia Diplomática del Perú. Enero – junio 2000, pp 34, 37.
53. WL / Delft Hydraulics. UNIBEST: A Software Suite for Simulation of Sediment Transport Processes and related Morphodynamics of beach Profiles and Coastline Evolution. Manual. October 1994, pp 4, 5, 7, 9

54. Yamashiro, C.; Tafur, R.; Jacinto, M. E.; et al. Determinación de las Condiciones Bioambientales de la Poza La Arenilla, La Punta, Callao. Informe Progresivo del Instituto del Mar del Perú. Callao (PE), (51): (3 – 26), feb 1997.
55. Zuta, S.; Guillen, O. Oceanografía de las Areas Costeras del Perú. Informe Progresivo del Instituto del Mar del Perú. Callao (PE), (5): (157 - 324), 1970.

Fuentes de Información en Internet

56. Blue Flag Campaign
Beach Criteria
<http://www.blueflag.org/Criteria/Beaches>
57. Bolívar Troncoso Morales, Máster en Ecoturismo.
Modelo Ambiental para el Turismo Convencional Sostenible.
<http://www.une.edu.ve/conpeht/esp/conferencia2.doc>
58. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. CONICYT
Sistema Integrado de Registros de Corrientes y Olas (SIRCO) aplicado al monitoreo, la modelación y el diagnóstico de bahías, fiordos y zonas costeras.
<http://www.fondef.cl/bases/fondef/PROYECTO/03//D03I1104.HTML>
59. Comisión Nacional del Medio Ambiente. CONAM
Lineamientos para la Formulación y Ejecución del Programa Nacional y los Planes Regionales de Manejo Integrado de Zonas Marino Costeras.
<http://www.conam.gob.pe/documentos/ordenamientoambiental/LINEA%20DE%20MANEJO%20INTEGRADO%20ZMCVERFINL.doc>

60. Deflt Hydraulics

UNIBEST

<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.wldelft.nl/soft/chess/unibest-cl/&prev=/search%3Fq%3Dunibest%26hl%3Des%26lr%3D>

61. Pontificia Universidad Católica del Perú. PUCP

Estudio de los procesos erosivos y deposicionales en el litoral adjunto al puerto de Salaverry.

<http://www.pucp.edu.pe>

62. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUMA

Programa Ambiental del Caribe. Informe Técnico Nro. 2.

<http://www.pnuma.org.mx/rolac/documentos/broshure/2004>

63. Revista Ambientum

Certificación AENOR para la gestión de playas. Edición 2004 – Aguas

http://www.ambientum.com/revista/2004_07/PLAYAS

64. Revista Consumer.es EROSKI

Certificación AENOR para la gestión de playas

<http://www.revista.consumer.es/20040701/actualidad/informe1>

ANEXO N° 1**FICHA SOCIO – DEMOGRÁFICA**

Edad: () 18 a 26 () 27 a 39 () 40 a 52 () 53 a 65

Sexo: () Masculino () Femenino

Estado Civil: () Soltero () Casado () Divorciado () Viudo () Otro

Nivel Educativo: () Primaria () Secundaria () Tecnológico () Universitario

Situación Laboral: () Con empleo () Sin empleo

Distrito de Residencia: () La Punta () Otro distrito

Lugar de Veraneo: () Cantolao () La Arenilla () Otra Playa

Fecha:

ANEXO N° 2

CUESTIONARIO SOBRE ACTITUDES DE LOS HABITANTES DEL DISTRITO DE LA PUNTA CON RESPECTO EN LA PLAYA LA ARENILLA

Estimado (a) colaborador (a):

El presente Cuestionario forma parte de un estudio que servirá para elaborar una tesis de grado (Maestría) acerca del Mejoramiento de la Calidad Ambiental en la Playa La Arenilla del distrito de La Punta – Callao, llamada también “La Poza”, su finalidad está relacionada únicamente al aspecto académico, por lo que solicitamos se sirva desarrollar el contenido en forma voluntaria, totalmente confidencial y anónima.

Le solicitamos contestar el cuestionario con la mayor sinceridad posible.

Edad: () 18 a 26 () 27 a 39 () 40 a 52 () 53 a 65
 Sexo: () Masculino () Femenino
 Estado Civil: () Soltero () Casado () Divorciado () Viudo () Otro
 Nivel Educativo: () Primaria () Secundaria () Tecnológico () Universitario
 Situación Laboral: () Con empleo () Sin empleo
 Distrito de Residencia: () La Punta () Otro distrito
 Lugar de Veraneo: () Cantolao () La Arenilla () Otra Playa
 Fecha:

CALIDAD DEL AGUA (*)

1.- ¿Cómo considera Ud. la calidad del agua de mar en la playa La Arenilla?

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Mala
- Muy mala

- 2.- ¿Considera Ud. que en la playa La Arenilla existen algas u otro tipo de vegetación acuática que puede acumularse, pudrirse y causar olores desagradables?
- Sí
 - No

INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL (*)

- 3.- ¿La Municipalidad cumple con exponer información actualizada sobre la calidad del agua en la playa La Arenilla, que le permita a Ud. conocer si la playa se encuentra contaminada o no?
- Sí
 - No
- 4.- ¿La Municipalidad cumple con exponer información sobre espacios naturales sensibles y especies protegidas de la zona costera, incluyendo su flora y fauna en la playa La Arenilla?
- Sí
 - No
- 5.- ¿Tiene conocimiento Ud. que la Municipalidad promueve la realización de actividades de educación ambiental, donde se promueva el conocimiento y respeto del litoral y del mar?
- Sí
 - No

GESTION AMBIENTAL, INFRESTRUCTURA Y SERVICIOS (*)

- 6.- ¿Considera Ud. que la Municipalidad posee en la zona de la playa La Arenilla un sistema de instalación, mantenimiento y vaciado regular de un número adecuado de papeleras?
- Sí
 - No

- 7.- ¿Considera Ud. que la Playa La Arenilla es una zona considerada:
- Playa de veraneo
 - Lugar para actividades deportivas
 - Zona de pesca
 - Atractivo turístico
 - Área arqueológica
 - Área natural protegida
- 8.- ¿Considera Ud. que durante la temporada de verano se efectúa regularmente la limpieza de la playa La arenilla?
- Sí
 - No
- 9.- ¿Cuál de las siguientes actividades considera Ud. la más eficaz a la hora de incidir en una mayor sensibilización del medio ambiente para proteger y conservar la playa La Arenilla?
- Información (prensa, TV, radio, folletos...)
 - Formación (educación formal y no formal)
 - Sanciones ante las infracciones cometidas
 - Gestión municipal ejemplar
 - Otro: (especificar)
- 10.- ¿Cuál de estos elementos le parece a Ud. el más importante para que un proceso participativo de desarrollo local tenga éxito?
- Voluntad política
 - Planificación con objetivos alcanzables
 - Recursos materiales y humanos adecuados
 - Movilización ciudadana
 - Otro: (especificar)

- 11.- ¿En cuanto a la movilización ciudadana, como estaría Ud. dispuesto a contribuir con la gestión ambiental de la playa La Arenilla?
- A través de Juntas Vecinales
 - A través de un Comité de Vigilancia Ambiental Vecinal
 - Con aporte de recursos financieros
 - No participaría
 - Otro: (especificar)

SEGURIDAD, SERVICIOS E INSTALACIONES (*)

- 12.- ¿Considera Ud. que existen accesos fáciles y seguros para llegar a la playa La Arenilla?
- Sí
 - No
- 13.- ¿Conoce Ud. la existencia de sanitarios adecuados y limpios para el uso de los veraneantes en la playa La Arenilla?
- Sí
 - No
- 14.- ¿Conoce Ud. de la presencia de salvavidas en la playa La Arenilla durante la temporada de verano?
- Sí
 - No
- 15.- ¿Tiene Ud. conocimiento sobre la prohibición y control de animales domésticos en la playa La Arenilla?
- Sí
 - No

16.- ¿Considera Ud. que la apariencia y mantenimiento de las casas y edificios que se encuentran en el entorno de la playa la Arenilla es aceptable?

Sí

No

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

(*) Títulos considerados sólo para efectos de procesamiento de la información, no considerada como parte de la encuesta

ANEXO N° 3

**INFORMACIÓN DEL IX CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN Y IV DE
VIVIENDA 1993 CORRESPONDIENTE AL DISTRITO DE LA PUNTA –
CALLAO**

Distrito: **LA PUNTA**
Cuadro: Población Total Urbana y Rural
Día del Censo: 11 Julio 1993
Fuente: INEI - IX Censo de Población y IV de Vivienda 1993

Edad en el 2005	Edad en 1993	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
18	6	37	38	75
19	7	25	29	54
20	8	35	27	62
21	9	29	34	63
22	10	33	20	53
23	11	37	35	72
24	12	40	40	80
25	13	37	37	74
26	14	37	34	71
27	15	52	44	96
28	16	48	38	86
29	17	141	62	203
30	18	721	65	786
31	19	330	48	378
32	20	263	62	325
33	21	187	46	233
34	22	125	53	178
35	23	85	49	134
36	24	52	52	104
37	25	40	41	81
38	26	40	46	86
39	27	46	37	83
40	28	34	42	76
41	29	36	36	72
42	30	32	43	75
43	31	37	28	65
44	32	30	37	67
45	33	30	40	70
46	34	32	34	66
47	35	37	38	75
48	36	42	45	87
49	37	31	41	72
50	38	39	38	77
51	39	35	28	63
52	40	41	36	77
53	41	33	26	59
54	42	33	31	64
55	43	16	35	51
56	44	23	28	51
57	45	28	35	63
58	46	33	27	60
59	47	30	38	68
60	48	15	27	42
61	49	17	32	49
62	50	25	41	66
63	51	18	26	44
64	52	19	23	42
65	53	22	26	48
TOTAL		3,208	1,818	5026

ANEXO Nº 4

PROGRAMA EN FORTRAN 77 PARA CÁLCULO DE SEDIMENTOS EN EL
PERIODO 1987-2005

```

      program volumen
c-----
c--programa para calcular el volumen de sedimentos a partir de
c--la comparación de los datos de batimetría
c-----

c234567
      parameter(im=100)
      parameter(jm=96)
      real lon(im,jm),lat(im,jm),h(im,jm),h1(im,jm),h2(im,jm)
      real hh(im-1,jm-1),h0(2*im,2*jm)
      real dx(im,jm),dy(im,jm)
      real vo,vol,vo2,vol2
      open(3,file='bati_new.txt',status='old')
      open(4,file='bati_old.txt',status='old')
      open(5,file='bati_acum.txt',status='unknown')

c----variable-----
c bati_new.txt : archivo de batimetria de 2005
c bati_old      : archivo de batimetria de 1987
c dx(i,j)       : incremento de grilla en la direccion E-O
c dy(i,j)       : incremento de grilla en la direccion N-S
c h(i,j)        : diferencia de batimetrías
c ho(i,j)       : promedio de cuatro puntos de batimetría
c vol           : volumen total de sedimentos
c-----

      do j=1,jm
        do i=1,im
          dx(i,j)=8.3
          dy(i,j)=8.3
        enddo
      enddo

c-----leyendo archivo de batimetrías-----
      write(5,*) '=====!'
      write(5,*) '          CALCULO DEL VOLUMEN DE SEDIMENTOS          '
      write(5,*) '                    PLAYA ARENILLA                    '
      write(5,*) '          DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION          '
      write(5,*) '          DIVISION DE MODELAMIENTO NUMERICO              '
      write(5,*) '=====!'
      write(5,*) '

```



```

write(6,*) 'Leyendo batimetrías...'
do j=1,jm
  do i=1,im
    ii=2*i-1
    jj=2*j-1
    read(3,*) lon(i,j),lat(i,j),h1(i,j)
    if(h1(i,j).le.-2.0) h1(i,j)=-2.0
    if(h1(i,j).ge.2.0) h1(i,j)=2.0
    read(4,*) lon(i,j),lat(i,j),h2(i,j)
    if(h2(i,j).le.-2.0) h2(i,j)=-2.0
    if(h2(i,j).ge.2.0) h2(i,j)=2.0

    h(i,j)=h1(i,j)-h2(i,j)
    h0(ii,jj)=h(i,j)
  enddo
enddo

do j=1,jm
  write(6,11) (h(i,j),i=1,im,5)
enddo
pause
11 format(67f6.2)
c-----
write(6,*) 'Calculando el promedio de batimetría...'

do j=1,jm-1
  do i=1,im-1
    ii=2*i
    jj=2*j
    h0(ii,jj)=0.25*(h0(ii-1,jj-1)+h0(ii+1,jj-1)+
    h0(ii-1,jj+1)+h0(ii+1,jj+1))
    hh(i,j)=h0(ii,jj)
  enddo
enddo
c ----calculo del volumen

vol=0.0
write(6,*) 'Calculando volumen de sedimentos...'
do j=1,jm-1
  do i=1,im-1
    vo=dx(i,j)*dy(i,j)*hh(i,j)
    vol=vol+vo
    write(6,15) j,i,hh(i,j),vo,vol
    write(5,15) j,i,hh(i,j),vo,vol
    vo2=dx(i,j)*dy(i,j)*h(i,j)
15 format('Celda: ',i2,1x,i3,1x,'dh: ',f7.4,' m ',
    'volumen: ',f10.2,1x,f10.2,' m3')
    vol2=vol2+vo2
  enddo
enddo
c-----impresion de resultados
write(6,*) '

```

```

write(6,*) '===== '
write(6,*) '          CALCULO DEL VOLUMEN DE SEDIMENTOS          '
write(6,*) '          PLAYA ARENILLA                                '
write(6,*) '          DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION        '
write(6,*) '          DIVISION DE MODELAMIENTO NUMERICO           '
write(6,*) '===== '
write(6,*) ' '
write(6,*) 'volumen total calculado:', vol, ' m3'
write(5,*) ' '
write(5,*) '===== '
write(5,*) '          CALCULO DEL VOLUMEN DE SEDIMENTOS          '
write(5,*) '          PLAYA ARENILLA                                '
write(5,*) '          DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION        '
write(5,*) '          DIVISION DE MODELAMIENTO NUMERICO           '
write(5,*) '===== '
write(5,*) ' '
write(5,*) 'RESULTADOS DE CALCULO'
write(5,*) 'Datos de Grilla'
write(5,*) ' # de puntos en x      ', im
write(5,*) ' # de puntos en y      ', jm
write(5,*) ' # de puntos totales ', jm*im
write(5,*) ' incremento en x ', dx(1,1), 'm'
write(5,*) ' incremento en y ', dy(1,1), 'm'
write(5,*) ' '
write(5,*) 'Periodo de calculo 2005-1987'
write(5,*) ' volumen total calculado:', vol, ' m3'
write(5,*) ' '
end

```

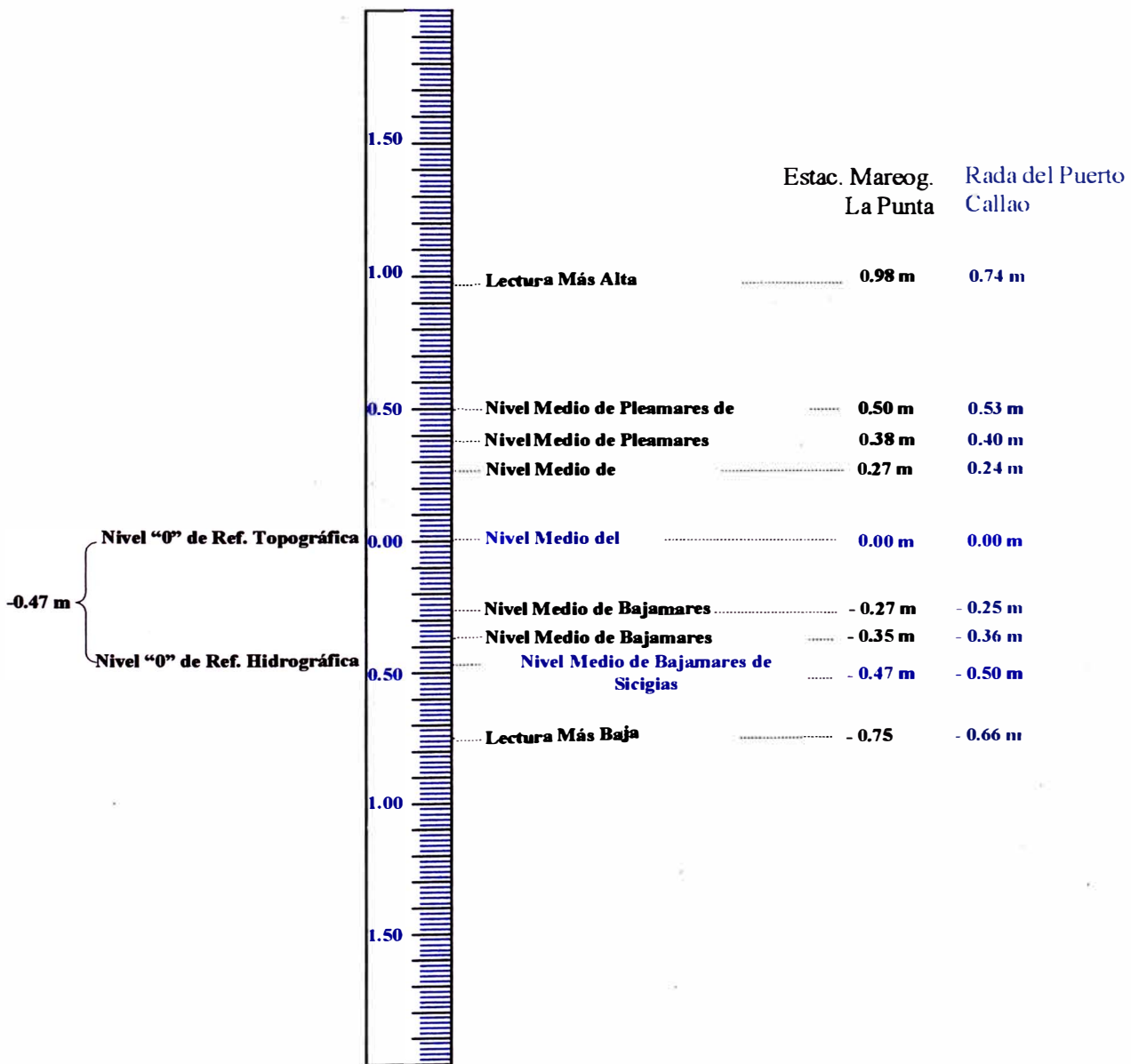
ANEXO Nº 5

NIVELES DE REFERENCIA MAREOGRAFICOS

Estación Mareográfica de La Punta
(1978-2000)

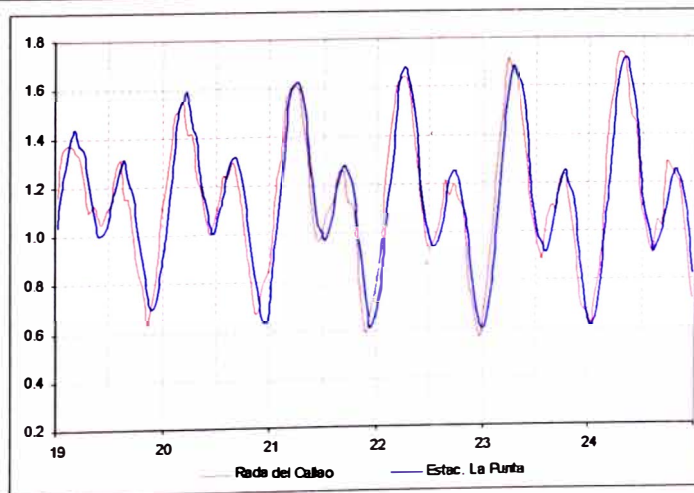
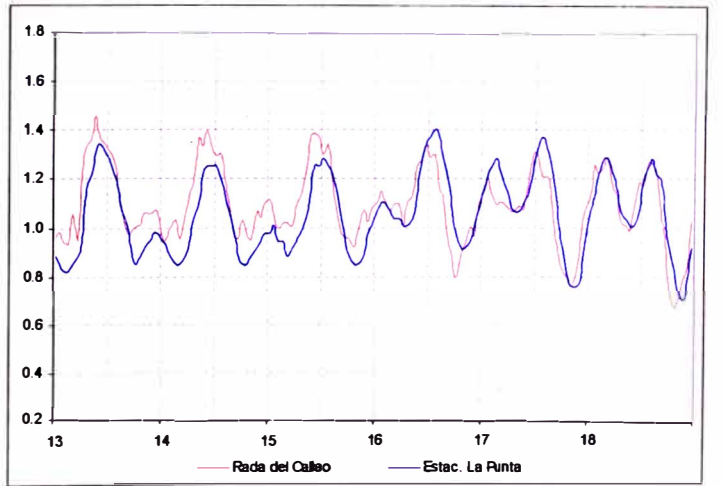
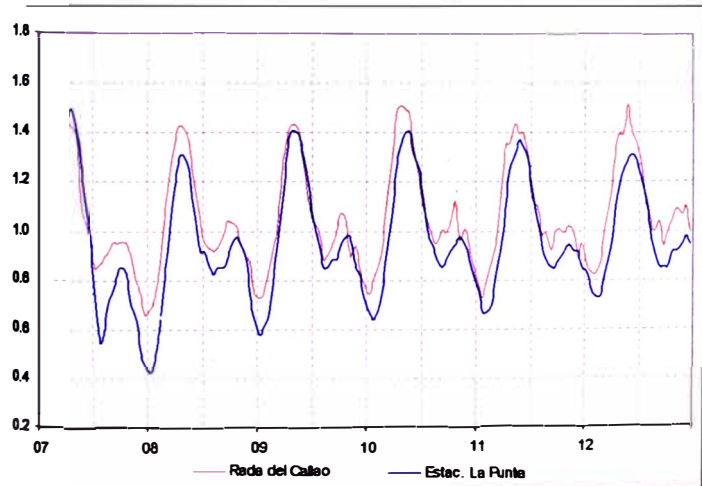
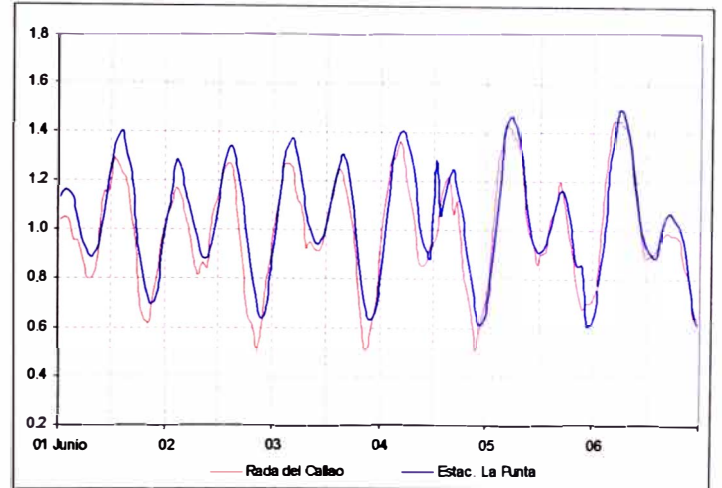
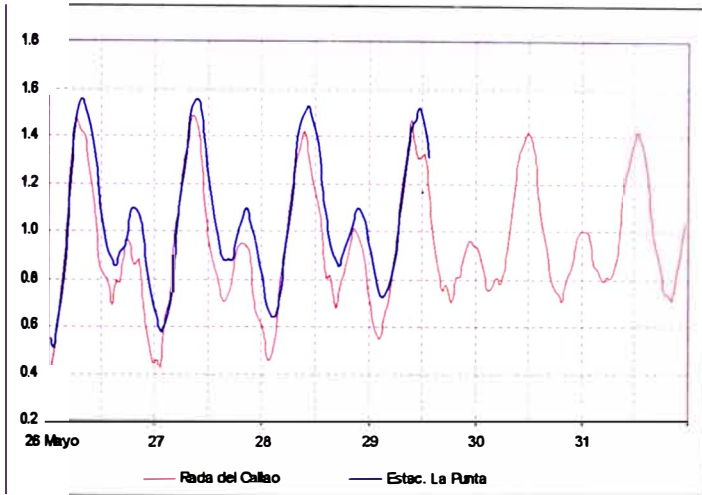
Rada interior del Puerto del Callao
(26 Mayo-24 Junio 2005)

(ALTURA EN METROS)



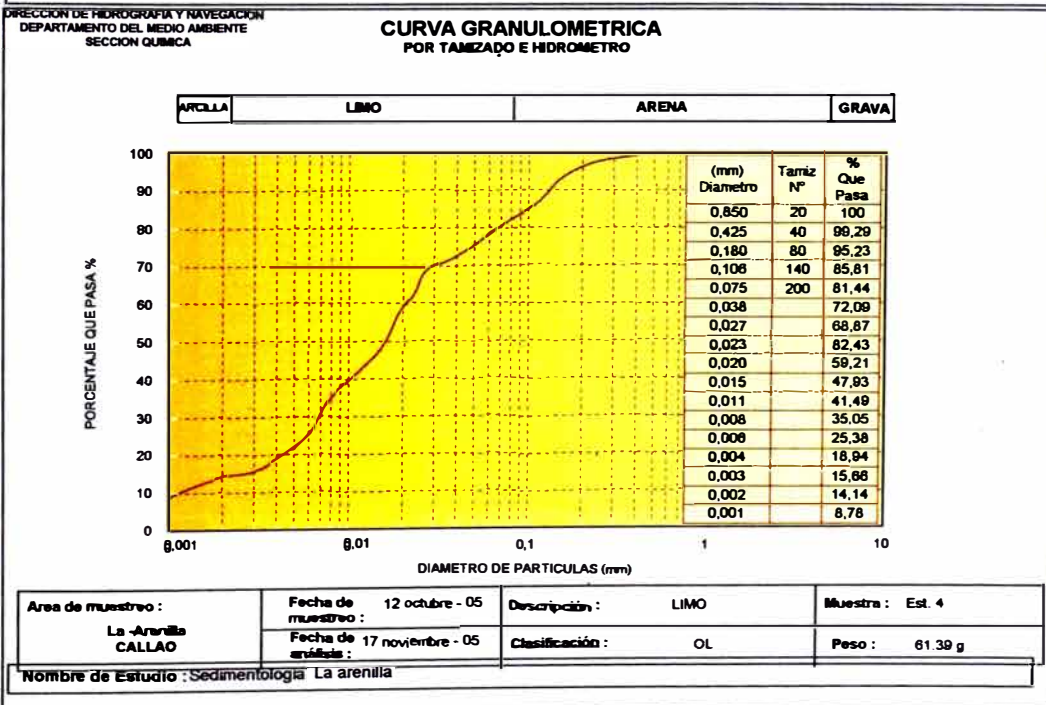
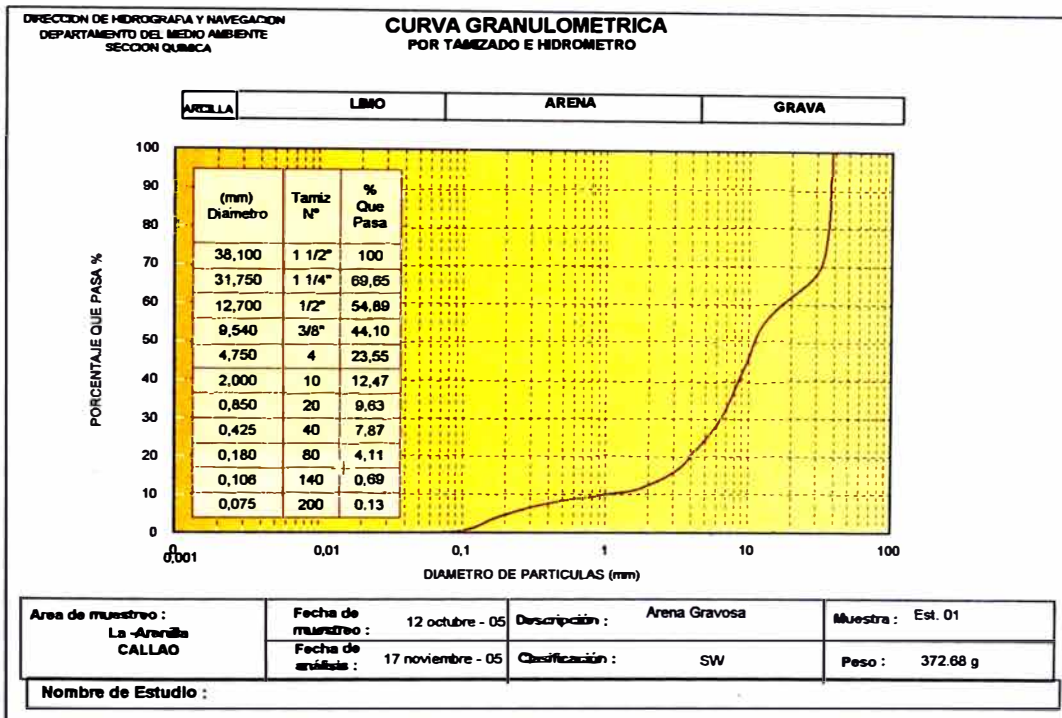
ANEXO Nº 6

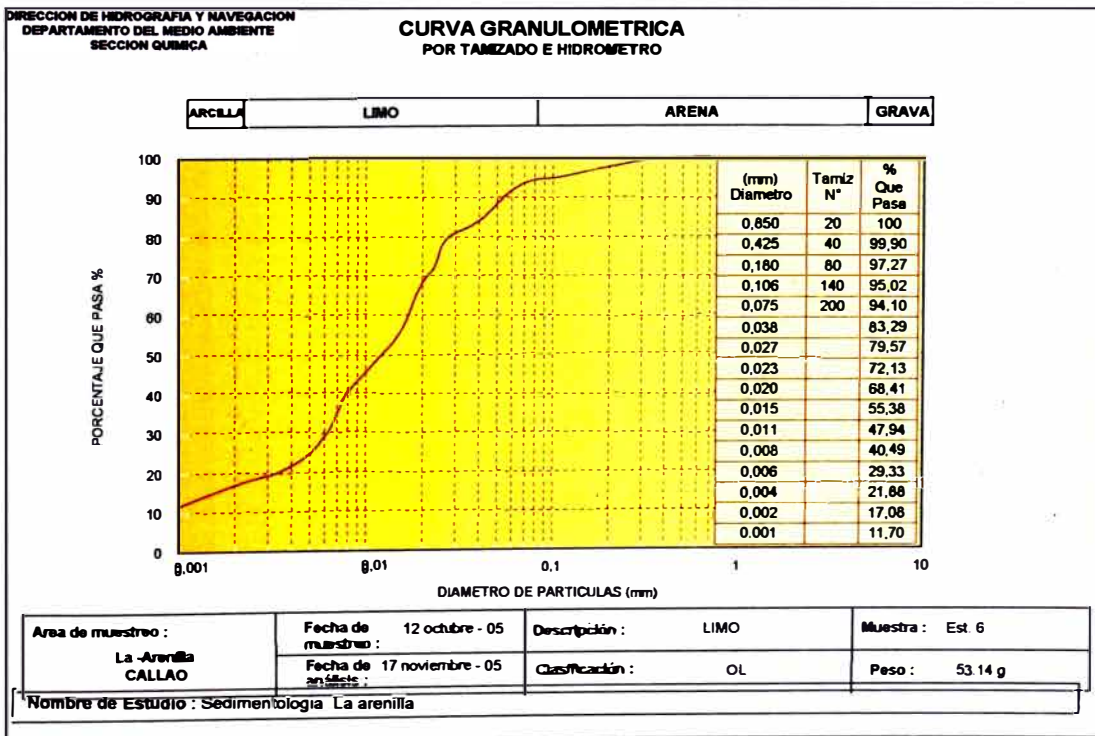
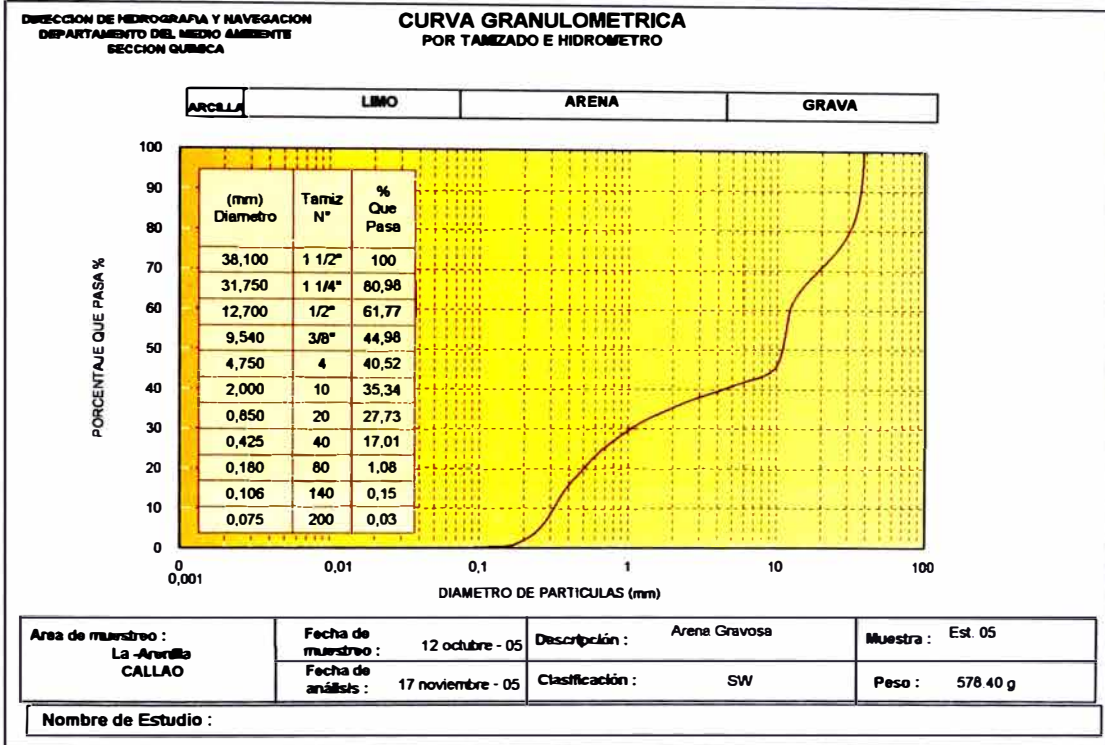
REGISTRO DE MAREA OBTENIDA EN LA RADA INTERIOR DEL PUERTO DEL CALLAO Y DE LA ESTACIÓN MAREOGRÁFICA DE LA PUNTA

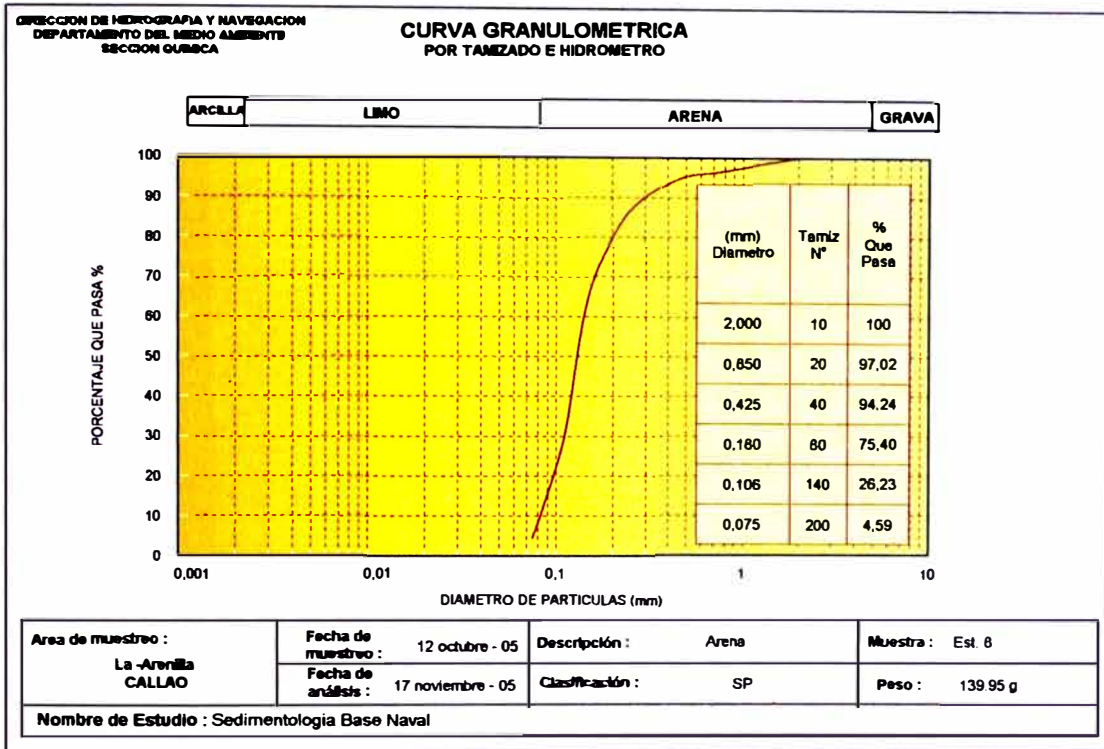


ANEXO N° 7

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SEDIMENTO DEL FONDO SUPERFICIAL MARINO DE LA PLAYA LA ARENILLA

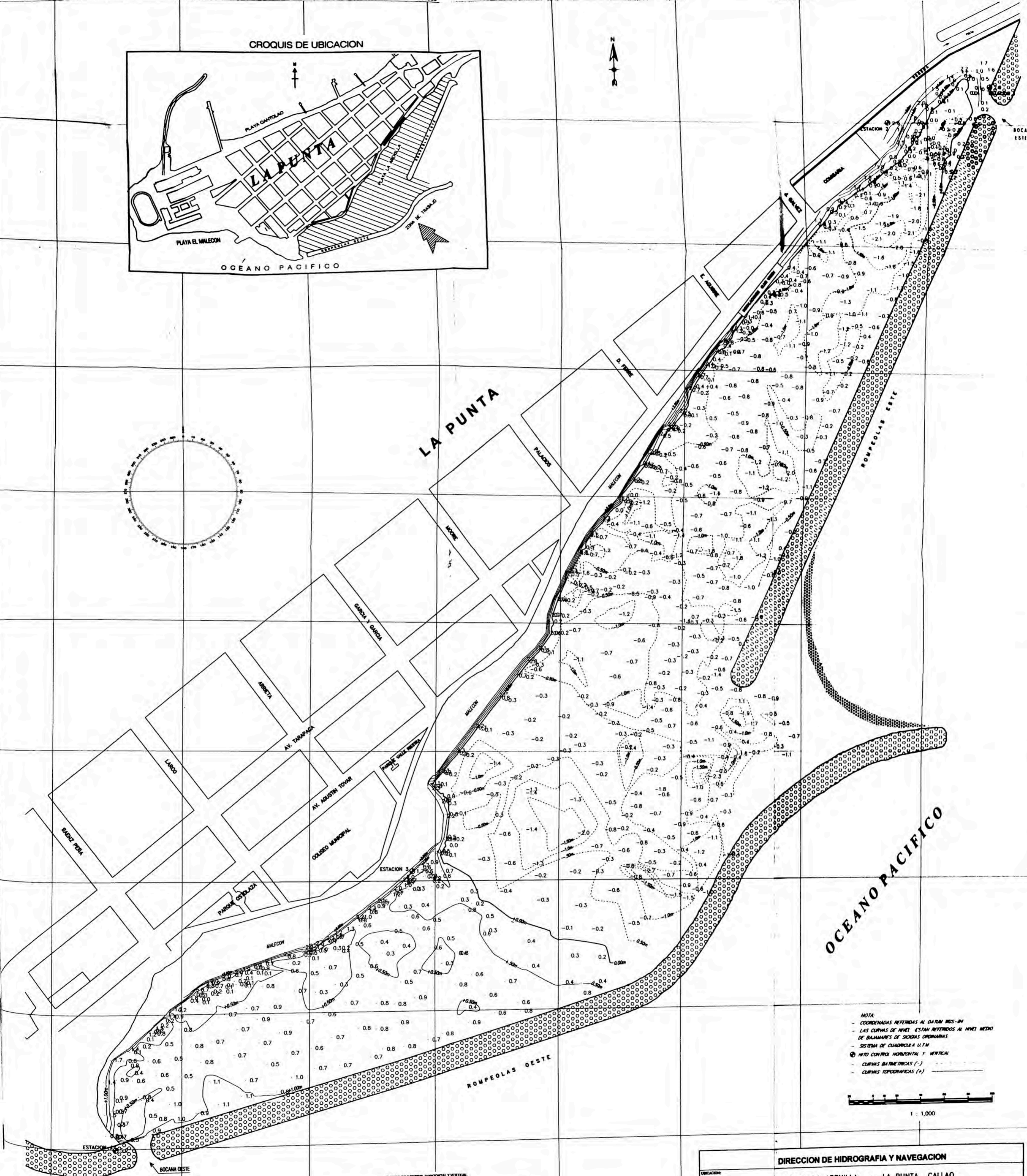
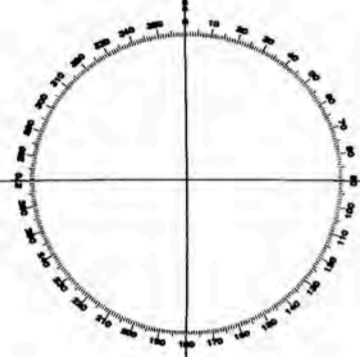
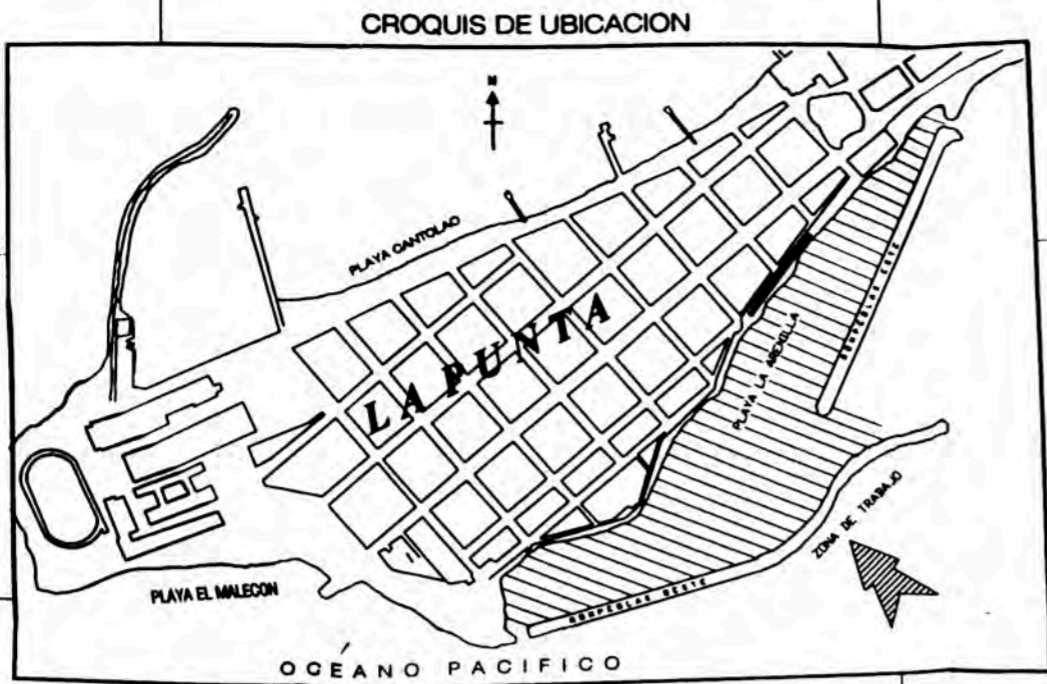




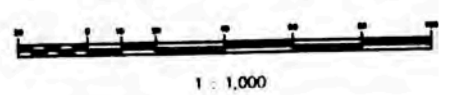


ANEXO N° 8
CARTA BATIMÉTRICA DE LA PLAYA LA ARENILLA
AÑO 2005

Ver Plano adjunto



NOTA:
 - COORDENADAS REFERIDAS AL DATUM WGS-84
 - LAS CURVAS DE NIVEL ESTAN REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DE BALANZARES DE SIGLOS ORDINARIOS
 - SISTEMA DE CUADRICULA U.T.M.
 - NIVEL CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL
 - CURVAS BATIMETRICAS (-)
 - CURVAS TOPOGRAFICAS (+)



PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL
 COORDENADAS WGS-84

ESTACIONES	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS		ELEV.
	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD	MMSD
1	8'665,030.368	265,252.368	12° 04' 03.913"	77° 09' 23.429"	2.60
2	8'665,000.360	265,168.161	12° 04' 04.867"	77° 09' 26.219"	2.50
3	8'664,407.479	264,781.673	12° 04' 24.056"	77° 09' 39.150"	1.70
4	8'664,190.570	264,548.969	12° 04' 30.760"	77° 09' 46.896"	5.20

DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION			
PLAYA LA ARENILLA - LA PUNTA CALLAO			
UBICACION:			
PROYECTO:	LEVANTADO: DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION DE LA MARINA		
TERRA SOBRE GESTION AMBIENTAL EN LA PLAYA LA ARENILLA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA EN EL DISTRITO DE LA PUNTA-CALLAO		REVISADO:	T1 HID. GASPARD GAVIDIA CH.
PLANO:	APROBADO:		C. DE F. JORGE PAZ
BATIMETRICO	DATUM: WGS-84		ESCALA: 1 / 1,000
		DISTRITO:	JFSM
		FECHA:	OCTUBRE 2005
			B-01

ANEXO N° 9

REGISTRO DE PRODUCCIÓN PRIMARIA EN LA PLAYA LA ARENILLA

ESTACIÓN	12 Octubre 2005			
	1	4	7	8
DIATOMEAS CENTRALES				
Actinocyclus sp.				
Melosipra sp.		10	44	
Rhizosolenia setigera		1	2	
Skeletonema costatum	30		7	4
DIATOMEAS PENNATES				
Achnanthes sp.	2	1	18	
Grammaphora marina	200	125	1	2
Gyrosigma sp.	6	2	1	2
Navícula sp.,	450	275	625	150
Nitzchia closterium	175	150	125	1
Nitzchia longissima	5	3		125
Nitzchia pungens	3		250	
Pleurosigma sp.		1	2	
Thalassionera bacularis	6		4	
Thalassionera nitzschioides	18	10		26
DINOFLAGELADOS				
Dinophysis caudata	2			
Gymmodinium splendens	3	1		
Oxyphysis oxytoxoides	1			
SILICOFLAGELADOS				
Dictyocha fibula	225			3
FITOFLAGELADOS				
Eutreptiella gymnastica	450	1		
Tetraselmis sp.	25	50		
CILIADOS				
Euplotes	1			
Lohmaniella oviformis	3	1	1	
TINTINIDOS				
Eutintinus rugosus	1			
Eutintinus tubulosus	1			
Favella serrata	1			
Helicostomella subulata	32			

ANEXO Nº 10

REGISTRO DE PRODUCCIÓN SECUNDARIA EN LA PLAYA LA ARENILLA

ESTACIÓN	12 Octubre 2005			
	1	4	7	8
Copépodos	2007	2123	2145	151
Amphípoda	244	952	853	
Polichaeta	52	16	12	14
Larvas de crustáceos	8		2	24
Apendicularia	8			2
Larvas de cirrípedos	4			26
Nemátodes	4	88	75	
Tanaidáceos		16	14	
Larvas de pelecípodos				12
Gasterópodos				6
Huevos de pez				6
Huevos de crustáceos	24	112	109	2
Otros sin identificar	56	78	85	43

ANEXO N° 11

REGISTRO DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA EN LA PLAYA LA
ARENILLA

N°	Nombre Científico	Nombre común
CRUSTACEOS		
1	<i>Microphrys aculeatus</i>	Cangrejo araña
2	<i>Hepatus cinilensis</i>	Cangejo peludo
3	<i>Panulirus gracilis</i>	Langosta verde
4	<i>Platyonthus orbigny</i>	Cangejo violáceo
5	<i>Portunus asper</i>	Cangrejo de arena
6	Amphipoda	
7	<i>Semimytilus algosus</i>	
MOLUSCOS		
1	<i>Aplysia</i> sp.	Liebre de Mar
2	<i>Haminoea peruviana</i>	Caracol Frágil
3	<i>Lolliguncula panamensis</i>	Calamar
4	<i>Octopus mimus</i>	Pulpo
5	Chitonidae	Barquillo
6	I anaidacea	
EQUINODERMOS		
1	Ophiuroideos Ohiuroidea	Estrella Frágil
2	<i>Pattatus mollis</i>	Pepino de mar
3	<i>Tetrapigus niger</i>	Erizo Negro
ANELIDOS		
1	<i>Mediomastus</i> sp	Gusano de mar
2	<i>Parheteromastides</i> sp	Gusano de mar
3	Gliceradae	Gusano de mar
4	<i>Glicera americana</i>	Gusano de mar
5	<i>Lumbrineris</i> sp	Gusano de mar
6	Dorvilleidae	Gusano de mar
7	<i>Echiurus</i>	Pichanga
8	<i>Oligochaeta</i>	

ANEXO N° 14

REGISTRO DE AVES EN LA PLAYA LA ARENILLA

N°	Nombre Científico	Nombre común
1	<i>Actitis macularia</i>	Playero manchado
2	<i>Aphriza virgata</i>	Chorlo de las rompientes
3	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras
4	<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental
5	<i>Calidris pusilla</i>	Playerito semipalmado
6	<i>Catoptrophorus</i>	Playero alablanca
7	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco
8	<i>Calidris baridi</i>	Playero de Baird
9	<i>Calidris ferruginia</i>	Playero lomoblanco
10	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo gritón
11	<i>Charadrius senipalmatus</i>	Chorlo semipalmado
12	<i>Cinclodes taczanowski</i>	Marisquero
13	<i>Egretta alba</i>	Graza blanca grande
14	<i>Egretta thula</i>	Garza blanca pequeña
15	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul
16	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano
17	<i>Larus cirrocephalus</i>	Gaviota de capucho gris
18	<i>Larus pipizcan</i>	Gaviota de Franklin
19	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana
20	<i>Larus modestus</i>	Gaviota gris
21	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana
22	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora
23	<i>Larus serranus</i>	Gaviota serrana
24	<i>Limosa haemastica</i>	Pico aguja
25	<i>Notiochelydon cyanoleuca</i>	Santa Rosita
26	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador
27	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano
28	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay
29	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Patillo
30	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo artico
31	<i>Pandion haliaetius</i>	Aguila pescadora
32	<i>Sterna hirundo</i>	Gaviotin común
33	<i>Sterna sandvicensis</i>	Gaviotin de patas negras
34	<i>Sterna elegans</i>	Gaviotin elegante
35	<i>Sula nebouxi</i>	Piquero de patas azules
36	<i>Sula variegata</i>	Piquero peruano
37	<i>Tringa flavipes</i>	Pata amarilla menor
38	<i>Zenaida meloda</i>	Cuculí

ANEXO N° 12

REGISTRO DE ALGAS MACROSCÓPICAS EN LA PLAYA LA ARENILLA

N°	Nombre Científico	Nombre común
ALGAS		
1	Ectocarpus sp.	Alga Parásita
2	Gracilaria lemaneiformis	Pelillo
3	Polysiphonia confusa	
4	Polysiphonia paniculata	
5	Gymnogongrus furcellatus	
6	Prionitis decipens	
7	Ulva lactuca	Lechuga de Mar
FANEROGAMAS		
1	Ruppia maritima	Gras Marino

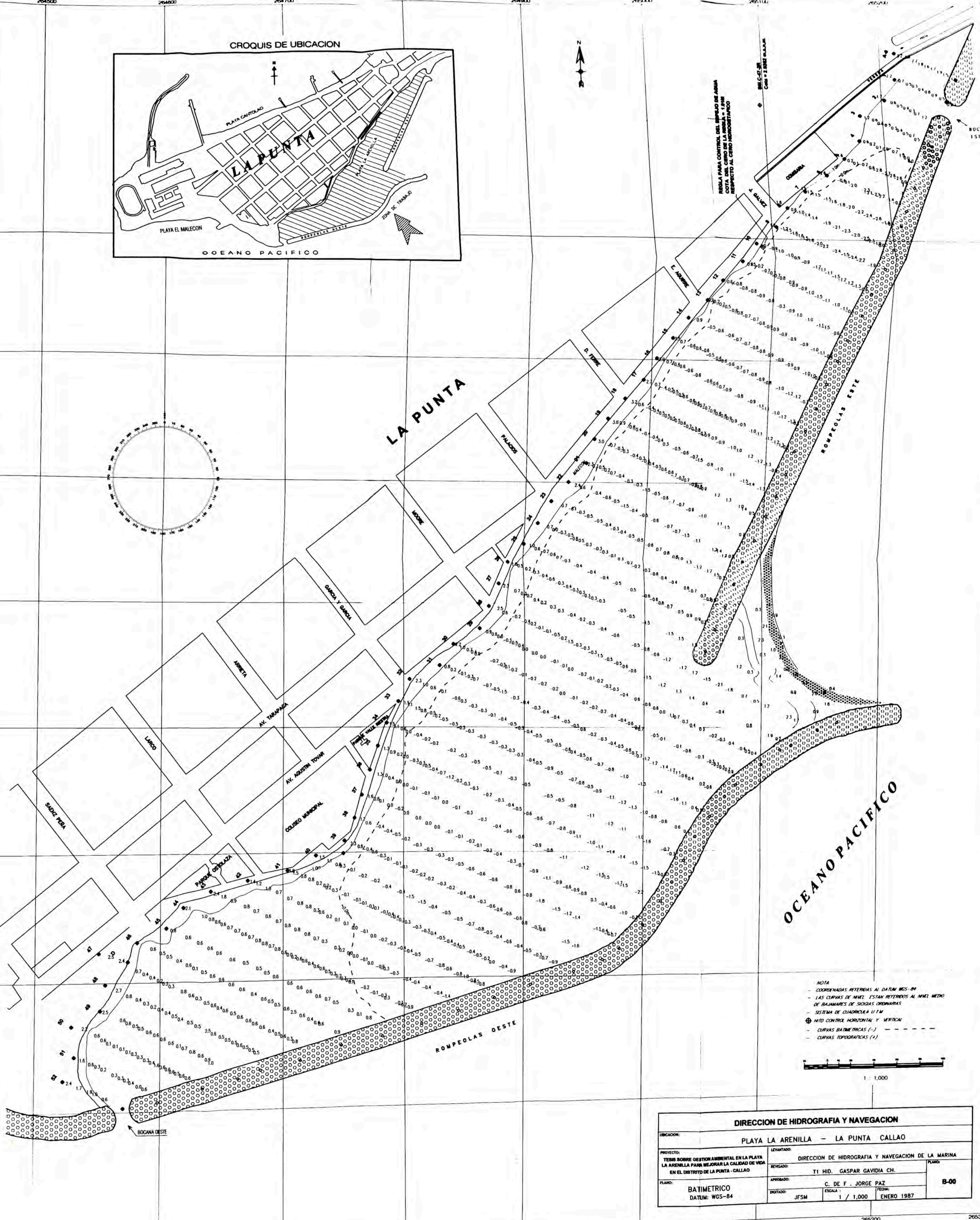
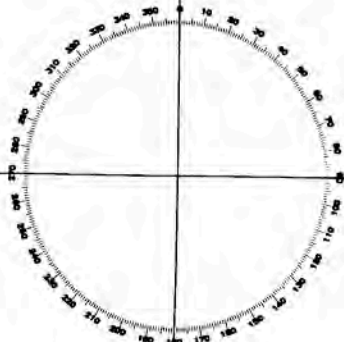
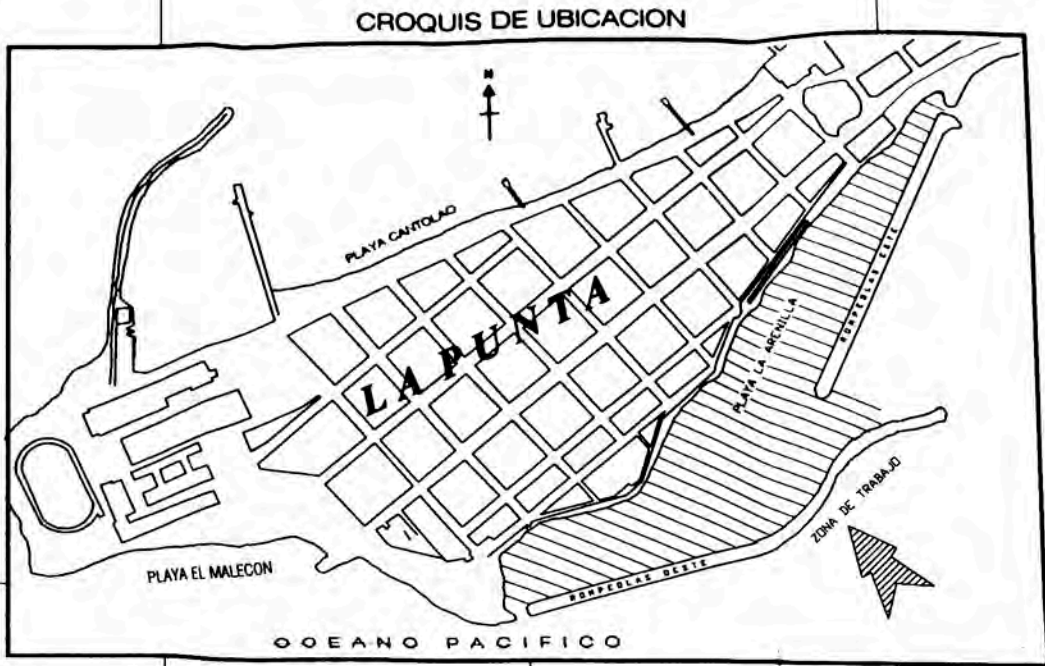
ANEXO Nº 13

REGISTRO DE PECES EN LA PLAYA LA ARENILLA

Nº	Nombre Científico	Nombre común
1	<i>Acanthistius pictus</i>	Cherlo
2	<i>Albula vulpes</i>	Cepillo
3	<i>Anchoa nasus</i>	Anchoveta blanca
4	<i>Anisotremus scapularis</i>	Chita
5	<i>Aphos porosus</i>	Pez faile
6	<i>Chaetodon humeralis</i>	Pez mariposa común
7	<i>Cynoscion analis</i>	Cachema - ayanque
8	<i>Domitator latifrons</i>	Monengue común
9	<i>Doydixodon laevifrons</i>	Babunco
10	<i>Ethmidium maculatum chilcae</i>	Machete
11	<i>Etropus ectenes</i>	Lenguado boca chica
12	<i>Eucinostomus currani</i>	Mojarra - Taca
13	<i>Galeichtys peruvianus</i>	Bagre con faja
14	<i>Gobionellus</i> sp	Barba de choclo
15	<i>Gymnothorax wieneri</i>	Morena común
16	<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza
17	<i>Labrisomus philipii</i>	Trambollo
18	<i>Nugil cephalus</i>	Lisa
19	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	Mero murique
20	<i>Odontesthes regia regia</i>	Pejerrey
21	<i>Ophichthus pacifici</i>	Anguila común
22	<i>Oplegnathus insignis</i>	Pez loro
23	<i>Paralichthys adspersus</i>	Lenguado común
24	<i>Paralonchurus peruanus</i>	Coco - Suco
25	<i>Rhinobatos planiceps</i>	Guitarra
26	<i>Sardinops sagax</i>	Sardina común
27	<i>Scartichthys gigas</i>	Borracho
28	<i>Sciaena deliciosa</i>	Loma
29	<i>Sciaena fasciata</i>	Burro
30	<i>Selene brevoortii</i>	Jorobado
31	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Pez globo
32	<i>Stellifer minor</i>	Mojarrilla común
33	<i>Stellifer pizarroensis</i>	Mojarrilla del norte
34	<i>Stromateus stellatus</i>	Palometa chilindrina
35	<i>Strongytura exilis</i>	Pez aguja
36	<i>Syngnathus acicularis</i>	Aguijilla
37	<i>Tranchinotus paitensis</i>	Pampanito
38	<i>Urotrigon</i> sp.	Tapadera

ANEXO N° 15
CARTA BATIMÉTRICA DE LA PLAYA LA ARENILLA
AÑO 1987

Ver Plano adjunto



NOTA
- COORDENADAS REFERIDAS AL DATUM WGS-84
- LAS CURVAS DE ANEJ ESTAN REFERIDAS AL NIVEL METRO DE BALANARES DE SODIAS ORDINARIAS
- SISTEMA DE CUADRICULA UTM
- NIVEL CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL
- CURVAS BATIMETRICAS (-)
- CURVAS TOPOGRAFICAS (+)

1 : 1,000

DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION			
UBICACION:	PLAYA LA ARENILLA - LA PUNTA CALLAO		
PROYECTO:	LEVANTADO:	DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION DE LA MARINA	
LA ARENILLA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA EN EL DISTRITO DE LA PUNTA - CALLAO	REVISADO:	TI HID. GASPARGAVIDIA CH.	PLANO:
PLANO:	APROBADO:	C. DE F. JORGE PAZ	B-00
BATIMETRICO	INGRATADO:	JFSM	
DATUM: WGS-84	ESCALA:	1 / 1,000	FECHA:
			ENERO 1987