

## ESTUDIO GEOMORFOLOGICO PRELIMINAR DE LA COSTA VERACRUZANA COMPREDIDA ENTRE ALVARADO Y PUNTA PUNTILLA.

Lic. en G. Atlántida Coll de Hurtado, 1968.

La costa del Golfo de México es una costa de levantamiento caracterizada por su amplia extensión y suaves pendientes hacia el mar. En general, la plataforma continental es amplia ya que es una continuación de la llanura costera mar adentro, si bien en la costa del Golfo estas características se rompen por las estribaciones de la Sierra Madre Oriental en Misantla y por la cadena de los Tuxtles, sobre todo esta última que da lugar a grandes acantilados que alteran la monotonía de las playas.

La zona litoral del Golfo está representada por cordones de dunas, llanuras aluviales pantanosas en la porción de Tabasco y la región cársica de la península de Yucatán. Para este estudio se ha escogido la parte de los cordones de dunas de la región comprendida entre la desembocadura del río Papaloapan, en el puerto de Alvarado, y la Punta Puntilla que es donde empieza a manifestarse la zona volcánica de los Tuxtles.

En esta área se pueden distinguir tres unidades geomorfológicas: la formada por los propios cordones litorales arenosos; la que forman los aluviones procedentes del amplio sistema de drenaje del río Papaloapan y la de los materiales volcánicos de la Sierra de los Tuxtles.

La gran llanura aluvial debida a la influencia del río Papaloapan, está formada por terrenos del cuaternario y recientes, representados por gravas, are

nas y limos. Sobre estos materiales se han ido depositando en las partes más bajas de la cuenca gran cantidad de aportes producto de la erosión de las partes altas de la Sierra Madre Oriental, transportados por los ríos que forman el sistema del río Papaloapan. Esta llanura provee los materiales necesarios que, por la influencia de la acción marina y de los vientos dominantes forman el cordón litoral.

La cadena de los Tuxtlas está formada por material volcánico proveniente de las extrusiones basálticas del plioceno, así como de material clástico de la misma época. La presencia de la cadena no afecta directamente al cordón litoral si bien en la zona de contacto con las dunas seguramente los materiales volcánicos se han mezclado con las arenas y los terrenos aluviales, debido a la acción de las numerosas corrientes. En las zonas cálidas, por lo general es raro encontrar acantilados rocosos de la importancia del que nos ocupa; de ahí deriva su interés desde un punto de vista geomorfológico.

La primera unidad geomorfológica es la formada por el cordón litoral arenoso, constituido por dunas que en algunas partes penetran hasta 9 kilómetros tierra adentro. En el cordón de dunas se pueden distinguir cuatro tipos fundamentales: dunas vivas, dunas semifijas, dunas fijas y dunas desmanteladas.

En primer lugar hay que considerar las dunas que forman la playa. Son médanos bajos cuya principal característica es su proceso de fijación por las plantas colonizadoras como la *Ipomea pes caprae*, arbustos de uva de mar, cactáceas del tipo *Opuntia dillenii*, etc. Constituyen la etapa de transición entre la playa baja de arenas vivas, y el cordón más alto en donde las arenas ya están totalmente fijadas.

El segundo tipo está formado por amplios cordones de dunas altas, totalmente colonizadas por pastizales e inclusive por árboles de especies tropica-

les.

Las dunas desmanteladas son aquellos residuos de una posible primera invasión de dunas en los que la erosión ha hecho desaparecer casi todo rasgo propio. No forman un cordón sino que se encuentran ya sea formando el final de las dunas fijas o bien una elevación dentro de algunas de las marismas de la región.

Por último, en el cuarto tipo encontramos las dunas vivas las cuales no constituyen una formación continua sino que tienen una distribución muy irregular. Se presentan como invasiones sobre las dunas semifijas y las colonizadas, sobre todo en la parte más cercana a la desembocadura del río Papaloapan. En algunas porciones del litoral cubren áreas importantes.

La hidrología de la región es muy compleja sobre todo en lo que respecta a la zona de influencia del río Papaloapan y sus tributarios, que forman una vastísima zona de marismas y brazos de agua. En la parte de tierra firme hay varios ríos: unos van a desembocar a la laguna del Marqués, como por ejemplo una rama del Arroyo Cañas, el río Tulapilla y el río San Carlos, y otros van a desembocar al mar atravesando el cordón, tales como el río Arroyo Cañas y pequeños arroyos sin importancia. El Arroyo Cañas es quizá uno de los escurrimientos más curiosos de la zona en cuanto a su comportamiento. Parece formarse en una marisma, situada entre los  $18^{\circ}39.5'$  y los  $18^{\circ}41'$  de latitud norte y los  $95^{\circ}23'$  y  $95^{\circ}25'$  de longitud oeste. De ahí salen dos ramas con dirección totalmente opuestas: un brazo sigue al oeste y va a desembocar a la laguna del Marqués, mientras que el otro fluye hacia el este y acaba desembocado en el Golfo de México en la zona más cercana a la región volcánica. Esta rama recibe varios tributarios que se forman en la región de vegetación tropical densa, entre ellos el arroyo Tec-

listán; llega hasta la barra de Cañas siguiendo la línea final de las dunas, encajonándose entre ellas cerca de su desembocadura.

Abundan las regiones pantanosas sobre todo en las porciones más cercanas a la zona de influencia del río Papaloapan, en donde los aportes provenientes de la carga del río van azolvándolas lentamente.

Uno de los factores básicos para el desarrollo de este tipo de morfología es el clima. En toda la región se caracteriza éste por ser tropical con lluvias en verano que se prolongan hasta el otoño por efecto de los ciclones tropicales del Atlántico.

Las series de datos obtenidos en las tres estaciones meteorológicas de la zona permiten determinar la temperatura media anual así como los promedios de precipitación:

Estación	Temperatura Media Anual	Precipitación Media Anual
Alvarado	25.6°C	1 914.7 mm
Los Amates	24.8°C	1 874.3 mm
Angel R. Cabadas	25.5°C	2 257.8 mm

Los meses de mayor temperatura son de mayo a septiembre, coincidiendo con los meses de mayor precipitación, aunque las lluvias suelen presentar valores altos en el mes de octubre.

Con los datos anteriores se puede establecer un tipo general de clima: tropical de lluvias en verano, isotermal, con la temperatura del mes más cálido anterior al solsticio de verano, Awig, para la zona costera. En la región de Angel R. Cabadas se tiene un clima Am, de tipo monzónico. (1)

(1): Según la clasificación de climas de Köppen modificada por la Ing. Enríqueta García de Miranda.

Dos son los factores climáticos que tienen mayor influencia en el mode  
lado de los cordones de dunas. Por una parte hay que tomar en cuenta el elevado coe  
ficiente de humedad que facilita una alteración química de la roca, cuyos productos  
residuales ordinarios son las arenas, y por la otra, la acción de los vientos dominantes,  
en este caso los alisios, que condicionan la formación y dirección de las dunas. Los  
vientos alisios soplan en el Golfo de México del este y noreste. No obstante, sufren  
una desviación hacia el sur al encontrarse con la Sierra Madre Oriental, tomando en  
tonces una componente norte-sur llegando a atravesar el Istmo de Tehuantepec, hacia  
el Pacífico.

## II.- FOTOINTERPRETACION.

El estudio geomorfológico de esta región costera se hizo mediante la in  
terpretación de fotografías aéreas a escala aproximada de 1: 30 000, tomadas en el  
año de 1945. Para determinar la posible evolución del cordón litoral, se estudiaron al  
gunos pares de fotografías aéreas del año 1956, sin que se notara cambio perceptible,  
sobre todo en la zona de las invasiones recientes.

Los datos obtenidos por fotointerpretación fueron comprobados en el cam  
po mediante observación directa y obtención de muestras de los distintos tipos de arenas  
que se encuentran en el litoral, cuyo análisis será objeto de posterior estudio. Debido  
a la imposibilidad de transitar por ciertos caminos vecinales inundados por las fuertes  
lluvias ocasionadas por el ciclón Beulah, de septiembre de 1967, no fué posible tomar  
muestras de algunas áreas importantes.

La descripción de los datos obtenidos por medio de la fotointerpretación  
son los siguientes:

- 1.- Zona costera : la principal importancia del cordón litoral deriva del hecho de pre  
sentar ciertos rasgos que no concuerdan con el concepto de llanura de levantamiento.  
En algunas partes de la zona de playa las olas rompen directamente sobre las dunas for

mando así un acantilado arenoso en el que el estrán ha desaparecido. De ahí que se haya pensado en la posibilidad de que la costa veracruzana presente fenómenos de hundimiento local, como sucede en la región de la laguna de Términos y otras zonas de la península de Yucatán. Estos fenómenos ameritan un estudio profundo para determinar si son resultado de hundimientos parciales de la costa, tomando en cuenta que la cadena volcánica de los Tuxtlas pudo ser originada por fallas.

El cordón litoral está formado por una playa arenosa, de amplitud variable es muy ancha en la desembocadura del río Papaloapan, se estrecha rápidamente y sólo vuelve a adquirir un valor apreciable en la zona de la barra de Cañas, que en estación seca llega a cerrarse para formar una laguna interior, con el nombre de Río de Caña. Inmediatamente se une al primer cordón de dunas longitudinales de baja altura, que ganan en potencia rápidamente hasta llegar a los 30 metros como promedio. Se trata del cordón de médanos semicolonizados.

El segundo rasgo característico de este primer cordón es la presencia de invasiones de arenas vivas sobre los cordones de dunas ya fijos, que en algunos casos llegan a tener una penetración importante tierra adentro. Estas invasiones son mayores en las porciones cercanas a la desembocadura del río Papaloapan, siguen a lo largo de la costa unos 15 kilómetros hasta llegar al meridiano  $95^{\circ}29'$  en donde se encuentra la última invasión de arenas vivas. En este punto las dunas que se encuentran cerca del estrán se presentan muy disecadas y corresponden a la zona de mayor penetración de las arenas tierra adentro.

En la zona litoral a la altura de la desembocadura del Arroyo Cañas, se observa curiosamente, que el río no llega directamente al mar con todo su caudal, sino que gran parte de éste forma un brazo interior que acaba perdiéndose en la arena. Las desembocaduras de todos los ríos de la región, incluyendo los que se encuentran en las pequeñas playas formadas entre los acantilados de la cadena de los Tuxtlas se compor-

2.- Zona intermedia: esta zona está formada por los cordones de médanos que corresponden a la parte más alta del cordón litoral. En su mayoría terminan en forma abrupta sobre regiones pantanosas. Están formados por dunas totalmente colonizadas; unas están convertidas en potreros para ganado, otras en campos de cultivo y otras más quedan sin utilizar. Su borde final varía mucho: en la zona de influencia del río Papaloapan terminan formando acantilados sobre el río o bien sobre las abundantes marismas. A partir de la laguna del Marqués, hasta su contacto con los materiales volcánicos, el cordón de dunas termina sobre los restos de dunas dismanteladas por donde corre el Arroyo Cañas.

No puede separarse el cordón intermedio de dunas de las zonas donde tienen contacto con la llanura aluvial. Esta llanura, formada por marismas en su porción occidental y por terrenos de cultivo, cañaverales, en su parte oriental, si tomamos como eje la zona de mayor penetración de las arenas, tienen una inclinación suave hacia el mar que se interrumpe por los médanos. Es quizá una de las partes más interesantes desde el punto de vista geomorfológico ya que contiene numerosos paleorasgos correspondientes a los trazos de antiguos brazos del río Papaloapan, del Arroyo Cañas y aún de otros desagües menos importantes.

En la zona de la desembocadura del río Papaloapan se pueden observar los trazos de tres antiguos cauces del río. El interior, que bordea las dunas, uno central y otro muy cercano al cauce actual. Entre el cauce interior y el cauce central quedan aún tres lagunas pequeñas, aparentemente perennes, dentro de la marisma. El rasgo central permite ser seguido notándose la formación de un meandro que atraviesa la isla Vives y vuelve a aparecer en tierra firme formando el límite entre la marisma y las dunas. En este punto se encuentra una pequeñísima zona de manglares, única en todo el borde norte del río.

En la marisma en la que se localiza el poblado de Mundo Nuevo,

vuelven a aparecer los paleorasgos, al parecer de dos tipos distintos: en la zona de contacto con las dunas se encuentra el trazo de un depósito que puede haber sido el resultado de una acumulación de agua debido a la inclinación del terreno. Entre las dos elevaciones de dunas desmanteladas, donde la inclinación general del terreno cambia hacia la zona de influencia del río Papaloapan, se encuentran restos de un antiguo cauce que permite suponer hubo un desagüe hacia esa parte.

Por último, en la llanura atravesada por el Arroyo Cañas, pueden observarse los trazos de antiguos meandros, inclusive una pequeña laguna en forma de media luna. La laguna del Marqués también muestra claramente los rasgos de su antigua extensión.

Es importante observar que los paleorasgos se encuentran solamente en las zonas cercanas a los cordones de dunas, ya sea sobre las marismas o bien en las dunas desmanteladas. Esto permite suponer una fuerte acción fluvial en la zona de contacto entre las dunas y la llanura aluvial. Así mismo, es posible determinar la gran cantidad de aportes del río Papaloapan, por la amplitud que está adquiriendo la barra en la zona de la desembocadura.

3.- La zona final; la terminación del cordón litoral está constituida por las dos grandes penetraciones tierra adentro. La primera localizada a las márgenes del Papaloapan, termina sobre la marisma en forma de tres dígitos cuyas puntas están totalmente desmanteladas. La segunda forma la mayor penetración, 9 kilómetros tierra adentro, y limita al este con la laguna del Marqués. En ambas las dunas son altas, de unos 80 metros aproximadamente, totalmente colonizadas en su mayor parte. No obstante, se encuentran lenguas de dunas bajas muy erosionadas. Estas dos penetraciones son quizá el fenómeno más interesante

de todo el cordón litoral, sobre todo por lo que respecta a su extensión.

### III.- PRINCIPALES AGENTES MODELADORES.

Las características geomorfológicas de toda la región se deben a la acción conjunta de varios agentes modeladores. En primer lugar hay que considerar la acción fluvial debida a la importante influencia del río Papaloapan, luego la acción marina y por último la acción eólica. El hombre como agente modelador tiene muy poca importancia en este lugar ya que su campo de acción es muy reducido.

Los materiales procedentes de la erosión de las partes altas de la Sierra Madre Oriental son transportados por el río Papaloapan y sus numerosos afluentes hacia las partes bajas de la cuenca donde se depositan tanto en la laguna de Alvarado, que se está azolvando rápidamente, como en la barra que forma la desembocadura del río.

La acción marina se realiza por medio de dos agentes: las corrientes litorales y las olas. Las primeras son corrientes paralelas a las líneas de costa que transportan los materiales finos de origen fluvial a lo largo de la plataforma. De ahí son tomados por las olas que van a depositarlos a la playa donde son afectados por procesos de remoción y depositación constante.

Una vez depositadas las arenas en el estrán son movilizadas por el viento que forma los cordones litorales de médanos. En este caso, el cordón está constituido por dunas longitudinales orientadas de norte a sur. Muy bajas a nivel del estrán, unos 10 metros en promedio, adquieren rápidamente altura hasta unos 80 o 100 metros en su parte media. Hacia el interior vuelven a disminuir ligeramente.

La dirección predominante del viento, en este caso de los alisios,

determina la dirección del cordón litoral. Los alisios que soplan del este, al chocar con la Sierra Madre Oriental son desviados hacia el sur, tomando entonces una dirección constante norte-sur, que explica la dirección de las dunas que forman el cordón.

Otro fenómeno importante debido a la acción eólica es el de las invasiones de arenas vivas sobre el cordón ya colonizado. Estas invasiones se presentan con gran potencia en algunas partes lo que permite suponer que los materiales se acumularon siguiendo una distribución desigual a lo largo del estrán. Es curioso notar en estas invasiones dos fenómenos, primero, que la mayor parte se localizan en aquellas zonas donde el primer cordón se encuentra más disecado, lo que facilita la acción de arrastre de las partículas hacia el interior. El segundo aparece al estudiar comparativamente las fotos aéreas tomadas en 1945 y las de 1956. Durante este lapso el cordón no muestra ningún cambio evidente en la disposición y espesor de las arenas, las cuales además, no han sido colonizadas.

La acción antrópica negativa en todo el cordón es mínima. Se reduce al desmonte de algunas dunas colonizadas para convertirlas en campo de cultivo o de pastizales para ganado, muy abundante en la región, así como al aprovechamiento de algunas partes del cordón para la extracción de material arenoso.

Se encuentran en la zona litoral algunos agentes de modelado cuya importancia es puramente local, como sucede con la laguna del Marqués y con el Arroyo Cañas. Este tiene importancia en la zona cercana a su desembocadura en el Golfo ya que, junto con el arroyo Tecolistán, avana la zona de contacto entre las tres unidades geomorfológicas: la llanura aluvial, las arenas y los materiales volcánicos.

#### IV: CONCLUSIONES.

La finalidad de este estudio fotointerpretativo de la costa veracruzana es el establecimiento de una posible morfogénesis de la zona. Es preciso considerar que como todo estudio preliminar muchos de los datos deberán comprobarse, que otros datos cronológicos faltan, pero, no obstante, es posible esbozar una cronología relativa en la evolución del cordón litoral.

Las formas que se localizan en la región son todas actuales. Se considera que los aluviones datan del pleistoceno al reciente y que la cadena volcánica de los Tuxtlas hizo erupción durante el plioceno, manteniéndose su actividad hasta la actualidad.

Como primer paso en la evolución del área estudiada es necesario considerar la formación de la Sierra Madre Oriental en el cretácico, ya que es a partir de los materiales erosionados de ella que se empieza a formar la llanura de levantamiento. Los materiales que más tarde formarán la llanura aluvial de la región costera son mucho más recientes, del cuaternario. A partir de este momento sólo puede establecerse una hipótesis para la evolución del cordón litoral que, aparentemente, está íntimamente ligada con los movimientos eustáticos del pleistoceno.

La transgresión correspondiente al período interglaciar Mindel Riss, Yarmouth de América del Norte, permitió un avance de 100 metros del nivel medio marino, que debió arrastrar gran cantidad de materiales de la plataforma hacia la nueva línea de playa. Esta primera acumulación permitió la formación de un cordón litoral de dunas, que son posiblemente las que ahora encontra-

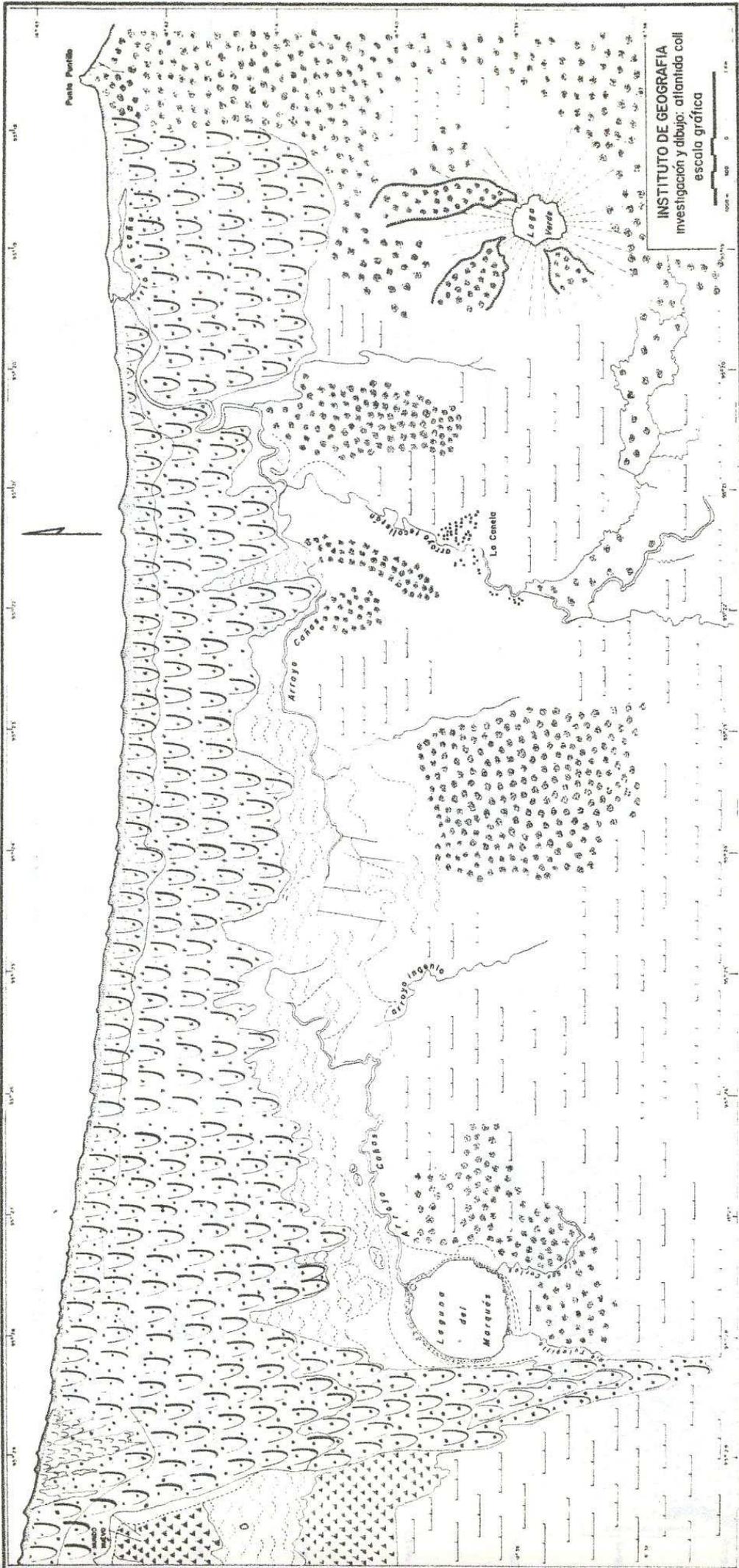
mos totalmente desmanteladas. Su formación es importante ya que cerró el paso hacia el mar a numerosas corrientes que drenaban la zona, las cuales fueron formando las amplias marismas y lagunas que aún persisten.

Si tomamos en cuenta que los períodos glaciares Riss y Würm, sobre todo, se encuentran en México representados por períodos diluviales es posible su poner que haya aumentado de manera considerable la formación de corrientes que pudieron haber ocasionado un recrudecimiento de la erosión, disectando el primer cordón de dunas.

Por último la transgresión flandriense, que marca el final de las glaciaciones, vuelve a ocasionar una nueva acumulación de materiales y la formación del cordón litoral actual. Este se encuentra sobre las dunas desmanteladas, cierra nuevamente el drenaje hacia el mar y solamente el río Papaloapan y el Arroyo Cañas han podido labrarse una desembocadura a través del cordón.

Lo que podemos preveer sobre la evolución futura de la región costera veracruzana parece presentar dos aspectos: en el primero, referente al cordón, una total colonización de las arenas y su posible aprovechamiento como zona de pastizales para la cría de ganado. El segundo correspondiente a las zonas pantanosas, permite suponer un azolvamiento, más o menos rápido, que fa cilita el aprovechamiento de buenos terrenos aluviales para la agricultura.





Carta No. 2