

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

**VARIACIONES MORFOLÓGICAS DE LA RADA DEL PUERTO DE
ENSENADA, B.C., A PARTIR DEL MÉTODO DE FOTOGRAFÍA AÉREA
MULTITEMPORAL (1935-2001)**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
OCEANÓLOGO
PRESENTA:
Ricardo Sepúlveda Nuñez

Ensenada, B.C., 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**VARIACIONES MORFOLÓGICAS DE LA RADA DEL PUERTO DE
ENSENADA, B.C., A PARTIR DEL MÉTODO DE FOTOGRAFÍA AÉREA
MULTITEMPORAL (1935–2001)**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
O C E A N Ó L O G O

PRESENTA:
Ricardo Sepúlveda Nuñez

Ensenada, B.C., 2003

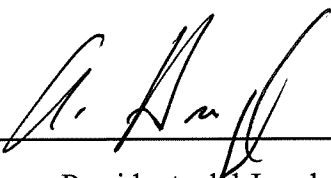
**VARIACIONES MORFOLÓGICAS DE LA RADA DEL PUERTO DE
ENSENADA, B.C., A PARTIR DEL MÉTODO DE FOTOGRAFÍA AÉREA
MULTITEMPORAL (1935 – 2001)**

T E S I S

QUE PRESENTA:

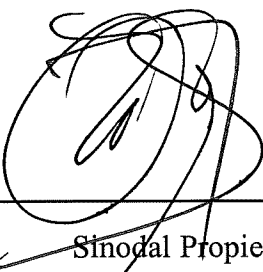
RICARDO SEPÚLVEDA NUÑEZ

Aprobada por :

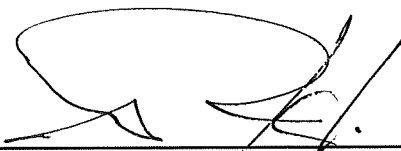


Presidente del Jurado

M en C. Alejandro Hinojosa Corona



Sinodal Propietario
Dr. Asdrábal Martínez Díaz de León



Sinodal Propietario
Oc. Roberto Pérez Higuera

Las obras del puerto iban tomando forma, las hermosas apacibles y románticas playas de Ensenada iban quedando aprisionadas por los diques que le ganaban terreno al mar, el cerro de El Vigía era carcomido para vaciarlo en el lecho de la bahía y darle forma al rompeolas y poco a poco desaparecía la protección del viento que venía del mar a la Ensenada de Todos Santos. La antigua carretera fue cambiada para entrar por la calle 10. Aquella llegada sorpresiva para encontrar de frente a la cenicienta del pacífico, pasando por el Nachita s Place, las empacadoras, el paseo Hidalgo, los bungalos del mar, el pintoresco muelle y todo eso de la Ensenada antigua iba desapareciendo para darle forma a un puerto moderno, el cemento sustituyó a la arena calida, blanca y limpia de la Ensenada de ayer.

Luis Montes Pinal

RESUMEN

Durante la segunda mitad del siglo XX el crecimiento de la población y el desarrollo de la ciudad de Ensenada han transformado a un ritmo acelerado la morfología costera de la zona ocupada por la rada del puerto.

Una manera de tener un registro documental que nos ayude a comprender los cambios morfológicos es haciendo una descripción cronológica de estos a través del análisis multitemporal de fotografías aéreas e imágenes de satélite.

Para hacer una correlación espacial de la información se utiliza el método de georeferencia, que consiste en homogeneizar la escala y la orientación de las imágenes y las fotografías aéreas sometiendo a un mismo contexto cartográfico a través de transformaciones geométricas para así poderlas comparar.

Se recabaron de diversas fuentes fotografías aéreas, imágenes de satélite y mapas de la zona de la rada del puerto de Ensenada Baja California, logrando una recopilación de documentos desde el mapa de Sebastián Vizcaíno que data de 1602, aunque este trabajo se apoya principalmente con documentos que datan desde 1882 a la fecha.

Se hizo un análisis y fotointerpretación de estos documentos describiendo la transformación de la zona costera con un énfasis en la infraestructura portuaria, que se ha formado a través de un proceso de incorporación y adecuación de terrenos ganados al mar.

El periodo que más nos interesa es el comprendido en la segunda mitad del siglo XX por ser cuando ocurrieron los cambios más intensos de la historia del puerto.

PREFACIO

La idea original para el presente trabajo surge de la actividad que alguna vez realice como fotógrafo aéreo para la Armada de México y en especial como trabajo de apoyo durante las inundaciones de 1978 en donde pude ser observador de primera mano de los daños ocasionados principalmente por movimientos importantes de sedimentos hacia el centro de la ciudad y en algunos lugares de la periferia y gran parte de estos sedimentos fueron acarreados por los arroyos Ensenada y El Gallo directamente hacia la rada del puerto afectando con ello sus actividades.

Por lo anterior considere necesario hacer un estudio que contribuyera a resolver este tipo de problema y una forma era conociendo el desarrollo previo del puerto en base a fotografías aéreas de la zona, así fui reuniendo la colección de imágenes que ahora presento y que fue labor de varios años.

Al inicio de este proyecto no existían las facilidades tecnológicas actuales como son las computadoras de escritorio con sus herramientas de diseño gráfico y las imágenes de satélite de alta resolución, por lo que tuve que instruirme en estas nuevas técnicas de sistemas de información geográfico para adecuar el trabajo original a los tiempos modernos.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis se la dedico a Cecilia, mi esposa que me respaldo en todo momento en la realización de la misma, a mi familia por su apoyo y comprensión a mi madre por demostrarme que si se puede y al pueblo de Ensenada que recibió a mi familia y a mi con los brazos abiertos.

Agradezco al Dr. Francisco Aranda Manteca por atraer a mi atención nuevamente y después de muchos años a este proyecto que permanecía inconcluso, aunque nunca olvidado, al M.C. Eliseo Almanza Heredia por su infinita paciencia y su gran ayuda al promover mi reintegración al medio escolar y finalmente alcanzar esta meta, a mis sinodales Dr. Asdrúbal Díaz de León y Oc. Roberto Pérez Higuera por apoyarme y orientarme y su valiosa colaboración.

Agradecimiento especial al Maestro Manuel Moreno por abrir mi mente y finalmente hacerme comprender las ecuaciones diferenciales y las matemáticas, por derribar una barrera que por muchos años permaneció para mi insalvable, a mi antiquísimo compañero y ahora director de tesis Dr. Alejandro Hinojosa Corona quien me mostró nuevas e innumerables tecnologías de percepción remota y la aplicación de las mismas a la idea original de este trabajo.

Al Dr. Vicente Ferreira por sus acertadas opiniones acerca de la historia de Ensenada.

Indice General

Resumen	v
Prefacio	vi
Agradecimientos	vii
Indice de Tablas	ix
Indice de Figuras	x
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
BREVE HISTORIA DE ENSENADA	14
HIPÓTESIS	18
OBJETIVO	18
DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	20
MATERIALES Y METODOS	20
RESULTADOS	29
DISCUSIONES	45
CONCLUSIONES	46
REFERENCIAS	63

Indice de Tablas

Tabla 1. Relación de mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite utilizadas 24

Índice de Figuras

Figura 1. Cámara Oscura.	3
Figura 2. El primer Daguerrotipo elaborado por Louis Jaques Daguerre.	4
Figura 3. Caricatura de NADAR.	5
Figura 4. Globo de la guerra civil Americana.	6
Figura 5. a) Cometa de Batut. b) Primera fotografía aérea tomada desde un cometa en Lebruguiere, París 1889.	7
Figura 6. En vuelo fotográfico.	7
Figura 7. En la imagen superior se aprecian las puntas de las alas de la paloma portadora.	8
Figura 8. San Francisco después del terremoto e incendio en 1906 G.H.Lawrence.	9
Figura 9. Sputnik 1 el primer satélite artificial producido por los rusos.	11
Figura 10. Imagen de Ensenada por el satélite Landsat-1 en 1972.	12
Figura 11. Mapa de Sebastián Vizcaíno de la Costa Pacifico Nororiental 1602.	15
Figura 12. Instituto de Investigaciones Históricas, UABC.	16
Figura 13a. Teófilo Masac, plano colonia Carlos Pacheco, diciembre 1886.	16
Figura 13b. Richard Stephens, mapa de la colonia Carlos Pacheco, Compañía Mexicana Internacional.	17
Figura 14. Mapa de la Península de Baja California.	19
Figura 15. Metodo de georeferenciación utilizando el programa ERMAPPER en donde un punto de referencia se encuentra en la confluencia de las avenidas Juárez, Macheros y Miramar.	23
Figura 16. Sistemas de coordenadas definidos para la imagen y el mapa con los puntos de control especificados. Modificado de Richards (1993).	24
Figura 17. Imagen de Ensenada en 1935 georeferida y presentando la orientación tamaño y escala corregidas.	25
Figura 18. Imagen en capas superpuestas de la imagen de referencia, en este caso Ensenada en 1951 y la imagen georeferenciada.	26
Figura 19. Sobreposición de imagen 1935 sobre la de 1951 con 0% transparencia en la imagen 1935 enmascarando la zona de datos nulos.	27
Figura 20. Serie de fotografías de Ensenada en la esquina superior izquierda en 1935 y en la esquina inferior derecha en 1951.	28
Figura 21. Esta imagen muestra el estado original de la Ensenada, el cerro El Vigía se aprecia intacto así como la desembocadura del arrollo no muestra ninguna modificación y hay una laguna costera.	30
Figura 22. Imagen que muestra el nacimiento de Ensenada como puerto moderno en donde la laguna costera ha sido desecada y el cauce del arrollo desviado de su cauce natural.	31
Figura 23. Ensenada 1951 (Compañía Mexicana de Aerofoto).	32
Figura 24. Fotografía de Ensenada, 1955 (Compañía Mexicana de Aerofoto).	34
Figura 25.	35
Figura 26.	36
Figura 27.	37
Figura 28. Fotografía de Banny Ventura, 1971. No fue procesada pero que se incluye por ser parte del registro histórico de la Ciudad de Ensenada.	38
Figura 29. CETENAL 1972.	39
Figura 30. CETENAL 1972.	39

Figura 31.	40
Figura 32. Fotografías aéreas tomadas por el autor que se incluyen como parte del registro histórico de la Ciudad.	42
Figura 33. INEGI 1990.	43
Figura 34. INEGI 1990.	43
Figura 35. Imagen digital del el satélite Ikonos del año 2001 CICESE	44
Figura 36. Foto panorámica de la Bahía de Ensenada año 2001. (Autor).	44
Figura 37. Foto antigua de Ensenada que muestra la laguna costera.	47
Figura 38. Fotografía infraroja del autor año 1978.	47
Figura 39. Fotografía aérea del autor que muestra la inundación en 1978.	47
Figura 40. Fotografía del autor inundación 1978.	47
Figura 41. Fotografía del autor inundación 1978.	47
Figura 42. Evolución del Puerto de Ensenada mitad del siglo XX.	48
Figura 43. Ensenada en 1935.	49
Figura 44. Evolución del Puerto 1935-1951.	50
Figura 45. Ensenada 1951.	51
Figura 46. Evolución 1951-1955.	52
Figura 47. Ensenada 1955.	53
Figura 48. Evolución 1955-1965.	54
Figura 49. Ensenada 1965.	55
Figura 50. Evolución 1965-1972.	56
Figura 51. Ensenada 1972.	57
Figura 52. Evolución de 1972-1980.	58
Figura 53. Ensenada 1980.	59
Figura 54. Evolución 1980-1993.	60
Figura 55. Ensenada 2001.	61
Figura 56. Evolución de 1993-2001.	62

INTRODUCCIÓN

Los cambios constantes en la morfología de las costas en las zonas de playa y las desembocaduras de ríos ó arroyos son originados de manera natural por efecto de las olas, vientos, mareas, erosión gradación y acreción originando una deposición y acarreo de lodos, arenas y gravas (Komar 1976) otro factor de la transformación de la zona costera es la actividad antropogénica, en un esfuerzo de adecuar la costa para actividades portuarias. El estudio de esos procesos se utiliza para la planeación de instalaciones portuarias, la que permite seleccionar el sitio mas adecuado para la ubicación de nuevas facilidades. Una manera de obtener esta información es por medio de fotografías aéreas. El empleo de éstas y su interpretación es de gran importancia en los estudios de planificación de futuros puertos y el mantenimiento de los mismos. Por este medio se pueden determinar los procesos de erosión, transporte y depósito de los materiales sedimentarios. Mediante la ayuda de los procedimientos de fotointerpretación se pueden identificar las irregularidades de la costa como salientes, islas, penínsulas, bahías, etc., que influyen de manera directa en la distribución de la energía del mar en zonas costeras y por la tanto en la distribución y depósito de los materiales sedimentarios.

El conocimiento de procesos que sufren los materiales sedimentarios y su depósito a lo largo de la playa, nos puede ayudar a predecir los sucesos en un área definida.

Una situación parecida ocurre cuando las instalaciones van a estar alojadas en las márgenes a desembocadura de un río ó arroyo en donde siempre hay un arrastre de material sedimentario en suspensión ó tracción. Lo anterior puede interferir en las condiciones de navegabilidad y requiere de grandes erogaciones en dragado, dando

como resultado una operación improductiva debido a una alta tasa de conservación.

El estudio de fenómenos geológicos por medios fotográficos no es algo nuevo ya que desde los orígenes de la fotografía y aún antes se ha encontrado la aplicación de esta técnica a la geología sobre todo las técnicas de fotografía aérea como lo demuestran los siguientes hechos.

ANTECEDENTES

A pesar de que nadie sabe quien construyo el primer artefacto capaz de registrar imágenes por medio de la luz, en su época Aristóteles (300 A.C.) ya filosofaba acerca de la naturaleza de la luz, pero se le acredita a Al Hazen de Basra en 1308 con la explicación de la cámara oscura (Figura 1). Que se basa en el principio de un cuarto oscuro (del italiano camera) y en el caso de los árabes que lo descubrieron, en una tienda completamente cerrada a la luz del exterior y penetra a través de un orificio muy pequeño en una de sus paredes (el termino técnico actual es pinhole lens o lente de orificio de aguja) presentándose un reflejo de la imagen invertida en la pared opuesta

Roger Bacon utiliza el principio de la cámara oscura para crear ilusiones ópticas con la luz solar hacia 1267, en 1490 Leonardo da Vinci describe mas detalladamente los principios de la cámara oscura e inclusive crea dibujos de esta manera

En 1550 se tiene la primera mención e un lente biconvexo aplicado a una cámara oscura para afocarla y proyectar imágenes y en 1572 Friederich Risnor, hace imágenes

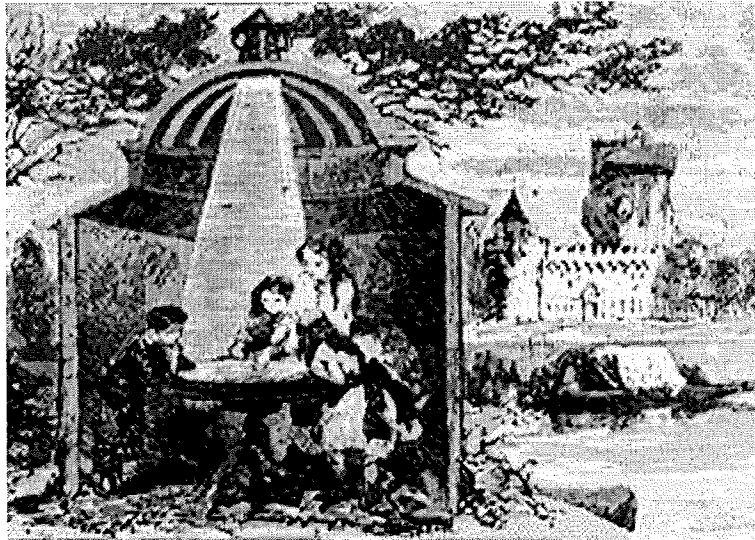


Figura 1. Cámara Oscura. <http://brightbytes.com/cosite/coimages/coanim.gif>

topográficas con el uso de esta técnica usando una cámara oscura móvil miniatura

En 1614 Angelo Sala descubre que las sales de plata se oscurecen al exponerse al sol. Pero aun así pasaron otros doscientos años para la elaboración de las primeras fotografías que se conocen, fueran elaboradas por Nicéforo Niepce en 1827 y Daquerre independientemente en el año de 1839 (Figura 2). Ambos inclusive llegaron a ser socios.

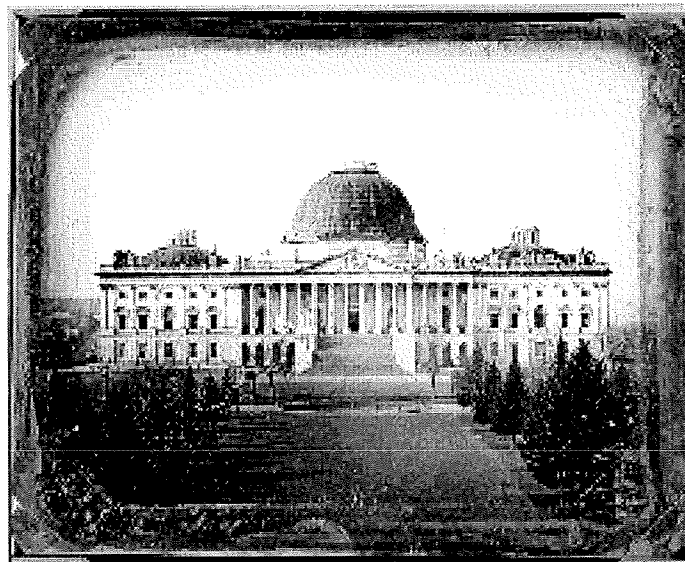


Figura 2. El primer Daguerrotipo elaborado por Louis Jaques Daguerre.

En 1839 William Henry Fox Talbot inventa un nuevo método de fotografía por el sistema de impresión positivo negativo el cual es precursor de la fotografía que se utiliza actualmente.

En 1840 el Rector del Observatorio de París menciona el proceso del daguerrotipo y propone el uso de fotografías para fines topográficos.

Lo mismo propone Aimé Laussedat en 1849, haciendo un programa exhaustivo para probar que la fotografía puede ser usada en la elaboración de planos topográficos y quien en 1901 acuña la palabra fotogeología y es considerado como el padre de la

fotogrametría que definido por The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) es “El arte, ciencia y tecnología de obtener información confiable de objetos físicos y del ambiente a través de procesos de registro, medición e interpretación de imágenes fotográficas y patrones de energía electromagnética y otros fenómenos.”

En 1858 Gaspard Felix Tournachon (quien tenía el alias de NADAR) (Figura 3) toma las primeras fotografías aéreas desde un globo, planeando producir un plano topográfico a partir de las fotografías obtenidas de esta manera que no era de ninguna manera sencilla si consideramos que había que preparar las placas fotográficas in situ, cuya base era de cristal que llegaba a medir hasta cincuenta centímetros por lado, se aplicaba una solución de albumen o colodión en un ambiente protegido de la luz (con el tiempo tendría el nombre común de laboratorio fotográfico) y el tiempo de exposición era de varios segundos.

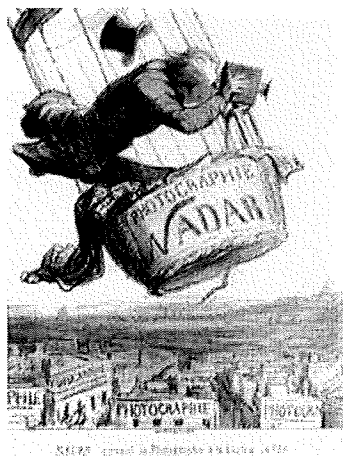


Figura 3. Caricatura de NADAR.

Durante la guerra de secesión en 1860 se utilizaron globos para crear mapas de los bosques pero no se tomaron fotografías aéreas (Figura 4)

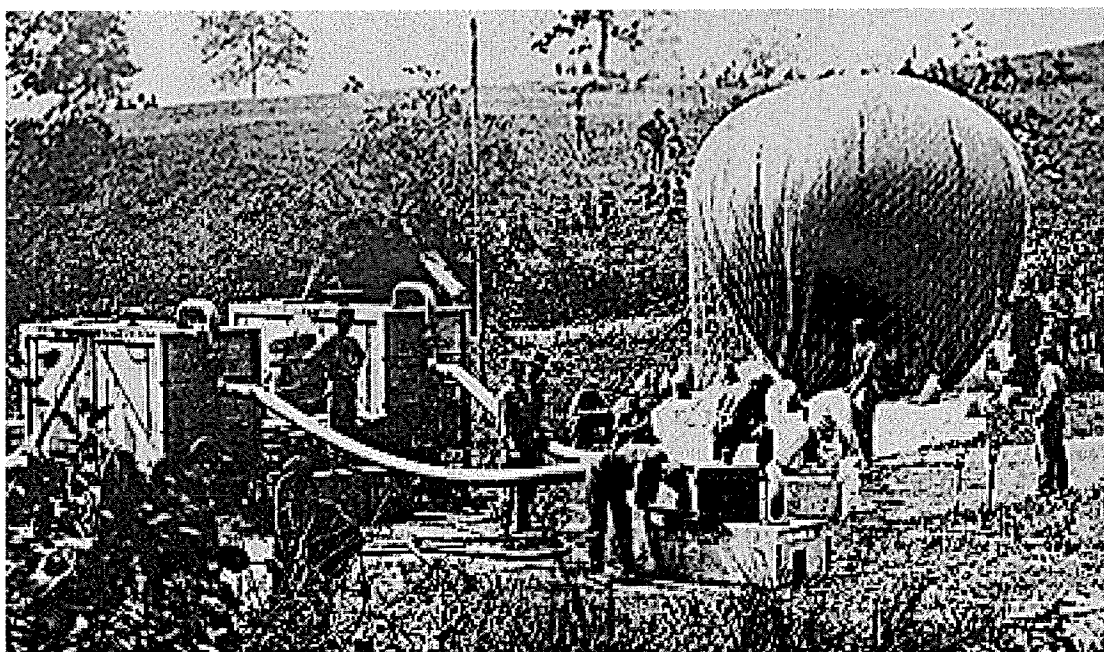


Figura 4. Globo de la guerra civil Americana.

Pero este hecho genera la idea que se mantiene hasta nuestros días que la información obtenida de esta manera es de importancia estratégica y por lo tanto debe permanecer secreta.

En 1870 se tomaron fotografías aéreas de gran altura (33 000 pies o más) desde globos y en 1887 en Alemania se comienza a experimentar con la fotografía de bosques y desarrollan técnicas de fotogrametría para definir áreas.

Se le atribuye a Arthur Batut la primera fotografía aérea tomada desde una cometa en Lebruguiere, París 1889. (Figuras 5 a y b).

En 1899 George Eastman produce el filme basado en nitrocelulosa.

En 1903 El cuerpo de Pichones de Bavaria utiliza estas aves para mandar mensajes y tomar fotografías aéreas (Figuras 6 y 7).

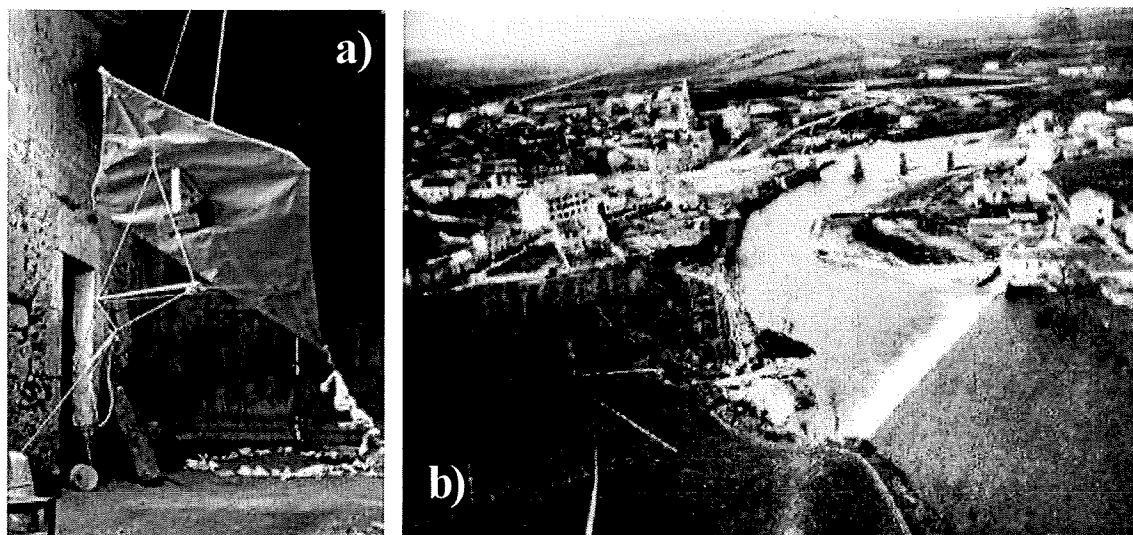


Figura 5. a) Cometa de Batut. cometa en Lebruguiere, París 1889.

b) Primera fotografía aérea tomada desde un

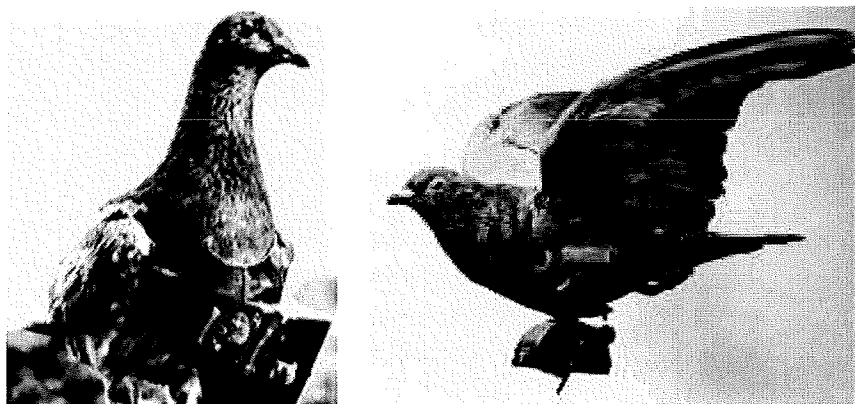


Figura 6. En vuelo fotográfico.

Albert Maul utiliza un cohete de aire comprimido que se eleva a 2600 pies y logro tomar fotografías aéreas.

G.H. Lawrence con ayuda de cometas con globos hace tomas de la destrucción producida por el incendio de San Francisco en 1906 y mucho tiempo se pensó que estas fotografías fueron tomadas desde un avión pero la cámara de Lawrence con un peso

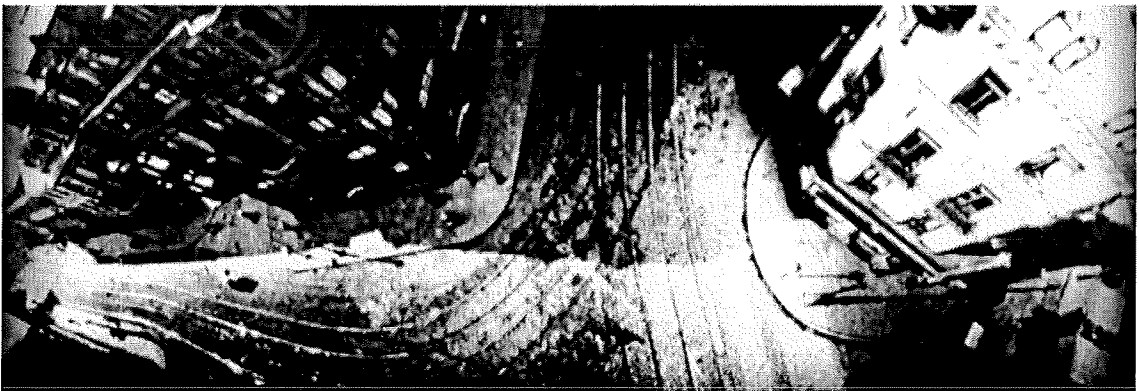


Figura 7. En la imagen superior se aprecian las puntas de las alas de la paloma portadora. mayor a los quinientos kilos era mayor que el peso combinado del aeroplano de los hermanos Wright con su piloto. (Figura 8).

L.P. Bonvillain de la compañía cinematográfica PATHE toma la primera fotografía desde una plataforma aérea en Camp de Avours cerca de Lemans Francia y el propio Wilbur Wright hace tomas en Centocelli Italia en 1909 y en 1914 por su aplicación en la Primera Guerra mundial se produce un desarrollo importante en la fotografía aérea.

En 1919 Hoffman hace mediciones desde un avión del infrarrojo termal.

“La nación con el mejor fotoreconocimiento aéreo ganara la siguiente guerra” con estas palabras proféticas el general alemán Werner Von Frisch da inicio en 1938 a



Figura 8. San Francisco después del terremoto e incendio en 1906 G.H.Lawrence.

los notables éxitos del cohete V-1 el radar, las mediciones de profundidad para los desembarcos y los indicadores de vegetación para el tráfico.

Pero no es sino hasta 1944 que se comienza a estudiar las costas por medio de la fotografía aérea con el objeto de realizar el desembarco en las playas de Normandía durante la segunda guerra mundial, pues en a aquel tiempo no se tenía suficiente conocimiento de las olas y sus características de rompiente en aguas someras y del carácter de las corrientes a lo largo de la playa así como su pendiente y los factores que a producen.

En 1946 se tomaron las primeras fotografías desde el espacio con cohetes alemanes V-2 capturados por los Estados Unidos.

Las primeras pruebas para la medición de playas por medio de la fotogrametría aérea fueron realizadas en 1947 en la Florida E.U.A por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército con el fin de hacer un inventario de la línea costera.

En 1950 Shepard propone el uso de las fotografías en la investigación de los procesos litorales y menciona que las fotografías aéreas son esenciales para la observación de rasgos mayores y en base a estas se puede hacer una recopilación de este tipo de información para producir mapas más exactos de la configuración costera.

Los años 50s son importantes por la tecnología por sensores (aparatos que son capaces de percibir radiaciones del espectro electromagnético no visibles al ojo humano) y se vuelve de rango multiespectral y comienza la carrera entre los rusos y los americanos por el espacio, en 1954 se inventa primer radar aéreo lateral y vuela el U-2 y Rusia lanza el Sputnik 1 (Figura 9).

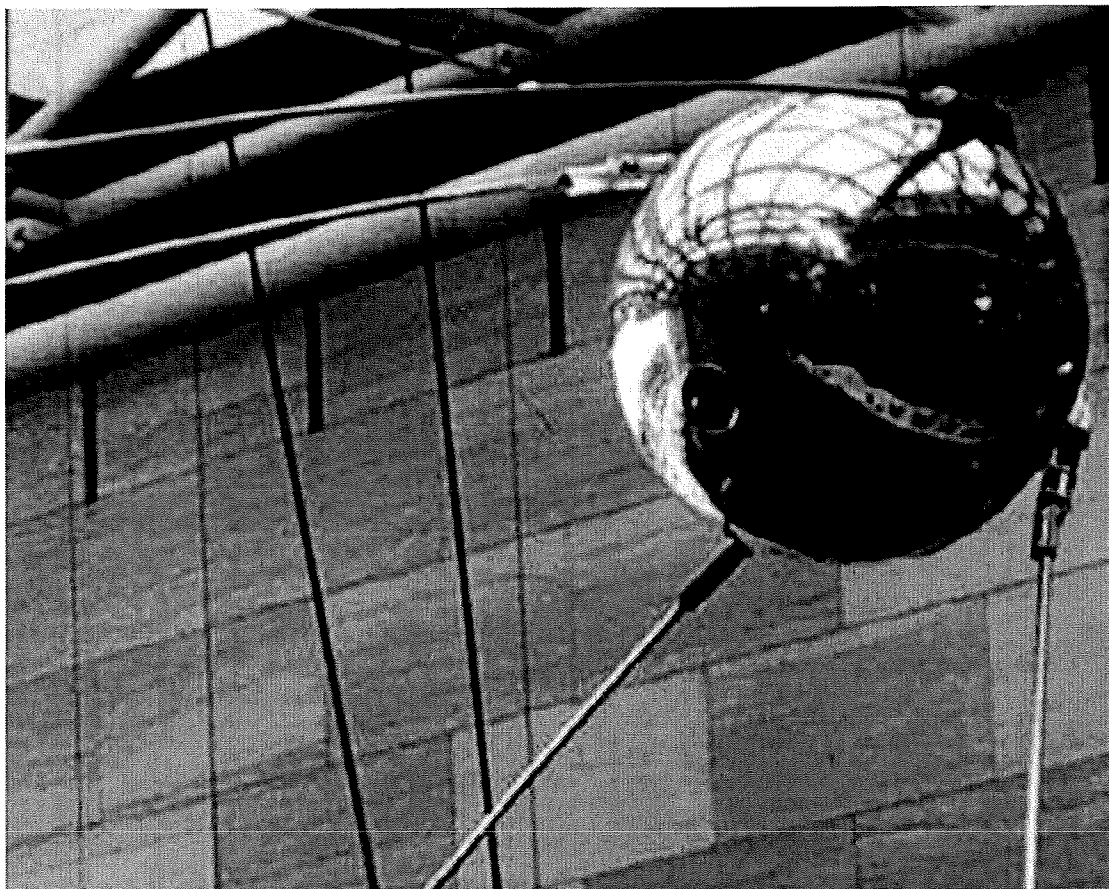


Figura 9. Sputnik 1 el primer satélite artificial producido por los rusos.

En 1960 un U-2 es derribado y lanzado el satélite meteorológico Tiros 1 y comienza la colección de fotografía de inteligencia de los satélites orbitales Corona y el programa KH por parte de los Estados Unidos.

En 1963 D.Gregg de la Universidad de Stanford crea el predecesor de la imagen digital.

En 1964 Sonu propone la fotogrametría como requerimiento básico para el estudio de procesos litorales. También en ese año vuela el primer SR-71 y es lanzado el satélite Nimbus 1.



Figura 10. Imagen de Ensenada por el satélite Landsat-1 en 1972.

En 1967 El-Asbry y Wanless proponen el uso de fotografías aéreas secuenciales para el estudio de variaciones a largo plazo en las costas y es la época de las fotografías del los programas Géminis y Apolo.

En 1972 marca el lanzamiento de satélite ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite) que mas tarde seria renombrado el Landsat-1 (Figura 10)

También en ese año se obtienen fotografías desde el SkyLab. El Landsat 2 lanzado en 1975 y el Landsat 3 en 1978 junto con el Nimbus 7.

En 1979 Welsted propone la investigación de la evolución costera a largo y corto plazo por medio de la fotointerpretación.

Los años ochentas y noventas muestran un desarrollo impresionante en el campo de las imágenes satelitales como el SIR-A (shuttle imaging radars) en 1981 Landsat 4 en 1982 el SIR-B en 1984 junto con el Landsat 5 y en 1986 debuta Francia con sus satélite SPOT-1 y un SPOT-2 en 1990 y en 1991 el ERS-1 (European Radar Satellite) que es el primero lanzado con un altímetro que puede hacer mapas de la superficie de la tierra con exactitud de hasta cinco centímetros en 1993 el SIR-C y el SPOT-3. El ERS-2 complemento del ERS-1 es lanzado en 1995 y en ese mismo año el Radarsat en 1998 el SPOT-4 y en 1999 el Landsat-7 y el EOS AM -1 (Terra) y en el año 2000 el Satélite Ikonos que es el primer sistema comercial de resolución de 1 metro.

BREVE HISTORIA DE ENSENADA

17 de septiembre de 1542 Juan Rodríguez Cabrillo nombre como «San Mateo» lo que ahora es Ensenada Baja California.

El nombre de Ensenada de Todos Santos se lo da el Capitán Sebastián Vizcaíno al llegar a este lugar un día de Todos Santos (2 de noviembre de 1602) en su *Mapa de Reconocimiento* hecho de los planos que realizo de la costa del Pacifico Norte. Mapa que seria dado a conocer hasta 1802 por la política del secreto de la información y después de la publicación de los trabajos de Cook y Vancouver. (figura 11)

En 1804 se establece el Sargento Manuel Ruiz en la región al serle cedidos los terrenos de lo que ahora es la Ciudad de Ensenada. (figura 12)

En 1847 Don Francisco Gastélum recibe los terrenos de su suegro el Sargento Manuel Ruiz.

En 1882 se mueve la cabecera municipal de Real del Castillo a Ensenada.

En 1886 adquiere los terrenos la Compañía Internacional de México gracias a la ley de colonización formulada por el Presidente Porfirio Díaz, quienes por sus malos resultados fueron obligados a vender la compañía a la «Compañía de Terrenos y Colonización» comúnmente conocida como «La Inglesa» que se prolongo hasta ser decretada la caducidad del contrato por el presidente Venustiano Carranza en 1917, figuras 13a y 13b.

En 1950 el Territorio de Baja California Norte pasa a ser un Estado y toma el nombre de Baja California.

En 1951 comienza la construcción del espigón de roca del Cerro del Vigía que le da a Ensenada su forma actual.

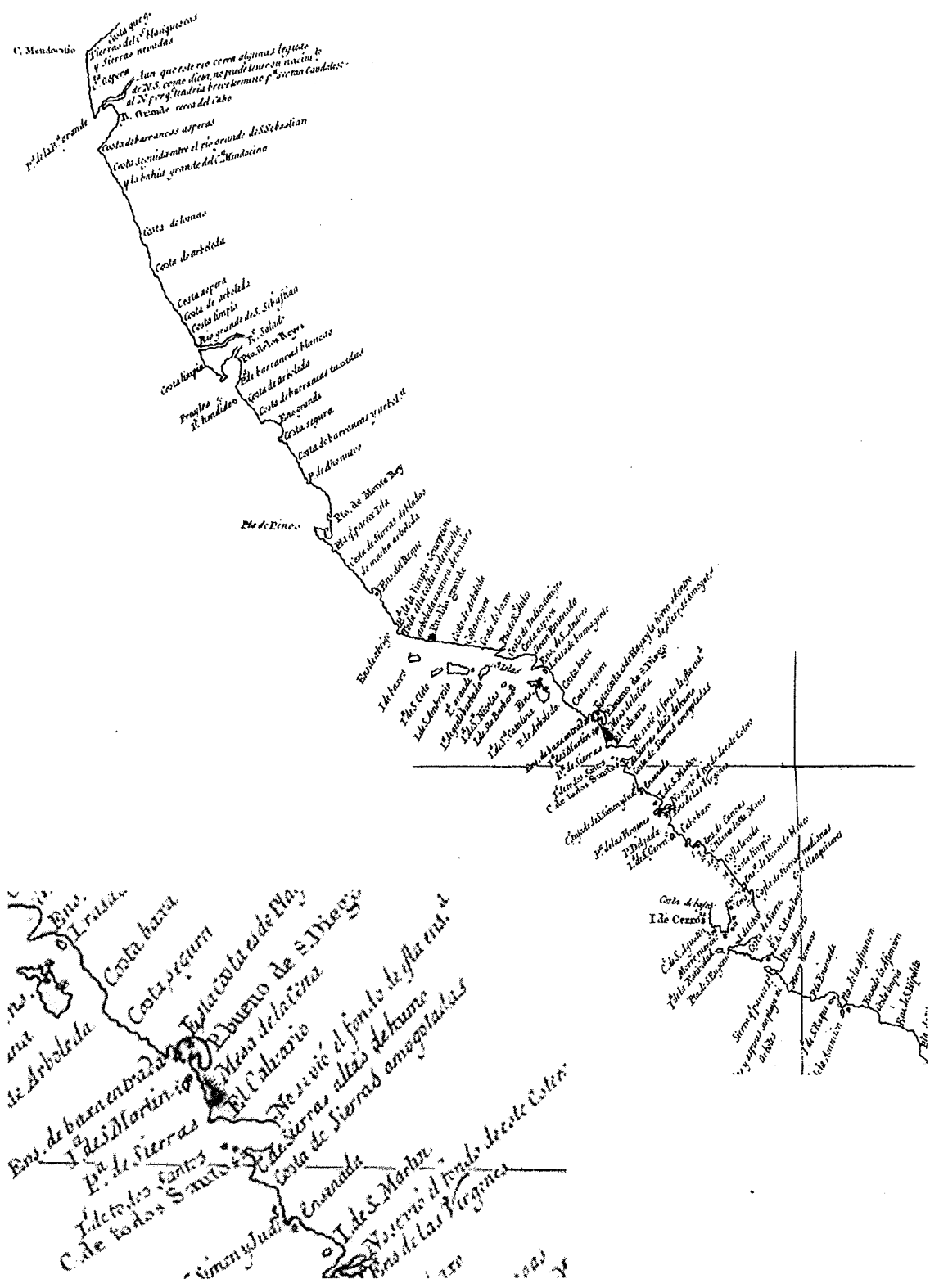


Figura 11. Mapa de Sebastián Vizcaíno de la Costa Pacifico Nororiental 1602.

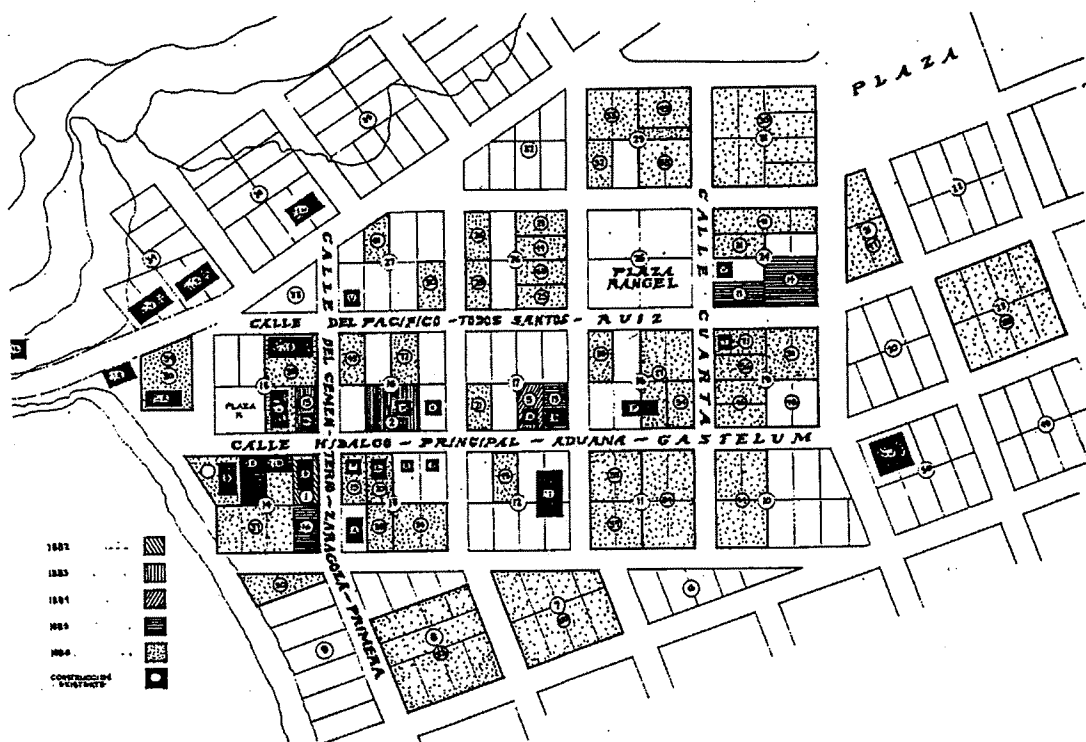


Figura 12. Evolución histórica del primer cuadro de la ciudad de Ensenada indicando cambios de nombres de calles principales (1882-1886), Instituto de Investigaciones Históricas, UABC. (Padilla-Corona, 1999).

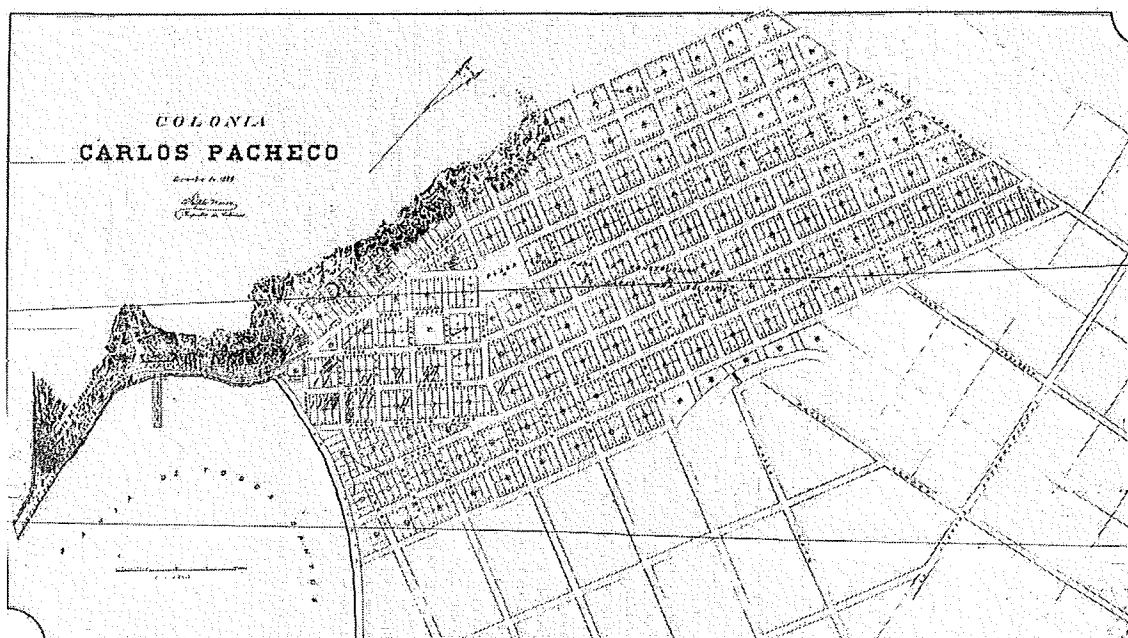


Figura 13a. Teófilo Masac, plano colonia Carlos Pacheco, diciembre 1886. (Padilla-Corona, 1999).

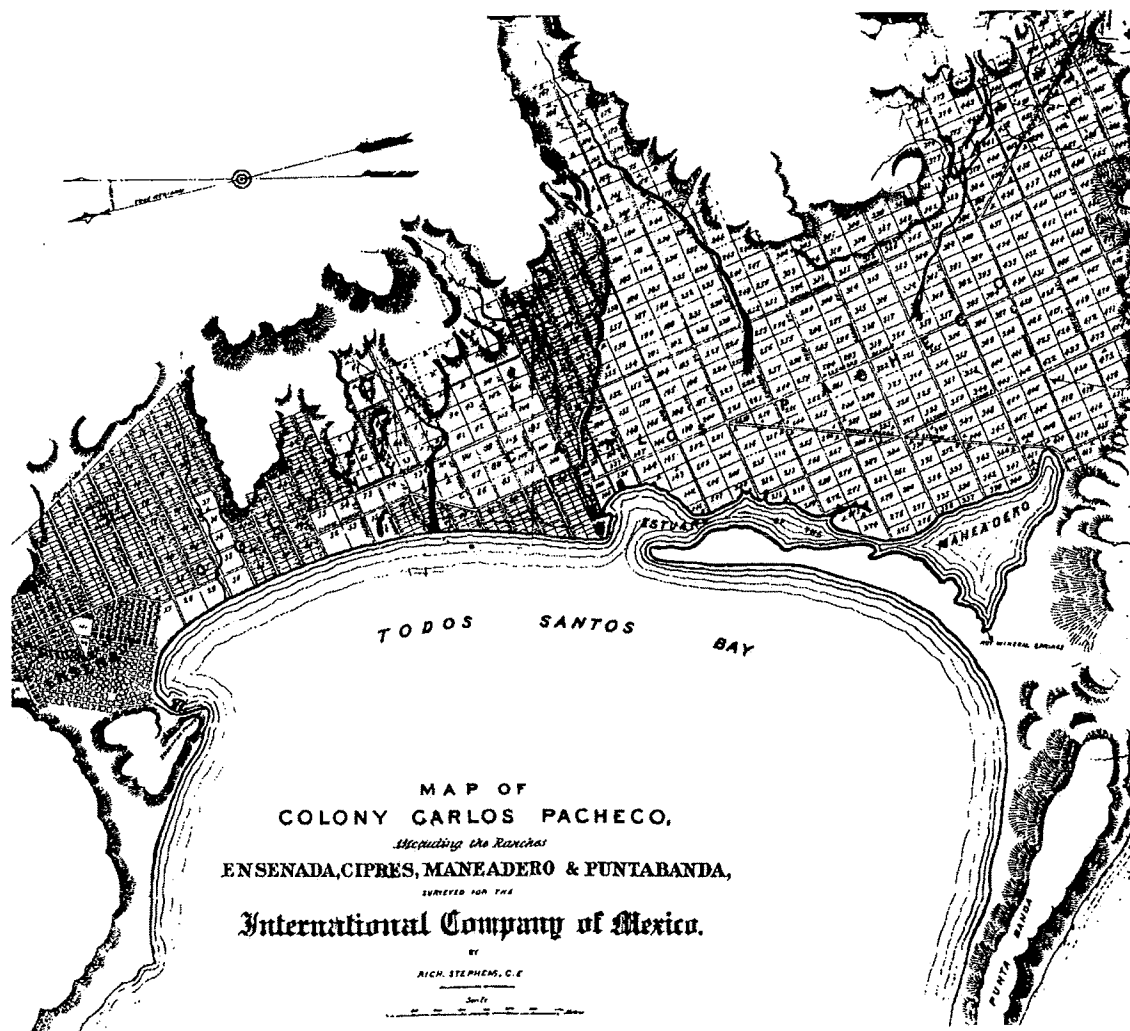


Figura 13b. Mapa de la colonia Carlos Pacheco, Compañía Mexicana Internacional 1882 por Richard Stephens (Piñera-Ramírez D. 1999).

HIPÓTESIS

La interpretación y análisis de la aerofotografía y las imágenes de satélite es un método adecuado y preciso que permite obtener información sobre los recursos de la tierra. El análisis comparativo de fotografías, o imágenes tomadas de un mismo lugar en fechas diversas, puede proveernos de elementos de juicio adicionales para la identificación de un proceso en el presente. Muchos lugares presentan cambios morfológicos a lo largo del tiempo, sobre todo en lugares de gran variación morfológica como es la costa, especialmente las playas que son estructuras sedimentarias relativamente inestables.

El Puerto de Ensenada ha sufrido cambios morfológicos importantes durante la segunda mitad del siglo XX, debido principalmente a la adecuación antropogénica de la costa para actividades portuarias.

Uno de los métodos para estudiar estos cambios es por medio de la fotografía aérea multitemporal y la fotointerpretación. Es posible hacer una descripción cualitativa y una evaluación de los procesos ocurridos en la rada y las causas que los produjeron basándose en la información que proporcionen los mapas, las fotografías aéreas y las imágenes satelitales de la zona.

OBJETIVOS

- Recabar documentos que den testimonio gráfico de los cambios morfológicos de la rada del puerto. Ordenar, cotejar y procesar digitalmente las fuentes documentales. Se procesaran mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite
- Realizar un análisis de variabilidad morfológica en el tiempo de la zona ocupada por la rada del puerto de Ensenada B.C. a partir de la colección e interpretación

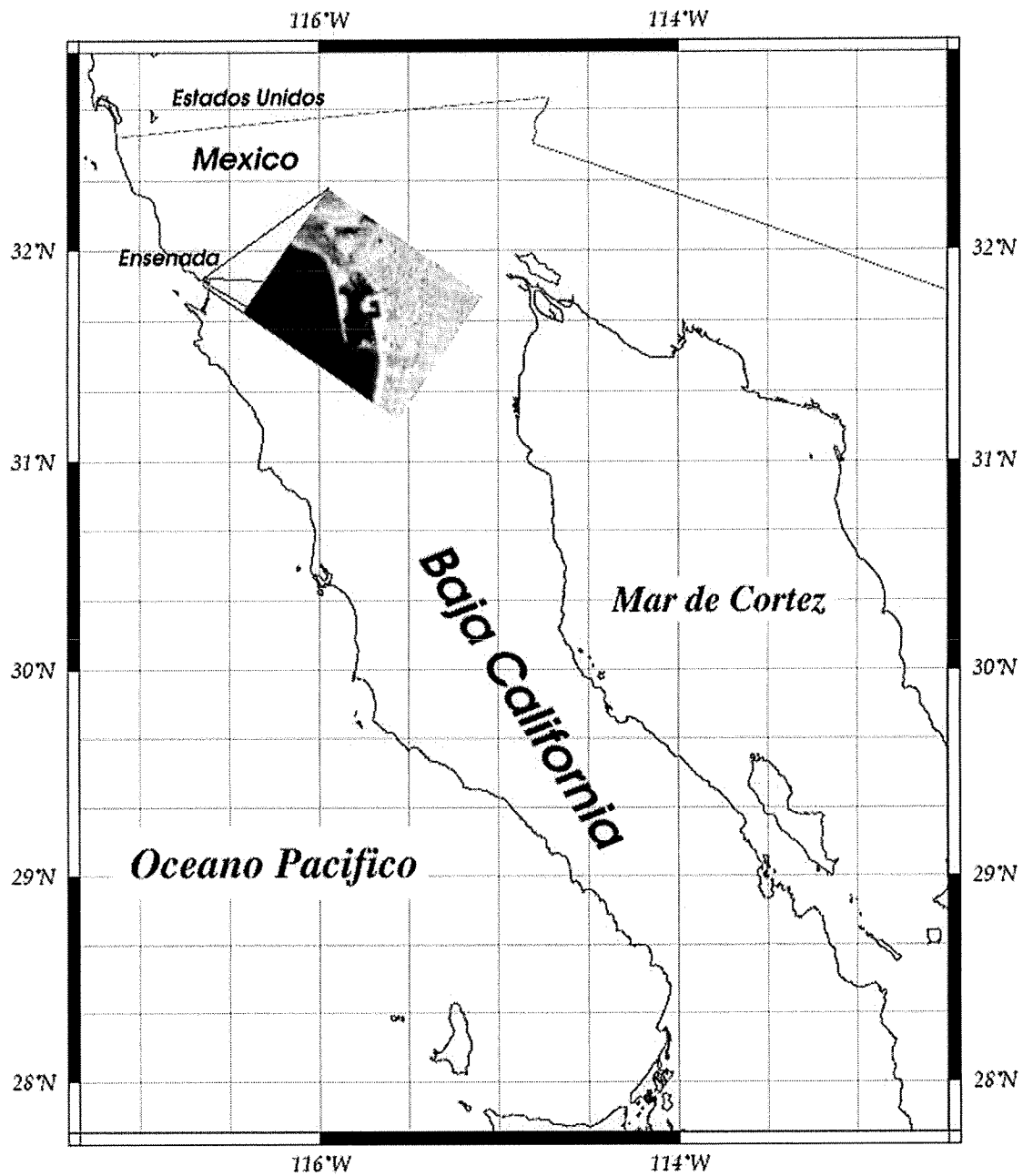


Figura 14. Mapa de la Península de Baja California, indicando la ubicación del Puerto de Ensenada.

de fotografías aéreas e imágenes de satélite desde el año de 1935 hasta el año de 2001.

- Describir y documentar los cambios morfológicos en base al análisis de las fotografías aéreas, imágenes de satélite y mapas.

- Generar una animación de la evolución de la rada del Puerto de Ensenada a partir de las fotografías aéreas e imágenes de satélite que fueron sometidas a un mismo contexto cartográfico.

DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La rada del Puerto de Ensenada se encuentra localizada en la parte noroccidental de la Republica Mexicana al noroeste de la península de Baja California (Figura 11) aproximadamente 100 Km. al sur de la frontera con Estados Unidos (Figura 12) y dentro del área denominada Bahía de Todos Santos (Figura 13), en su parte noreste se encuentra ubicada la rada del puerto entre las coordenadas $31^{\circ}50'40''$ y $31^{\circ}51'40''$ Latitud Norte y $116^{\circ}37'00''$ $116^{\circ}38'00''$ Longitud Oeste (Figura 14).

MATERIALES Y METODOS

Los Programas de computo empleados son ER MAPPER 6.2 y el GMT Generic Mapping Tool V. 3.4, programas de diseño grafico de Adobe PhotoShop 5.0, LViewpro, GIFSICLE para animaciones.

Se recabaron mapas, fotografías aéreas e imágenes satelitales de la rada del puerto de Ensenada B.C. especialmente aquellas que presentan una proyección vertical (Tabla 1).

Se ordenaron y clasificaron el conjunto de fotografías en orden cronológico.

Se escanearon las fotografías y mapas en tonos de gris a 300 puntos por pulgada

Tabla 1. Relación de mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite utilizadas				
Tipo de Imagen	Tamaño	Fecha	Escala	Origen
Mapa, Fig. 13b	Indefinido	1886	N/A	Internacional Company of México (IH UABC)
Mapa, Fig. 12	Indefinido	1882 1886	N/A	Instituto de Investigaciones Históricas UABC
Fotografía, Fig. 21	25 x 25 cm.	1937	1:10 000	Compañía Mexicana de Aerofoto
Fotografía, Fig. 22	25 x 25 cm.	1951	1:10 000	Compañía Mexicana de Aerofoto
Fotografía, Fig. 23	50 x 60 cm.	1951	1:40 000	Compañía Mexicana de Aerofoto
Fotografía, Fig. 24	25 x 25 cm.	1955	1:10 000	Compañía Mexicana de Aerofoto
Mosaico compuesto, Fig. 25	25 x 25 cm.	1955	N/A	Compañía Mexicana de Aerofoto
Mosaico compuesto, Fig. 26	Irregular 50x60 cm	1965	1:25 000	Compañía Mexicana de Aerofoto
Fotografías, Fig. 27	25 x 25 cm.	1965	1:10 000	Compañía Mexicana de Aerofoto
Fotografías, Fig. 29	25 x 25 cm.	1972	1:50 000	Comisión de Estudios del Territorio Nacional
Ortofotografía H11B12, Fig. 31	N/A	1993	1:75,000	INEGI
Imagen Digital, Fig. 35	N/A	2001	N/A	Satélite IKONOS

(Tabla 1).

Se georreferenciaron los mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite, proceso que a continuación se describe.

La georreferenciación consiste en reconocer rasgos de la imagen cuyas posiciones son conocidas llamándose a estos sitios “puntos de control en el terreno” (Richards, 1993; Campbell, 1996; Sabins, 1997; Vincent, 1996). Para este procedimiento es necesario contar con material cartográfico en forma de mapas (o en el caso del presente trabajo de ortofotografías) referidos a algún sistema de coordenadas (geográficas, UTM, etc.). Se seleccionaron puntos de control dispersos sobre la imagen procurando cubrir toda su extensión, mediante la identificación de rasgos terrestres como puntas rocosas en la línea de costa, intersecciones de avenidas y arroyos que sean notorios en ambas imágenes y que sean constantes entre una y otra imagen, algunos puntos son el Riviera del Pacífico el cruce de la Avenida Primera y Ruiz por citar algunos ejemplos. La ubicación de los puntos elegidos fue verificada en los mapas topográficos de CETENAL clave H11B11 y H11B12 escala 1:50,000. La proyección utilizada es la Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 11.

Para la ubicación de puntos de control por medio del Programa ERMAPPER, se utilizo como referencia la ortofotografía digital de Ensenada que viene georreferenciada por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.) y que corresponde a la carta H11B12. Con fecha noviembre de 1993.

La imagen de la derecha (Figura 15) describe la ubicación de los puntos en el mapa (x,y) y el otro sistema de coordenadas define la localización de los píxeles correspondientes dentro de la imagen. Ambos sistemas de coordenadas se pueden relacionar mediante un par de funciones de mapeo f y g :

$$u = f(x, y) \quad y \quad v = g(x, y) \quad (1)$$

Las formas explícitas para estas funciones de mapeo generalmente no se conocen por lo que se eligen como polinomios de primero, segundo o tercer grado (Richards, 1993). Por ejemplo, para el caso de un polinomio de segundo grado se tiene que:

$$u = a_0 + a_1 x + a_2 y + a_3 xy + a_4 x^2 + a_5 y^2 \quad (2)$$

$$v = b_0 + b_1 x + b_2 y + b_3 xy + b_4 x^2 + b_5 y^2 \quad (3)$$

El número mínimo de puntos de control requerido para una aproximación polinomial de primer grado es de tres puntos, mientras que se necesitan seis y diez puntos para los polinomios de segundo y tercer grado respectivamente. Sin embargo, es recomendable utilizar suficientes puntos de control de tal manera que si algunos puntos contienen errores de posición, éstos no tendrán una influencia notoria sobre los coeficientes polinomiales (Richards, 1993; Sabins, 1997; Campbell, 1996).

Después de que se determina el mapeo polinomial, se construye una versión de la imagen corregida geoméricamente. Para este paso se construye una retícula que

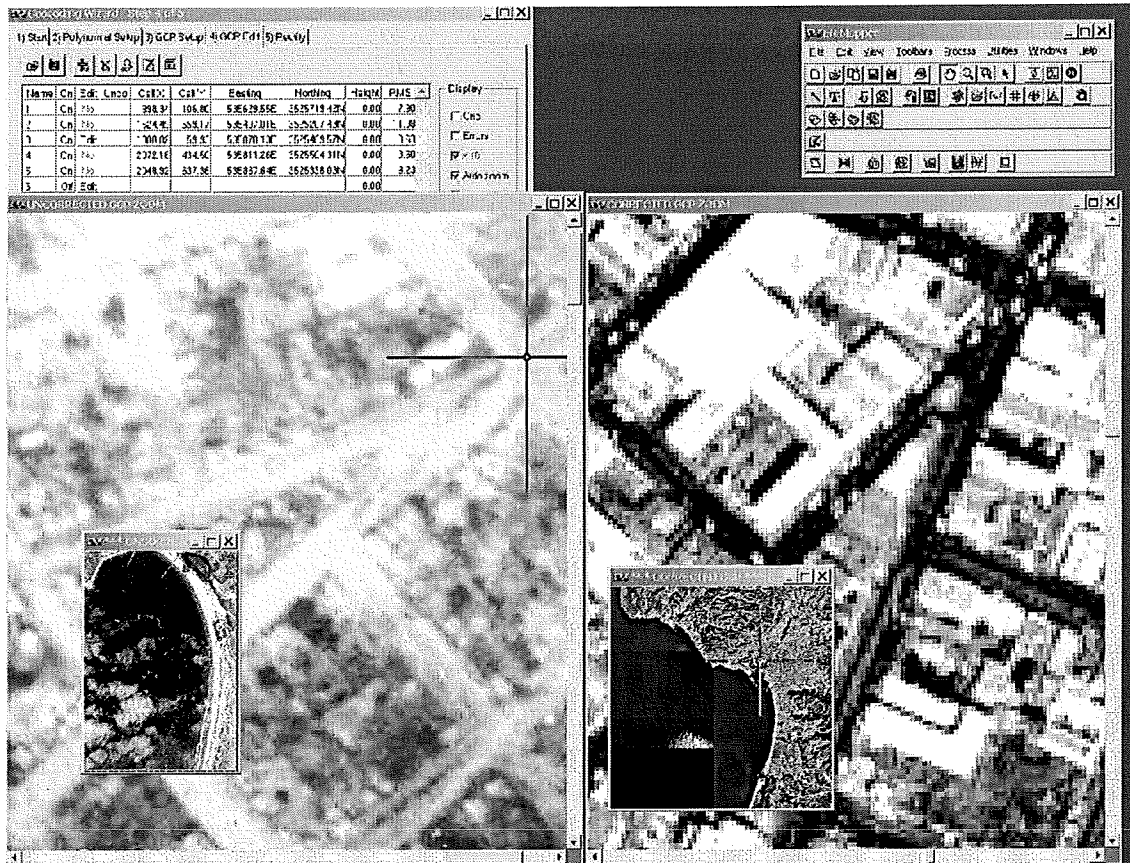


Figura 15. Metodo de georreferenciación utilizando el programa ERMAPPER en donde un punto de referencia se encuentra en la confluencia de las avenidas Juárez, Macheros y Miramar.

actua como una malla en donde cada nodo representa el centro del pixel en la imagen corregida. El espaciamento en la malla se elige de acuerdo al tamaño del pixel que se requiere en la imagen corregida. Generalmente, los centros de los pixeles en las mallas no corresponden exactamente con los centros de píxeles en la imagen original (Figura 16).

Para cada una de las imágenes a procesar se aplica la transformación geométrica (georreferencia) con el proposito de homogeneizar la escala y referencia geográfica. Esto nos permite hacer una comparación multitemporal.

Las imágenes son planos transformados de la ciudad, fotografías aéreas e imágenes de satélite que serán ordenadas en una forma cronológica y hacer de esta manera una secuencia histórica que nos muestre los cambios morfológicos de la rada del puerto desde antes de su nacimiento (Figura 17).

El siguiente paso es hacer una correlación de las imágenes superponiendo la imagen más antigua sobre la más moderna por ejemplo la fotografía de 1935 sobre la de 1951 y después la de 1951 sobre la de 1955 y se aplica el mismo método a todas las imágenes de y se escoge una región que en el presente estudio es la imagen completa (un cuadrilátero) pero dicha región puede presentar una forma arbitraria y se escoge un marco que será la base de todas las imágenes (Figura 18).

Como se puede apreciar en las figuras 17 y 18, al aplicar la transformación geométrica, la imagen resultante generalmente es rotada produciendo zonas con datos nulos (triángulos negros) que se requieren enmascarar con ayuda de polígonos.

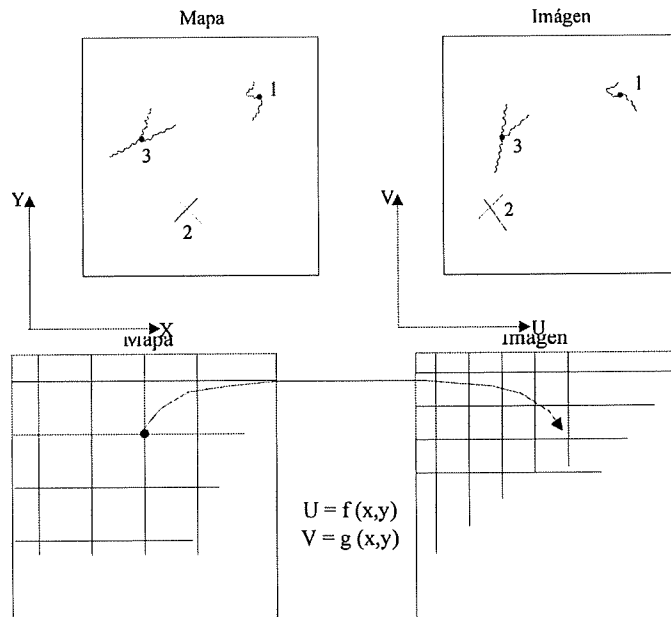


Figura 16. Sistemas de coordenadas definidos para la imagen y el mapa con los puntos de control especificados. Modificado de Richards (1993).

Una secuencia ordenada de las imágenes multitemporales nos genera una animación donde los cambios morfológicos pueden ser apreciados. Para hacer transiciones no abruptas entre una imagen y la siguiente, se utilizó una herramienta del Programa ERMAPPER que permite hacer niveles de transparencia entre las dos imágenes. Se definieron 20 niveles de transparencia en incrementos de 5% entre la imagen inicial y la final, de cada etapa generando una suave transición entre una y otra.

Este proceso se aplica a todas las imágenes para generar una secuencia cronológica entre 1935 a 2001.

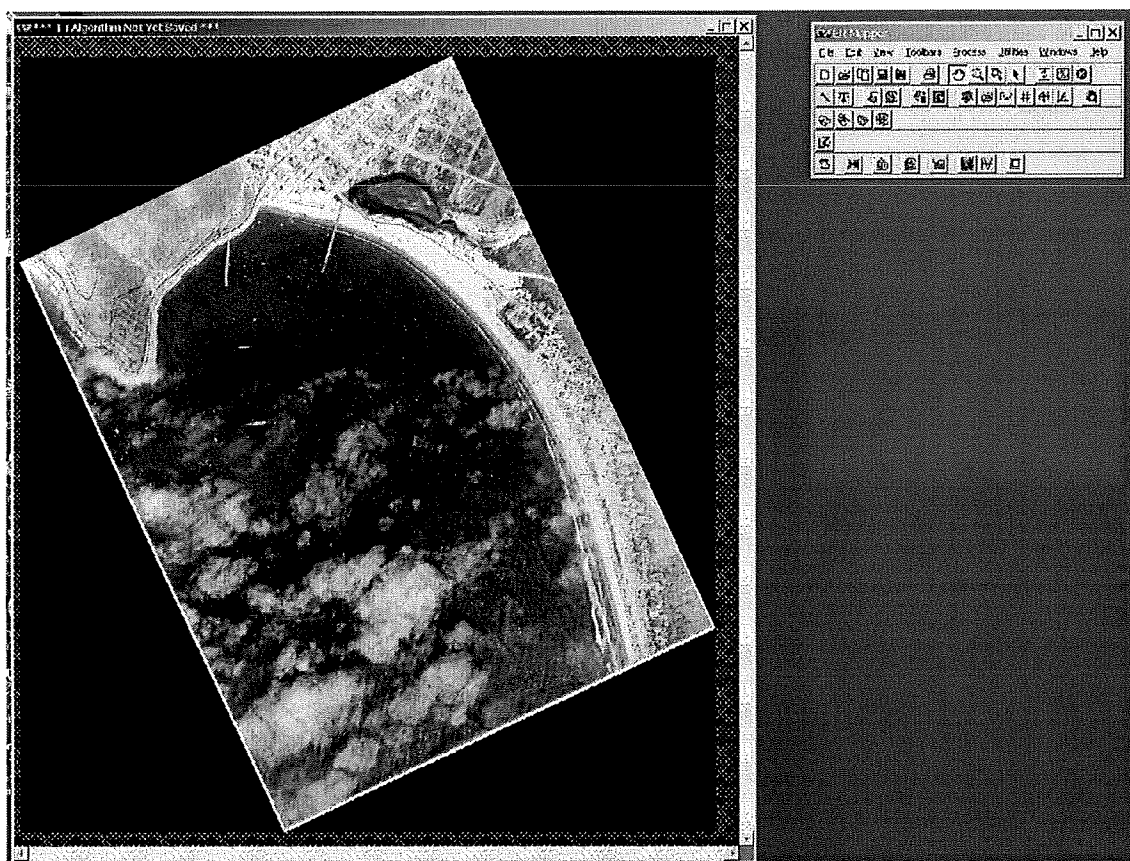


Figura 17. Imagen de Ensenada en 1935 georreferida y presentando la orientación tamaño y escala corregidas.

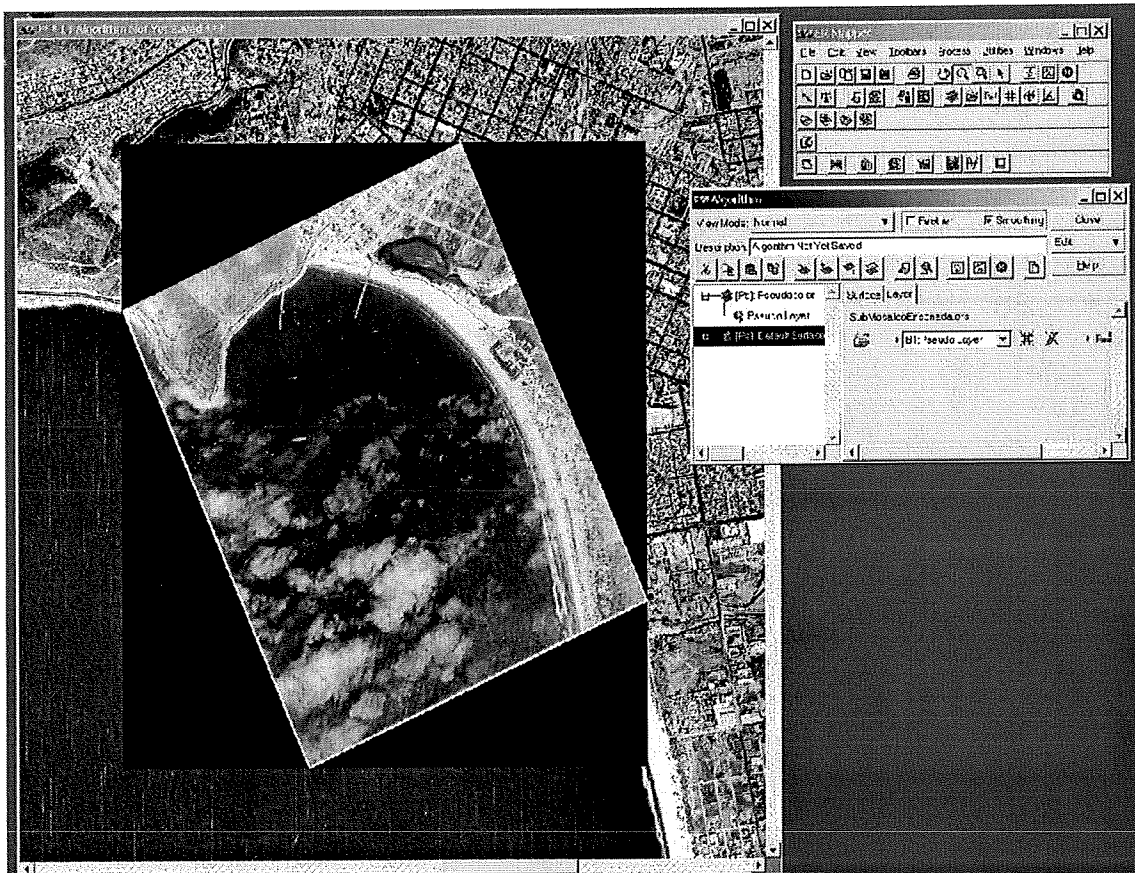


Figura 18. Sobreposición de fotos aéreas georreferidas de 1935 sobre foto de 1951.

Por ejemplo la figura 19 se encuentra la bahía en 1937 superpuesta sobre la imagen de 1951 y con 0% de transparencia ir aumentando la transparencia se hacen mas aparentes los rasgos de la imagen que se encuentra en la capa inferior hasta desaparecer por completo.

Resumiendo la metodología, la fotointerpretación y análisis de las fotografías aéreas fue llevado a cabo, utilizando el método de fotografía aérea multitemporal, que consiste en la colección de la información, esta se ordena en forma cronológica, se cotejaron los cambios y se hizo una fotointerpretación para obtener las conclusiones (Figura 20).



Figura 19. Sobreposición de imagen 1937 sobre la de 1951 con 0% transparencia en la imagen 1937 enmascarando la zona de datos nulos.

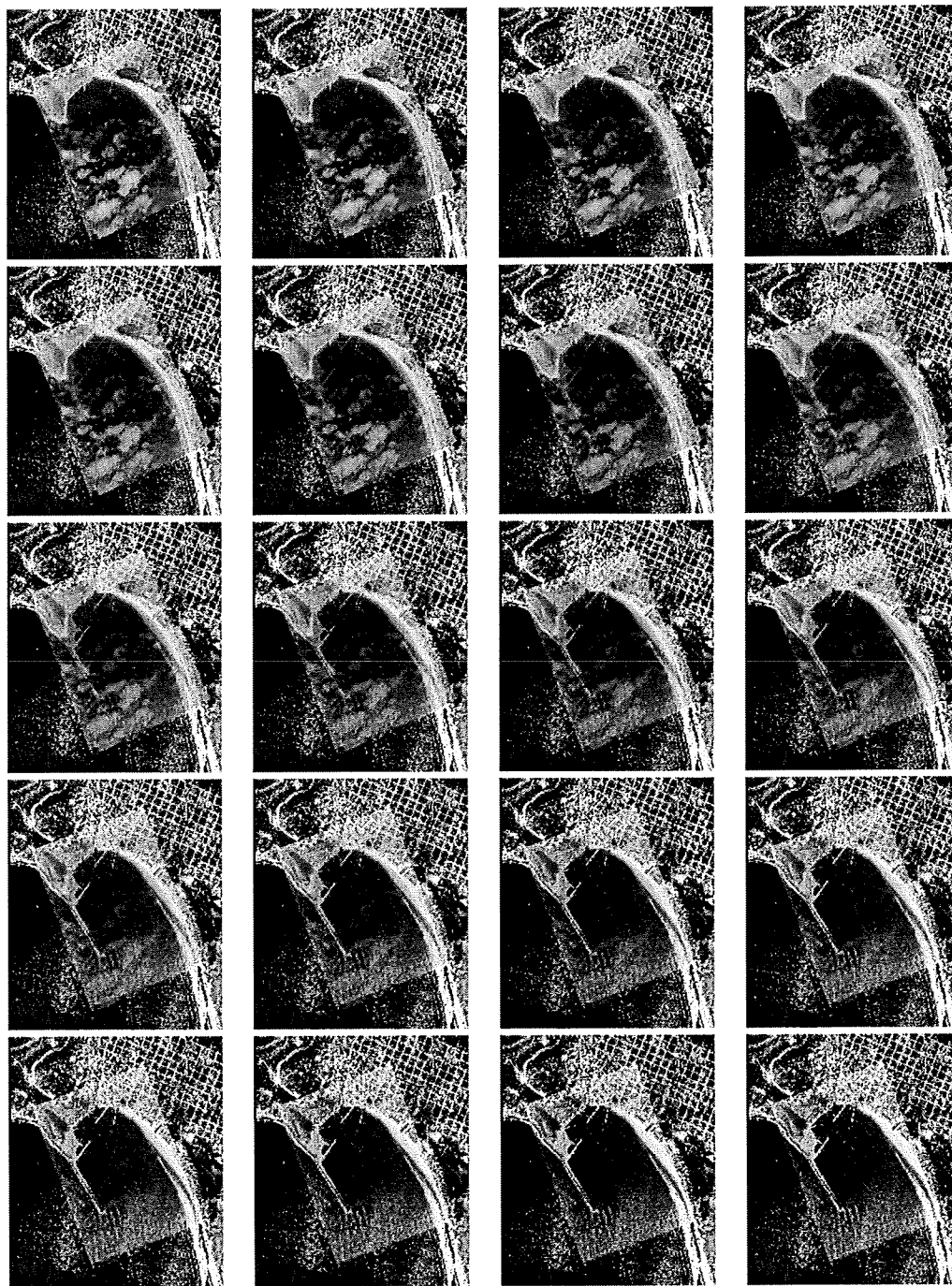


Figura 20. Serie de fotografías de Ensenada en la esquina superior izquierda en 1937 y en la esquina inferior derecha en 1951.

RESULTADOS

Se ordenaron, cotejaron y procesaron las fotografías aéreas, imágenes de satélite y mapas para establecer el marco geográfico de referencia (Georeferencia). Se estableció como marco geográfico el área en donde se observan los cambios mas importantes que se estudian en el presente trabajo.

Con base en la comparación de las fotografías y teniendo como marco de referencia un fotomosaico georeferido se realizó la descripción de los cambios de morfología que la rada ha tenido en el tiempo.

En el presente trabajo se analizaron y georrefirieron 7 fotografías aéreas 2 imágenes de satélite y 3 mapas las cuales se describen a continuación. Realizando un análisis comparativo entre ellas.

Fotografía aérea en blanco y negro, tomada por la Compañía Mexicana de Aerofoto con numero de vuelo 1177 con fecha de 1937 de 25 cm. x 25 cm. (Figura 21) con anotaciones a lápiz en la parte superior que dicen “Ensenada B.C. Antes de iniciar las obras del puerto 1935” y en la fotografía notaciones haciendo referencia al “Hotel Playa” (Riviera del Pacifico) y otra señalando “Casa de Jack Dempsey”.

Siguiendo la secuencia cronológica tenemos una fotografía aérea en blanco y negro, proyección vertical de la Compañía Mexicana de Aerofoto vuelo N° 655 con fecha de 1951, con escala de 1:40 000 de tamaño 50 cm. x 60 cm. (Figura 22).

En las Figuras 21 y 22 nos muestra el inicio de la construcción del puerto así como se encontraba la laguna costera ya hay asentamiento de población y se crea la boca artificial del arroyo en donde hay un depósito de sedimento y se hace mas ancha

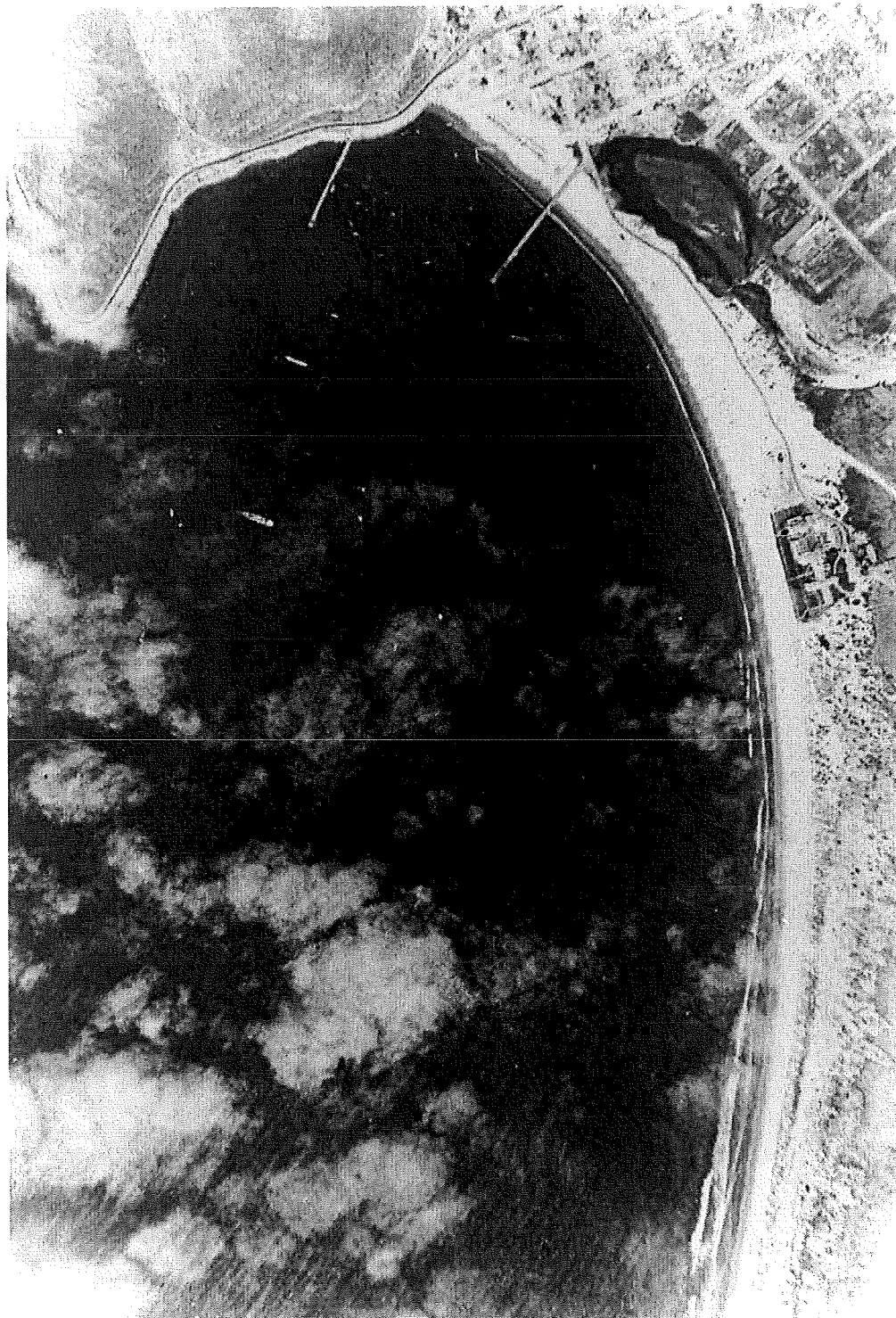


Figura 21. Esta foto muestra el estado original de la Ensenada, en 1937 el cerro El Vigía se aprecia intacto así como la desembocadura del arrollo no muestra ninguna modificación y hay una laguna costera.



Figura 22. Imagen que muestra el nacimiento de Ensenada en 1951 como puerto moderno en donde la laguna costera ha sido desecada y el cauce del arrollo desviado de su cauce natural.



Figura 23. Ensenada 1951 (Compañía Mexicana de Aerofoto).

la playa, aún no se construye el Bulevar Costero y el antiguo camino que comunicaba la ciudad con el “Hotel Marina” ahora forma lo que actualmente es la Calle Primera y una disminución en el volumen en el cerro El Vigía y los primeros muelles de piedra.

(Figura 23) Fotografía aérea en blanco y negro, proyección vertical de la Compañía Mexicana de Aerofoto vuelo N° 653 con fecha de 1951, con escala de 1:10 000 de tamaño 50 cm. x 60 cm. Fotografía aérea en blanco y negro, proyección vertical de la Compañía Mexicana de Aerofoto vuelo N° 1468 con fecha de 1955 de 25 cm. x 25 cm. con anotaciones a lápiz en la parte superior que dicen “Ensenada B.C. e etapa construcción puerto”. (Figura 24) mosaico compuesto de fotografía aérea en blanco y negro, proyección vertical de la Compañía Mexicana de Aerofoto vuelo N° 1468 con fecha de 1955, de tamaño 25 cm. x 25 cm. con una anotación a lápiz que dice Ensenada B.C. Etapa construcción del puerto 1959

En esta etapa se observa principalmente el inicio de la construcción de la plataforma de maniobras de buques de carga de calado mayor en el cuerpo del espigón y los terrenos ganados al mar en la parte norte de la rada y los rellenos en la parte noroeste (lo que más tarde será la “Ventana al Mar), también se observa la construcción del espigón de Cementos Guadalajara y un espigón pequeño en la parte sur este de la rada del puerto .

(Figura 25) Fotografía aérea de mosaico en blanco y negro, proyección vertical de la Compañía Mexicana de Aerofoto vuelo N° 1858 con fecha de 1965, con escala de 1:25 000 de tamaño 50 cm. x 60 cm.

(Figuras 26 y 27) Mosaico de 2 fotografías aéreas en blanco y negro verticales de la Compañía Mexicana de Aerofoto vuelo 1858 con fecha de 14 de octubre 1965 de

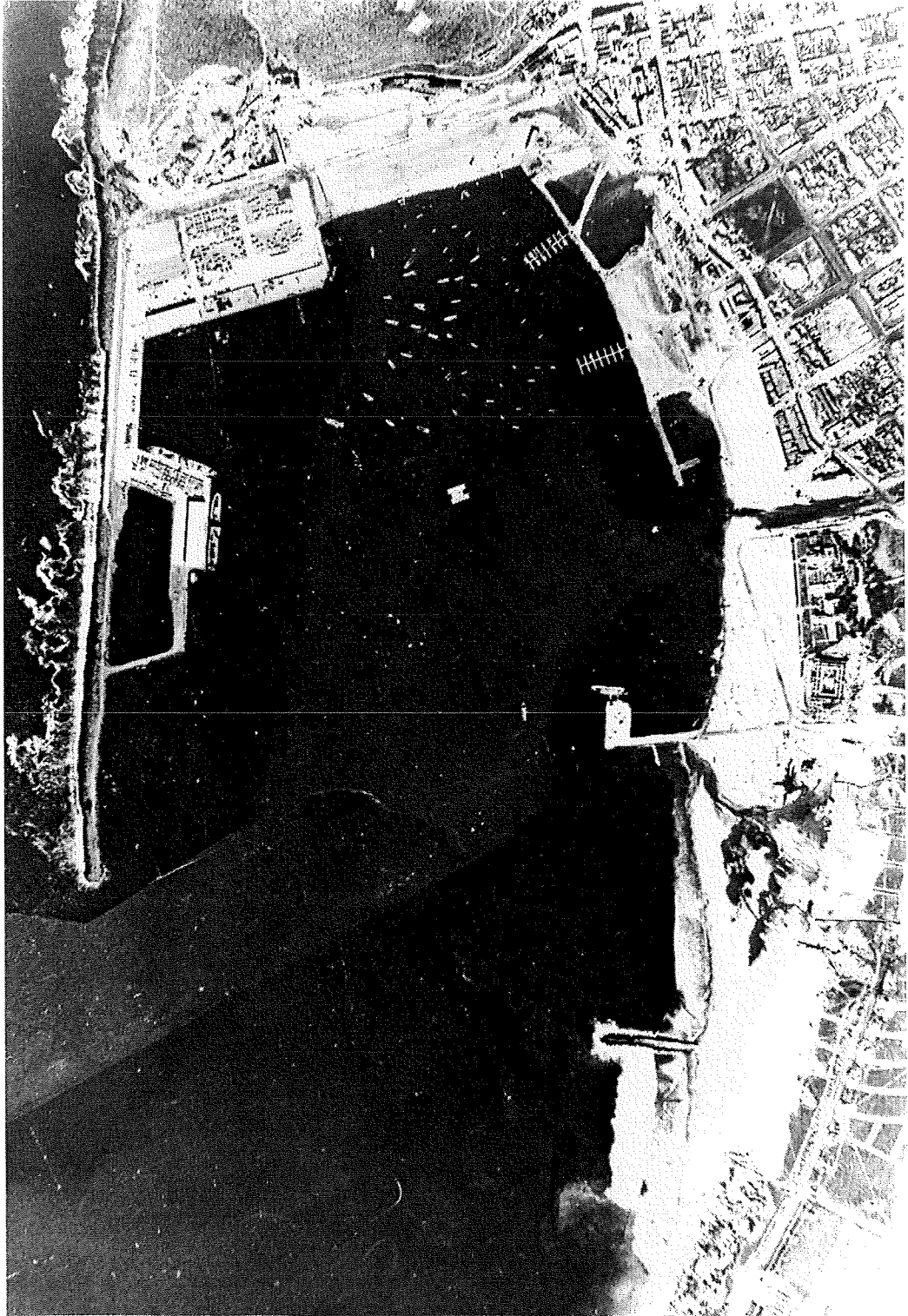


Figura 24. Fotografía de Ensenada, 1955 (Compañía Mexicana de Aerofoto).

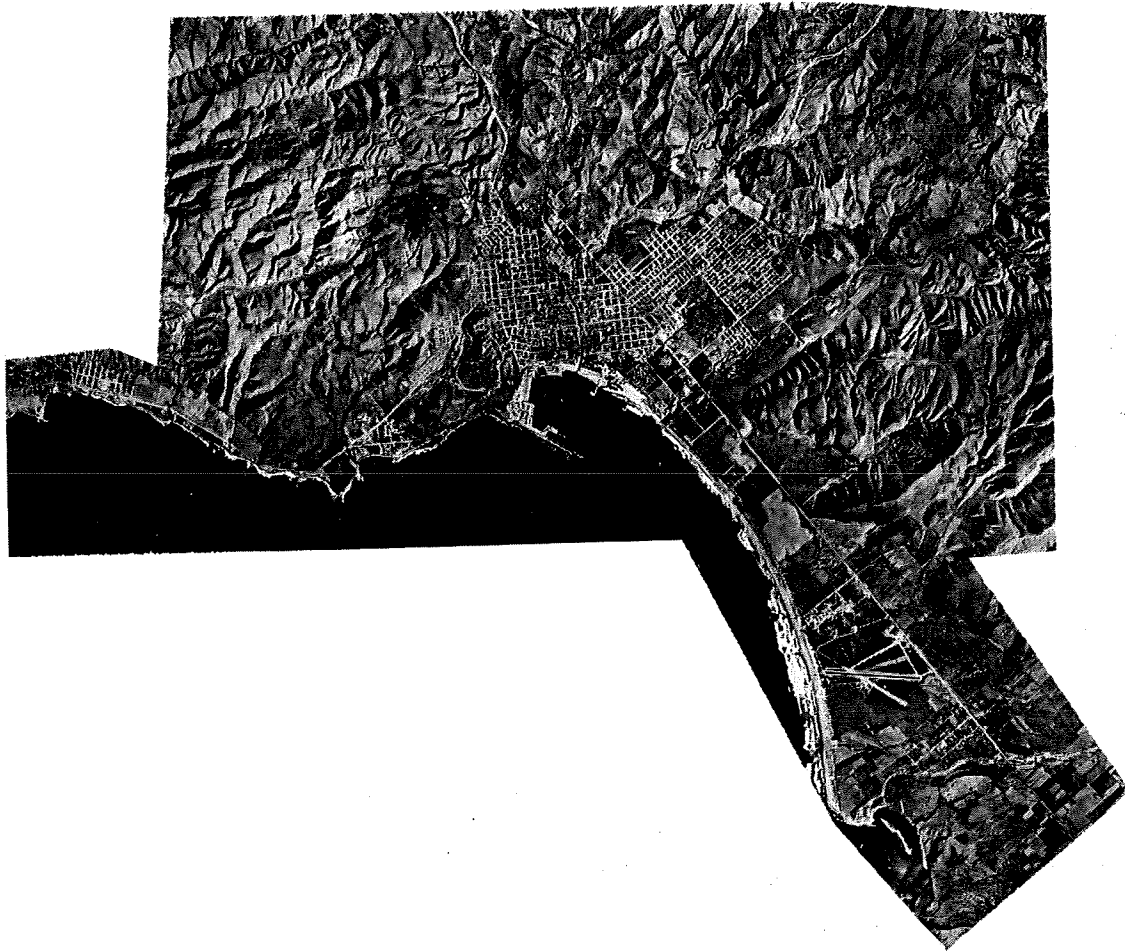


Figura 25. Fotografía de Ensenada, 1955 (Compañía Mexicana de Aerofoto).



Figura 26. Fotografía de Ensenada, 1965 (Compañía Mexicana de Aerofoto).



Figura 27. Fotografía de Ensenada, 1965 (Compañía Mexicana de Aerofoto).

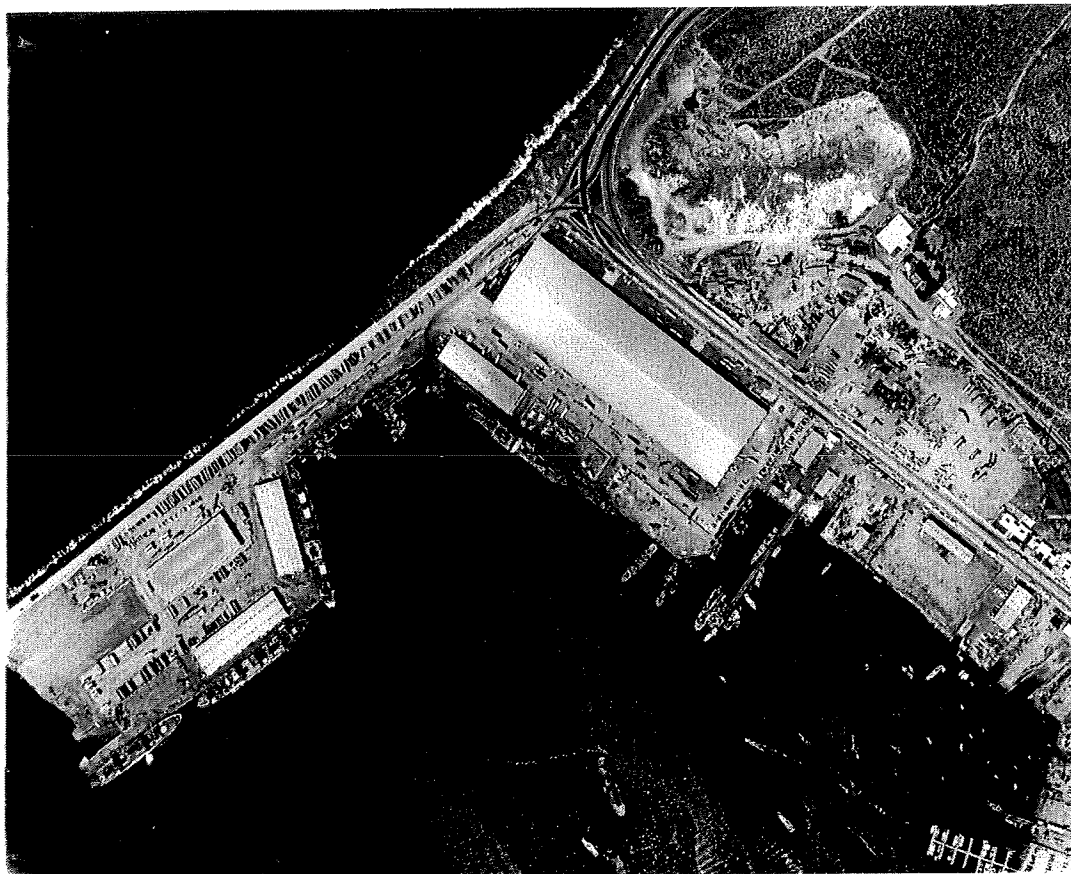


Figura 28. Fotografía de Benny Ventura, 1971. No fue procesada pero que se incluye por ser parte del registro histórico de la Ciudad de Ensenada.

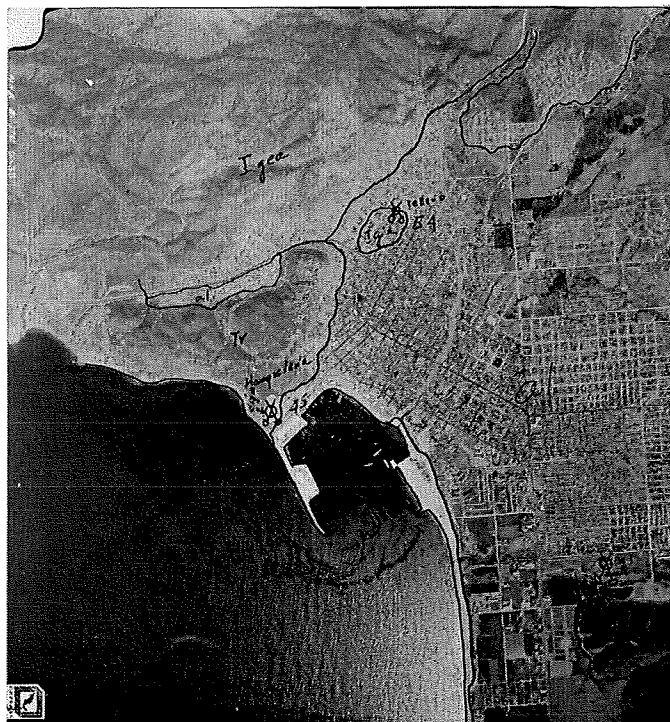


Figura 29. CETENAL 1972.



Figura 30. CETENAL 1972.

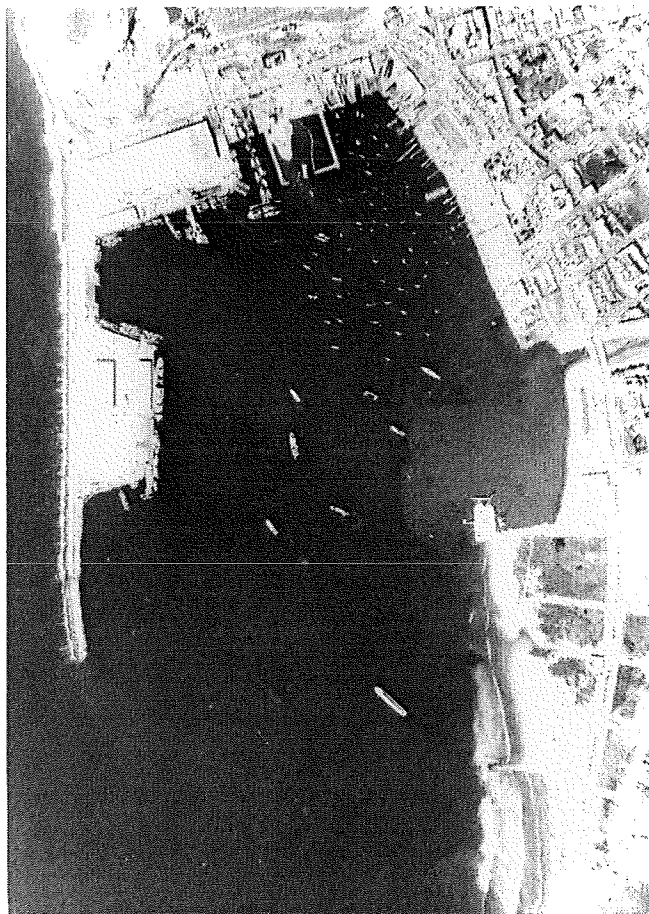


Figura 31. CETENAL 1993, acercamiento de la ortofotografía H11B12.

25 cm. x 25 cm.

(Figura 28) Fotografía aérea en blanco y negro en proyección vertical tomada por Benny Ventura el 30 de Agosto de 1971.

(Figuras 29 y 30) Fotografías aéreas a color en proyección vertical de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) de tamaño de 25 cm. x 25 cm. del año de 1972 aproximadamente.

(Figura 31) Copia de fotografía aérea en proyección vertical de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) del año de 1972.

Figura 32 a,b,c,d,e,f Fotografías aéreas en blanco y negro de proyección vertical de una serie de 32 fotografías de negativos de 70 mm en el año 1978 (tomadas por el autor)

Figura 33 y 34 INEGI Agosto 1990, escala 1 : 75,000.

Figura 35 Imagen digital de el satelite IKONOS, año 2001, CICESE.

Figura 36 Foto panoramica de la Bahía de Ensenada año 2001, (autor).

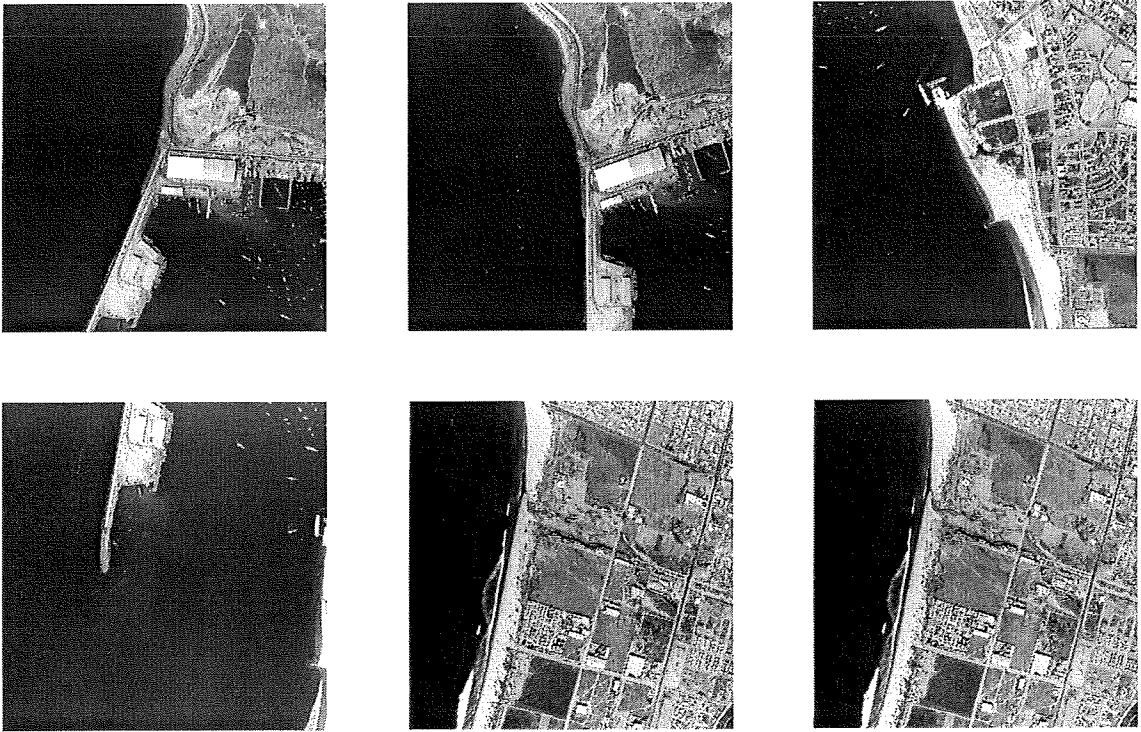


Figura 32. Fotografías aéreas tomadas por el autor que se incluyen como parte del registro histórico de la Ciudad, 9 de septiembre de 1979.



Figura 33. INEGI 1990.

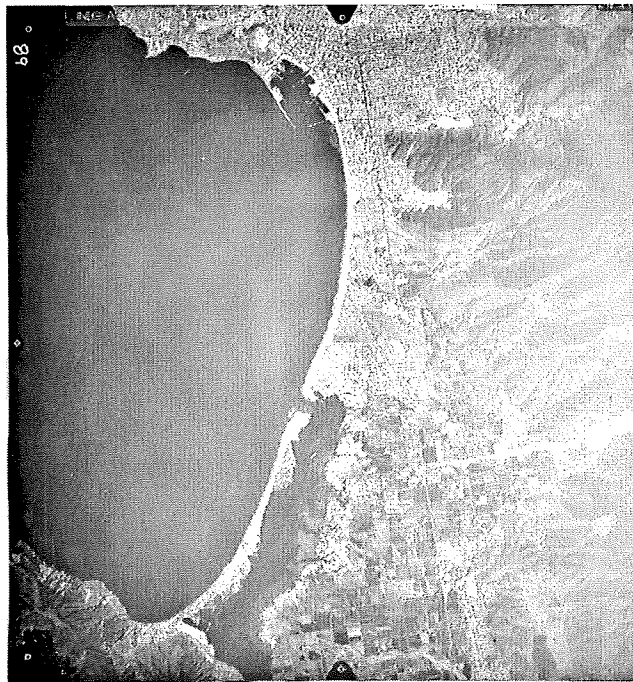


Figura 34. INEGI 1990.



Figura 35. Imagen digital del satélite Ikonos de Abril del 2001 CICESE



Figura 36. Foto panorámica de la Bahía de Ensenada año 2001. (Autor).

DISCUSIONES

Una vez realizado la georreferencia y por medio del análisis comparativo, se observo que el desarrollo de la rada del puerto de Ensenada B.C. ha sido por medio de terrenos ganados al mar. De esta manera se puede apreciar la aplicación de estos terrenos de acuerdo a la actividad preponderante, siendo este un puerto de comunicación con San Diego (Piñera Ramírez, 1999). Previo a la construcción del puerto en 1951, se hace énfasis en construcciones simples como muelles de madera para los vapores que tenían comunicación con el puerto de San Diego para el transporte de personas y para el embarque del algodón que venía del valle de Mexicali, pero al comienzo de la construcción del espigón y al aumentar la actividad del puerto, es necesario un desarrollo en que adecuen las instalaciones a las actividades ya existentes como son las enlatadoras y el “Mercado Negro”. Con el advenimiento del auge algodonero en la década de los setenta se requieren espacios mayores para el almacenamiento, embarque y espacio de maniobras hasta el presente desarrollo en que la actividad turística de los cruceros y las embarcaciones de recreo. Con la formación del muelle turístico y la marina en la década de los noventa en combinación con el equipo para movimiento de contenedores convierten a Ensenada en un puerto de gran importancia.

Debo hacer la observación sin embargo, que aunque el clima de Ensenada es seco, con una precipitación media anual de 300 mm, a lo largo de su historia se han presentado inundaciones producidas por las crecidas del Arroyo Ensenada y como las ocurridas en 1978, y documentado en fotos figura 39. Existe esta amenaza latente pues los niveles de lo que fuera la antigua laguna costera que se observa en la Figuras 44 y 45 no han cambiado a la fecha, lo que hace imperativo una cuidadosa limpieza del cauce del arroyo así como un constante monitoreo del mismo. Además, debido a la

construcción de una barrera en la boca del arroyo figura 35, con la pretensión de desviar su cauce en un ángulo de 90 grados agravando de este modo el problema.

CONCLUSIONES

La presente tesis tiene aportaciones en dos vertientes, por un lado la científica que comprende la colección de las imágenes, la organización, el cotejo y el proceso de la información, la presentación de los resultados en una forma que puede ser más fácilmente analizada la geomorfología al estar las imágenes georeferidas y homogeneizadas en escala y orientación.

Por el otro lado la histórica, también es importante porque se hace un registro del desarrollo del puerto desde su origen hasta la actualidad y es una forma diferente de ver la historia del puerto en una manera totalmente gráfica.

En la observación de las imágenes se aprecia el acelerado crecimiento del puerto en base a la actividad económica sin prever el futuro y dejando de lado por ejemplo la estética y las actividades de recreo de la población por mencionar algunas, por no considerarse importantes por lo que es necesario un plan maestro que cubra de forma integral el desarrollo del puerto tal y como lo hacen los países desarrollados.

Para esto hay que hacer uso extenso de las herramientas como los sistemas de información geográfica, la fotografía aérea haciéndolas asequibles a todo tipo de usuarios y las herramientas como modelos virtuales y tridimensionales que ayuden a quienes toman decisiones a tener una mejor comprensión de su entorno.



Figura 37. Foto antigua de Ensenada que muestra la laguna costera. A principios del siglo XX.



Figura 38. Fotografía infrarroja del autor año 1978.



Figura 39. Fotografía aérea oblicua del autor que muestra la inundación en 1978.



Figura 40. Fotografía aérea oblicua del autor inundación 1978.



Figura 41. Fotografía aérea oblicua del autor inundación 1978.

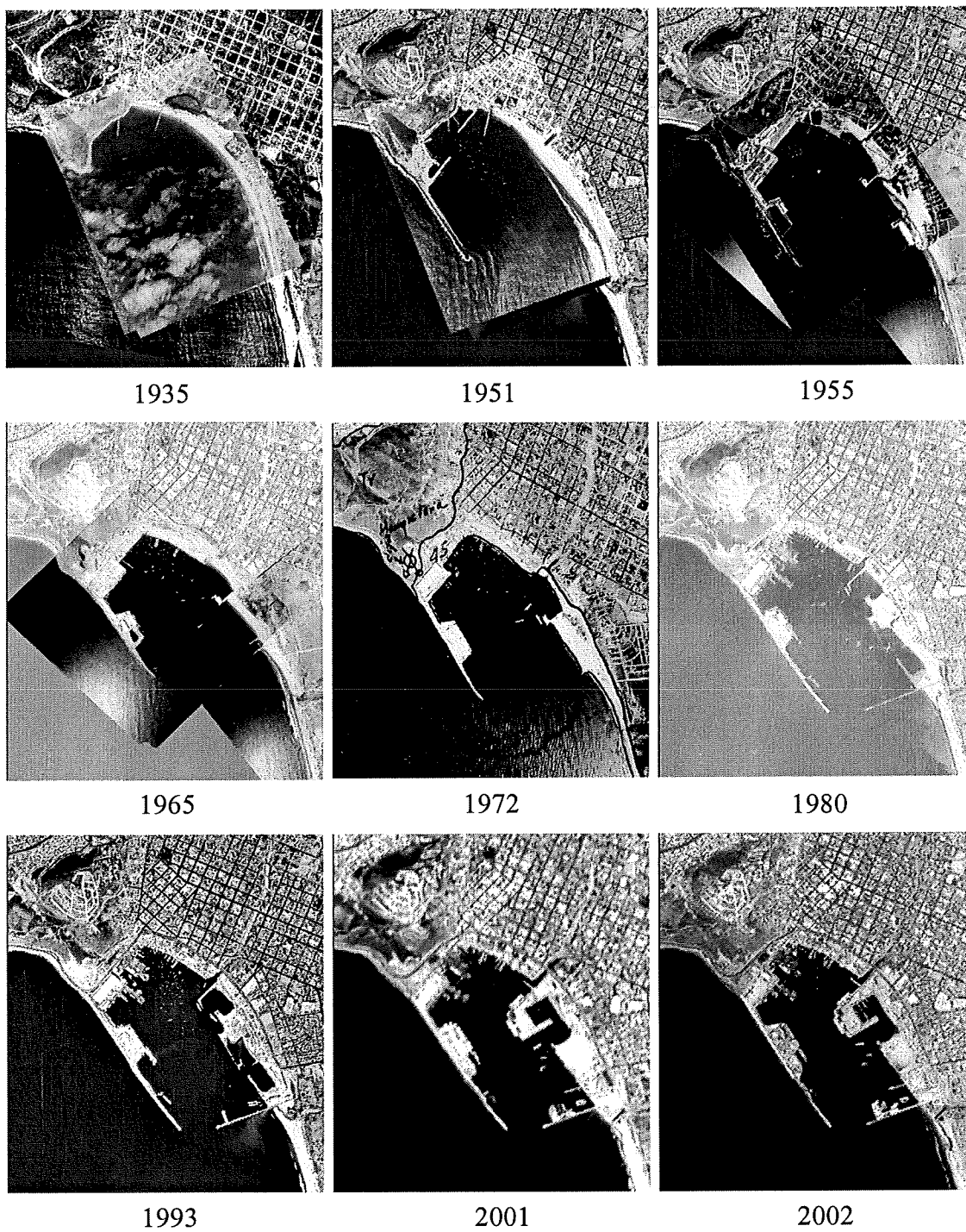


Figura 42. Evolución del Puerto de Ensenada mitad del siglo XX.



Figura 43. Ensenada en 1935. Sobre puesta a la foto de 1951.

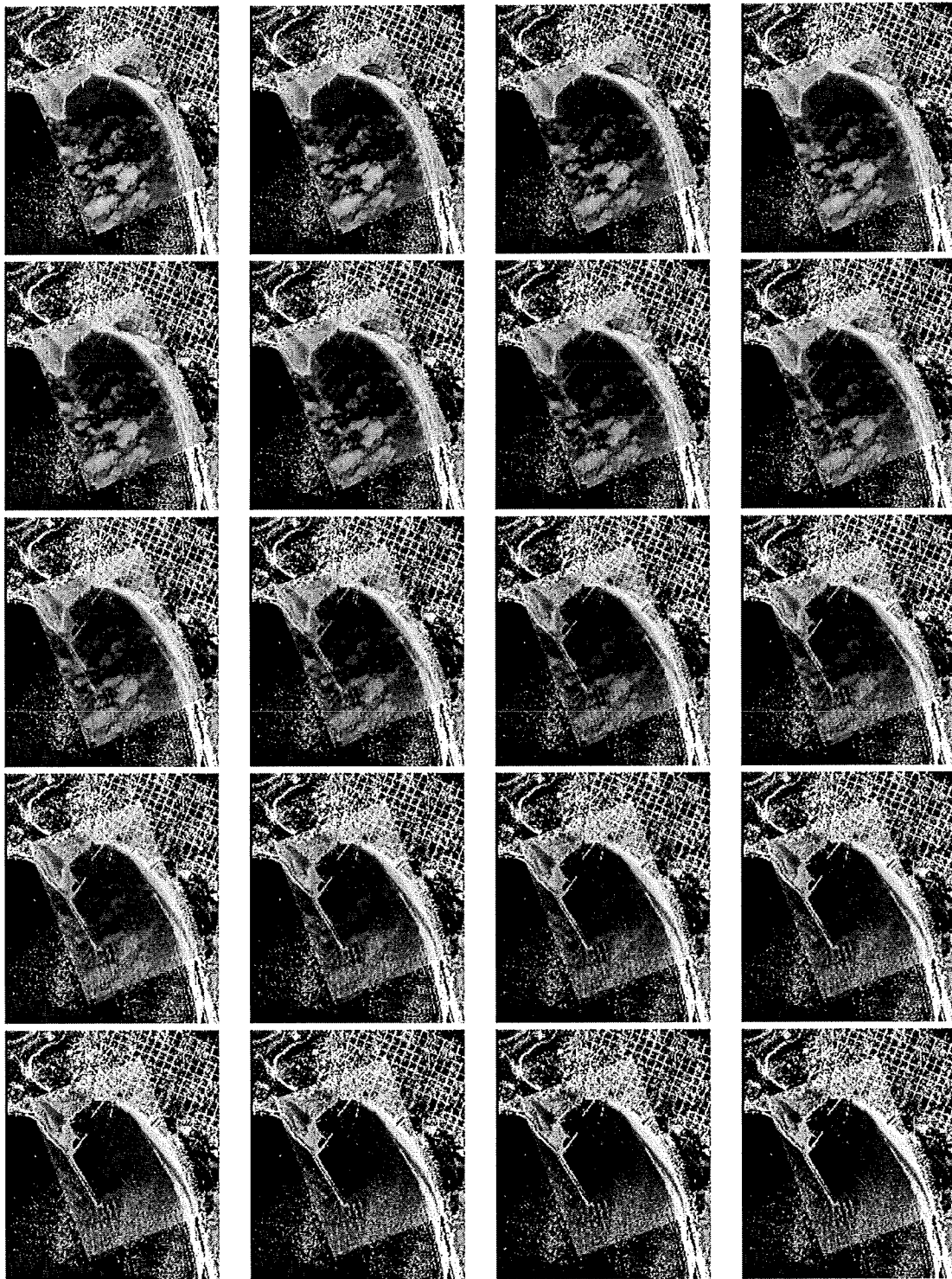


Figura 44. Evolución del Puerto 1935-1951.



Figura 45. Ensenada 1951. Sobre puesta a la foto de 1955.

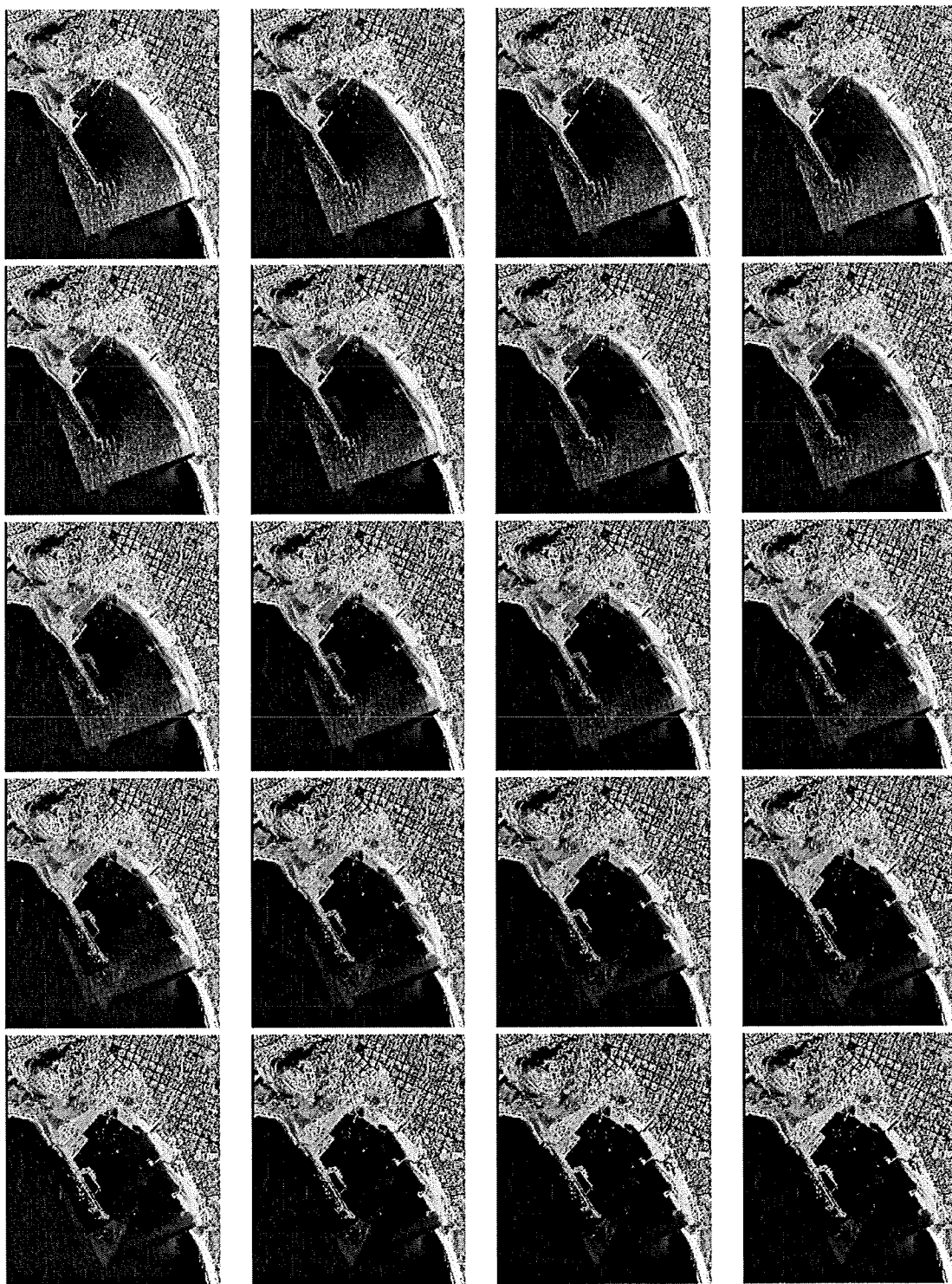


Figura 46. Evolución 1951-1955.



Figura 47. Ensenada 1955.

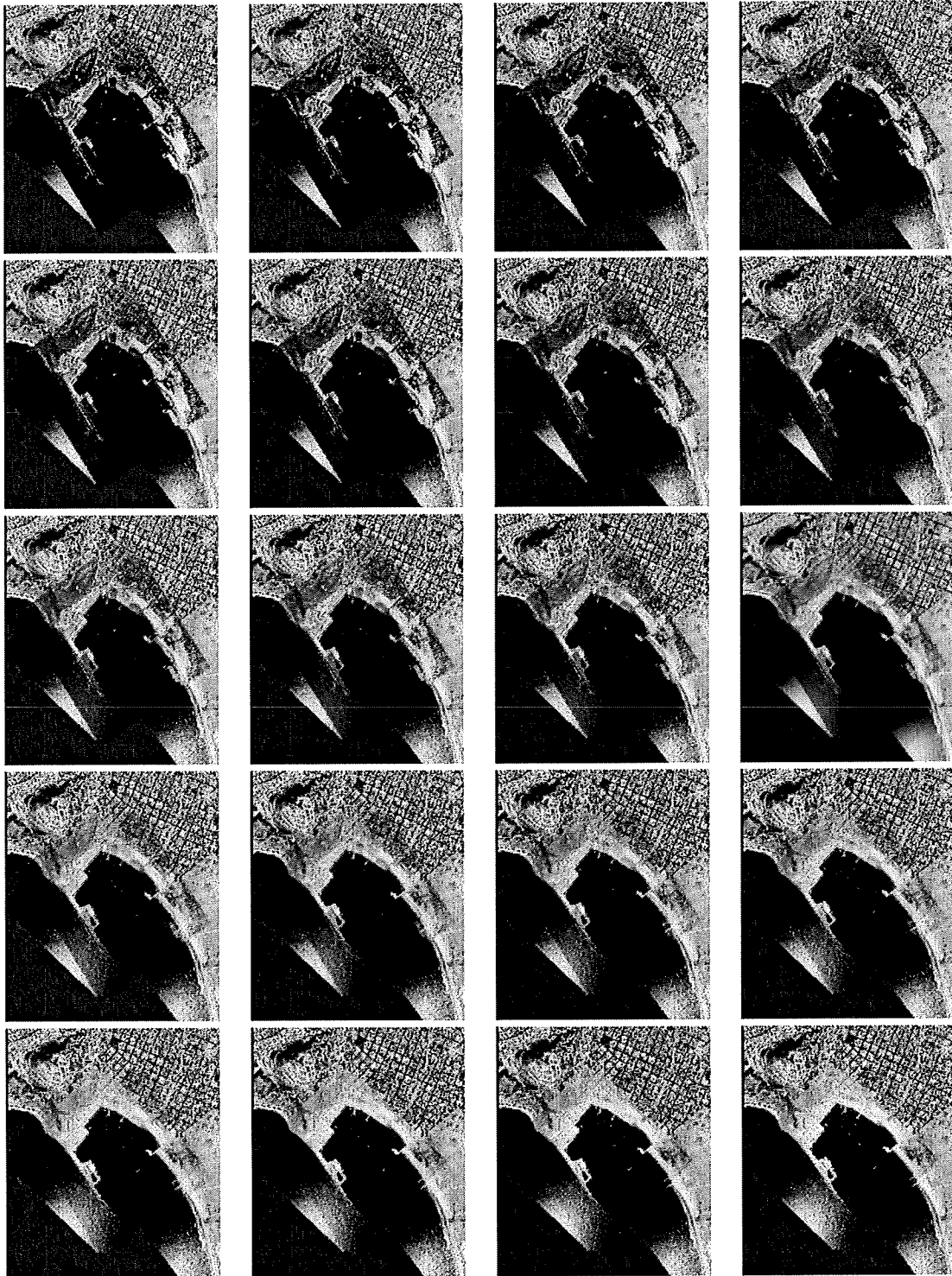


Figura 48. Evolución 1955-1965.



Figura 49. Ensenada 1965.

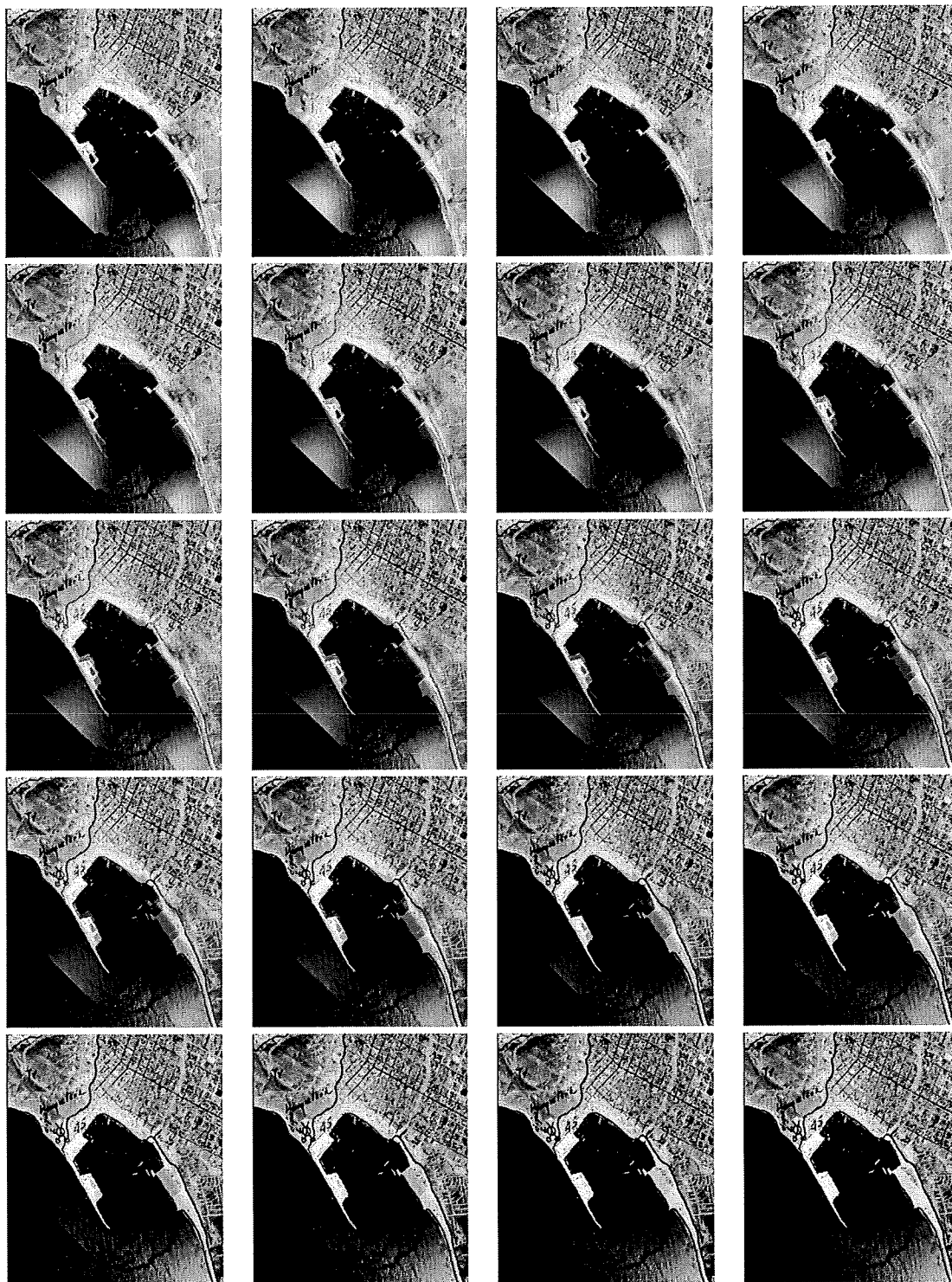


Figura 50. Evolución 1965-1972.



Figura 51. Ensenada 1972.

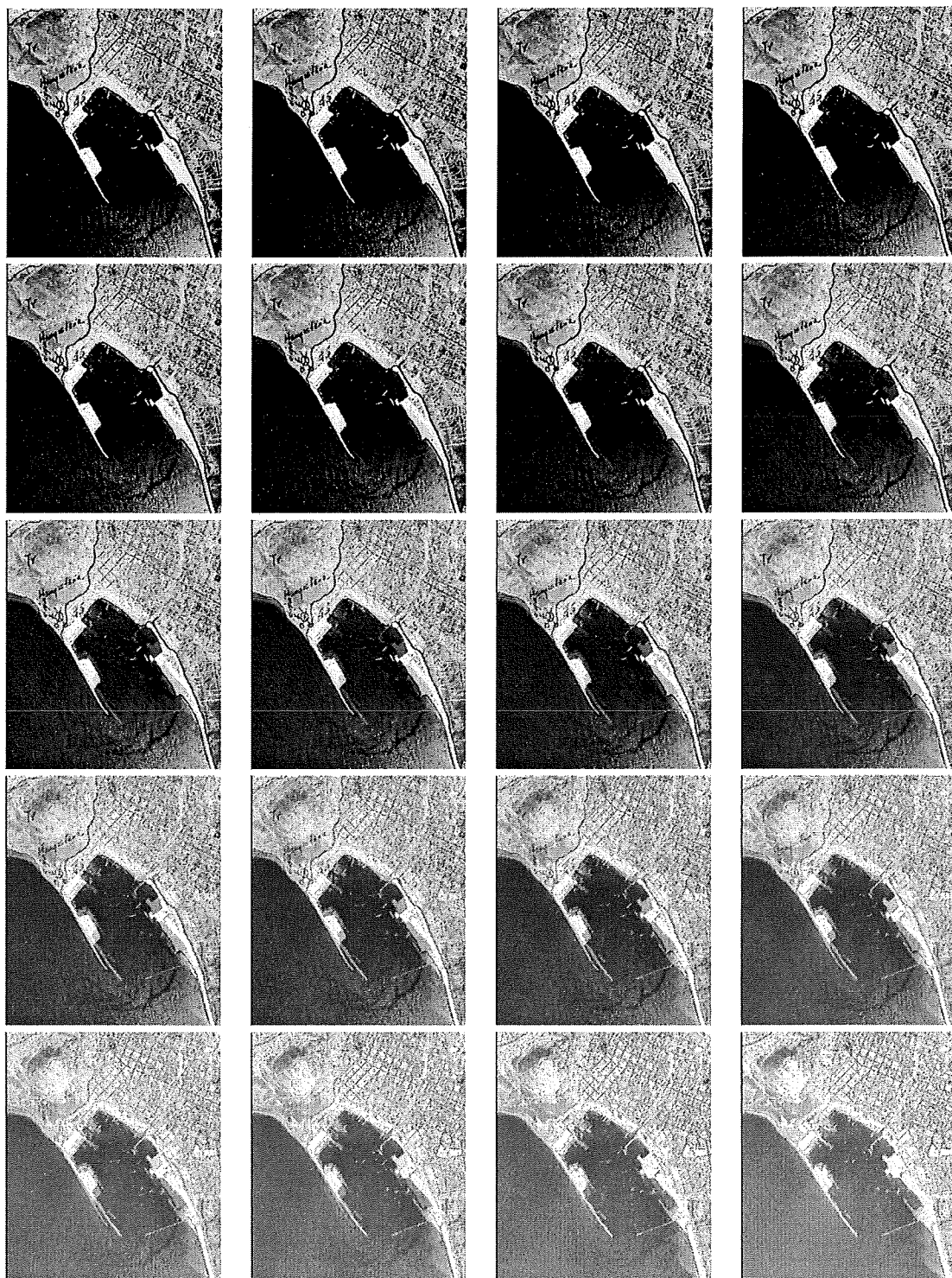


Figura 52. Evolución de 1972-1980.



Figura 53. Ensenada 1980.

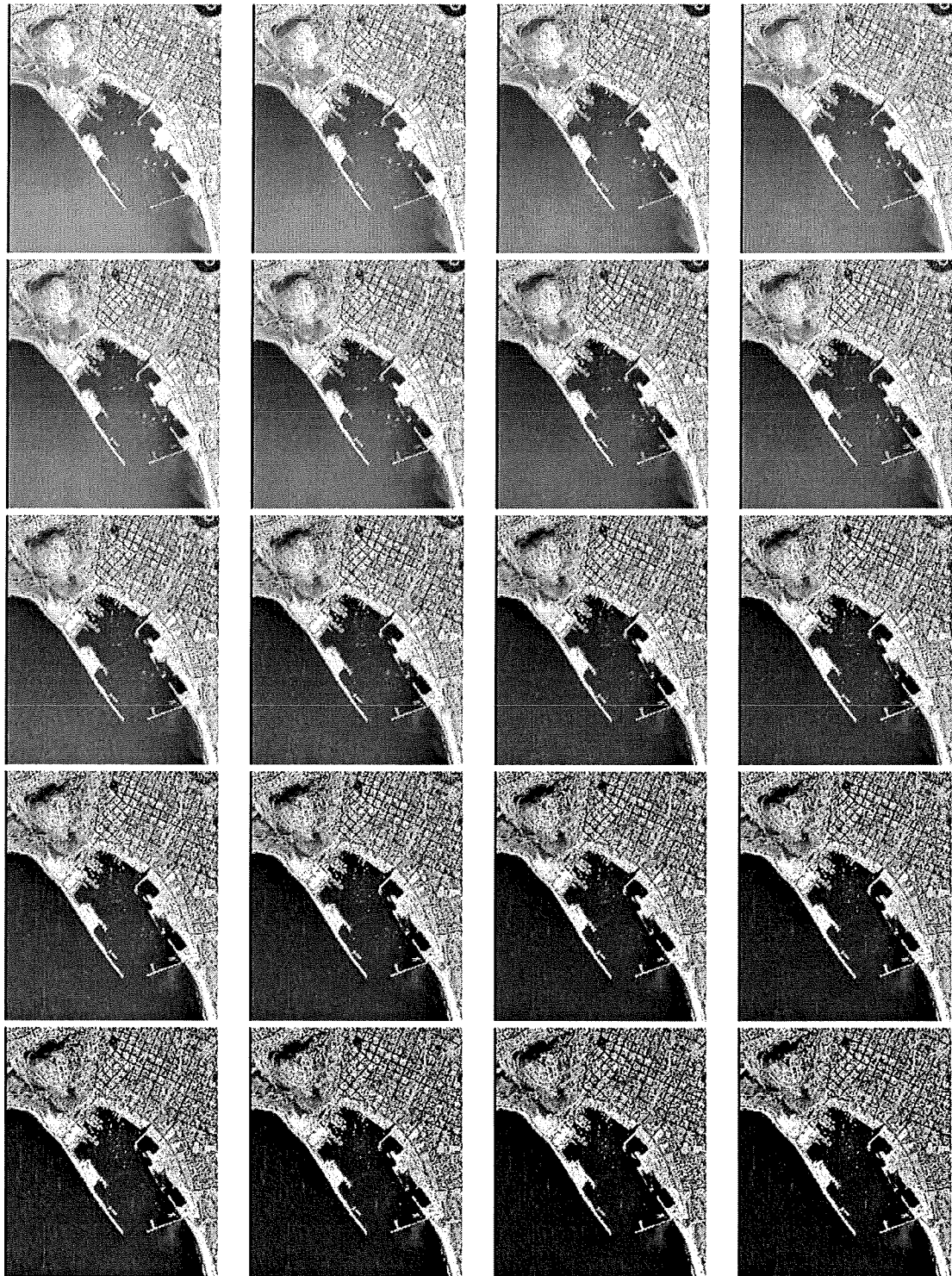


Figura 54. Evolución 1980-1993.



Figura 55. Ensenada 2001.



Figura 56. Evolución de 1993-2001.

REFERENCIAS

American Society for Photogrammetry and Remote Sensing ASPRS MANUAL OF PHOTOGRAMMETRY, Cuarta Edición 1980.

ASHRY-WANLESS, 1967. Shoreline features and their changes, Photogramm Eng. 33(2), p. 18

CAMPBELL, J.B., 1996. Introduction to remote sensing Guilford Press. New York. 622 PP. 4-189.

ESTES JHON E., Some Important Dates In Chronological History Of Aerial Photography And Remote Sensing, The University of California Department of Geography.

SECRETARÍA DE MARINA, 1974. Estudio geografico de la region de Ensenada, B.C.

FRÍAS V.A. y Moreno C.G., 1986. INGENIERIA DE COSTAS Asociación Mexicana de Ingeniería Portuaria.

GUERRA-PEÑA FELIPE, 1961. LAS DOCE REGLAS FUNDAMENTALES DE LA FOTOINTERPRETACION FOTOGEOLOGICA Y LAS BASES FUNDAMENTALES DE QUE SE DERIVAN, Anuario de Geografía de la UNAM.

HAYES DEREK, Historical Atlas of the North Pacific Ocean Douglas & Mc Intire

HERNÁNDEZ DE LABRA F. 1983. Puertos

HERREJON DE LA TORRE L., 1979. Estructuras maritimas, Ed. Limusa

INGHAM, A., 1975. Sea Surveying, Ed. Jhon Willey & Sons.

KOMAR PAUL D., 1976. Beach processes and sedimentation, Prentice Hall

- MACÍAS G.V., 1975. Estudio de puertos mediante metodos fotogramétricos y de interpretación. Comisión Nacional Coordinadora de Puertos, ALA IV, Vol. VII, No. 46.
- MONTES PINAL L., 2002. La vida romantica de un pueblo apacible. XX Symposium de historia régional. Asociacion Cultural de Liberales de Ensenada Instituto de Inverstigaciones Históricas U.A.B.C.
- PADILLA-CORONA A., 1999. Influencias urbanas en la region, Instituto de Investigaciones Históricas, U.A.B.C.
- PIÑERA-RAMÍREZ D., 1999. Las compañías colonizadoras de Ensenada, 1886-1910, Instituto de Investigaciones Históricas U.A.B.C.
- RAY R.G., 1956. Aerial photographs in geologic interpretations and mapping, U.S. Geological Survey Proffesional, Paper 373.
- RICHARDS, J.A., 1993. Remote sensing digital image analysis. Berlin, Springer Verlarg.
- SHEPARD FRANCIS P., 1950. Photography related investigations of shore processes, Photogramm Eng. 16(3)184-189
- SABINS F.F., 1997. Remote sensing: Principles and applications. New York, W.H. Freeman and Co.
- SMITH H.T.V., 1956. Problems and progress in photogeology, Photogramm Eng. 16(3) 111-118
- SONU C.J., 1974). Study of shore processes with aid of aerial photogrametry, Photogramm. Eng. 16(3), p. 184-189.

WELSTED J., 1979. Air photointerpretation in coastal studies the bulletin of the beach erosion board, 1947. The Beach Erosion Board Corps of Engineers, Washington D.C.



El Autor