

orig. 97. No. 73

# Tesis

que para el



Examen Profesional

para

la carrera de Ingeniero de Caminos, Puertos y Canales, presenta al Jurado Calificador, el alumno de la Escuela Nacional de Ingenieros, Antonio Diaz Sanchez

Mexico, Septiembre 18 de 1895



Universidad Nacional  
Autónoma de México

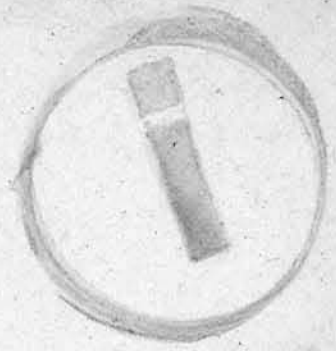


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESTUDIOS

Estudio

---

sobre

el

Puerto de Coahuacoalcos.

---

A la memoria de mi querido padre

El señor Don

Antonio Díaz

como

Testimonio de cariño filial.

## Situación y descripción del Puerto.

El puerto de Coatzacoalcos está situado a los  $18^{\circ}-8'-56''$  latitud y a los  $94^{\circ}-24'-45''$  longitud W. de Greenwich, en la desembocadura del río del mismo nombre.

El litoral de esta parte del Golfo, en que se encuentra la barra, presenta la forma de una bahía bastante abierta, que comienza en la Punta de Zapotiltán, tiene su mayor concavidad en la desembocadura del Coatzacoalcos, y de aquí se prolonga en línea recta y en una dirección casi perpendicular a la anterior, hasta la barra de Sta. Ana, encontrándose en toda esta extensión de la costa, aparte de la Barra de Coatzacoalcos, las pequeñas barras de "la Barrilla, Tonala, y Sta. Ana situadas respectivamente en las desembocaduras de los ríos del mismo nombre.

En toda esta extensión del litoral, la naturaleza de la playa y fondos, es enteramente arenosa, con excepción de la Punta de Zapotiltán, que es la prolongación de la Sierra de Sn. Martín, y es rocallosa, el resto de la playa está formado de médanos de arenas movedizas sumamente finas que arrastra el viento, y cubiertas apenas

por una vegetacion muy escasa.

La forma del litoral es muy variable, pues siendo enteramente arenoso y estando por completo desabrigado de los fuertes vientos del N. N.O. que soplan durante el invierno en cada temporal se forman en la playa socavaciones y atierres de bastante importancia, que modifican constantemente la forma de la playa, segun puede verse en el estudio comparativo de la Barra del Coatzacoalcos, que contiene los levantamientos hechos en los años de 1871 1881 1892 y 1895, por la simple vista del plano se notan desde luego las variaciones tan notables que ha sufrido esta parte de la playa, por otra parte, es un hecho bien comprobado; que mientras las playas del Pacifico van disminuyendo, las del Atlantico van avanzando sobre el mar, como sucede con toda nuestra costa del Golfo, en Veracruz este avance de la playa ha sido muy lento, segun se ve por la comparacion de la carta del Puerto levantada en 1798 por D. Bernardo de Orta y de las recientes (antes de comenzar las obras del Puerto). En el transcurso de noventa y dos años no se nota variacion sensible.

En esta parte sur del Golfo este movimiento de la playa se ha verificado en mucho mayor escala, desde tiempos muy remotos, lo cual me atrevo a asegurarlo por las siguientes

razones: tengo en mi poder unos fósiles que recogí en el lugar llamado "Azufres" en el Kilómetro 80 del Ferrocarril Nacional de Tehuantepec, estos fósiles pertenecen a la especie clasificada con el nombre de (*Venus Mortoni Conrad*) que existió a fines del periodo eoceno y principios del Plioceno y muy semejantes a las que actualmente existen en Groenlandia.

Estos fósiles son de origen enteramente marino y su presencia en este lugar, no puede explicarse, si no es admitiendo que las aguas del Atlántico llegaban en ese periodo hasta allí y que se han ido retirando hasta encontrarse en el lugar en que actualmente están.

Por otra parte, la naturaleza del terreno sumamente bajo y pantanoso en una grande extensión que se prolonga hacia el interior del istmo, formado de aluviones y arenas con fragmentos de conchas, hace sospechar que estos lugares estuvieron alguna vez ocupados por las aguas del Océano.

Otra circunstancia que me hace creer el avance de la playa y barra de Coatzacoalcos, es la presencia de otra barra que existe enfrente del médano del vigia y de una formación enteramente análoga a la de la desembocadura del río.

¿Como pues puede explicarse la formación de esta barra

7

en el lecho mismo del río, no habiendo aquí ninguna corriente capaz de determinar su formación, como ha sucedido en la barra formada en la confluencia del Uspanapa.?

La única explicación que para mí tiene este hecho es; que antiguamente esta era la única barra formada en la desembocadura del Coatzacoalcos, y que habiendo avanzado la playa esto dio lugar a la formación de una segunda barra que es la que actualmente existe en la boca del río.

Esta circunstancia unida a la de los fondos tan escasos que actualmente tiene toda la Sonda de Campeche y los innumerables arrecifes y bancos de arena que existen frente a las costas de Yucatán y Campeche, daría por resultado con el transcurso de los siglos un aterre gradual y completo de toda esta parte del Golfo.

La barra es de origen enteramente fluvial, es decir formada por los materiales que trae el agua en suspensión, que al llegar a la desembocadura, como la sección del río se aumenta considerablemente, el agua pierde su velocidad y deposita todo lo que trae en suspensión, dando así origen a la formación de la barra.

Esta está formada de una arenisca compacta de cemento calcáreo formado por destrozos de conchas y es



de un grano sumamente fino, encima de esta se encuentra otra arenisca de cemento arcilloso muy desmoronadiza, siendo esta de una formacion mucho mas reciente que la anterior; la barra debido a la naturaleza de las sustancias que la forman, es permanente, pues de un año a otro con los fuertes temporales, no se le nota gran variacion, como sucede con las barras del Papaloapan, del Pánuco y de casi todos los rios que desembocan en el Golfo.

El rio de Coatzacoalcos cuyo verdadero origen aún no se conoce, tiene como principales afluentes a los rios de Tierra-Nueva o de las Calzadas, al Usapanapa, al Coachapa y al Taltepee, todos estos rios se internan hasta las sierras de Oaxaca y Chiapas y son navegables en una grande extension, especialmente el Usapanapa que es el que tiene mejores fondos; el rio de Coatzacoalcos propiamente, no es navegable sino hasta unos cuantos kilometros arriba de Minatitlan, hasta la isla de Tacamichapa, de aqui en adelante comienzan a disminuir los fondos y aumentar la pendiente, siendo ya por estas circunstancias imposible la navegacion con vapores, de este lugar en adelante solo puede remontarse el rio con canoas y balsas en

Tiempo de las crecientes.

Entre Coatzacoalcos y Minatitlán el río es muy profundo, con excepción de los lugares siguientes, que son: la barra que tiene de 12 a 13 pies de agua, las extremidades de las Islas del Guerrero y el Diablo, las confluencias de los ríos de Tierra Nueva y Camarones y la barra del Uspanapa, que tiene solo 18 pies de agua y está formada por los depósitos de las materias que trae el Coatzacoalcos al encontrarse con la corriente del Uspanapa. Con las anteriores excepciones el resto del río varían sus profundidades entre 24 y 40 pies.

## Vientos.

Los vientos dominantes son en general en toda esta region, durante el invierno, los del cuadrante del N. O. y de estos los más notables por su intensidad son los del N. N. O. que empiezan á sentirse desde mediados del mes de Septiembre, soplando con algunas interrupciones hasta Noviembre en cuyo mes ya se establecen por completo y continúan soplando con mucha intensidad y frecuencia hasta el mes de Abril en cuyo mes puede decirse que terminan por completo. En todo este tiempo la frecuencia con que generalmente soplan estos vientos es de cuatro á cinco dias en cuyo intermedio hay una brisa ligera ó una calma completa.

Las señales que se tienen en este lugar para conocerlos, son la humedad tan notable que se nota antes de que comiencen, el verse perfectamente clara la Sierra de Sn. Martin, y sobre todo, la baja tan notable que sufre el barómetro, pero los nortes son anunciados con mucha anticipacion por el cable desde que comienzan á sentirse en Galveston, luego en Tampico y Veracruz, una vez llegando á este último puerto, en muy poco tiempo están en Coab

zacualeos donde soplan con mucha intensidad y originan corrientes marinas superficiales en el mismo sentido, que traen consigo grandes cantidades de arena que depositan en la playa, principalmente del lado este de la boca del Coatzacoaleos, en que soplan en una direccion casi normal a la playa, mientras que por el poniente su direccion es casi paralela. Durante el verano ó sea la estacion de aguas los vientos dominantes son los de tierra ó sean del cuadrante del S. E. reinando los del E. S. E. estos vientos comienzan desde por el mes de Marzo y continuan hasta mediados de Septiembre, soplan generalmente durante el dia y como vienen de tierra son muy secos y calientes, trayendo consigo la gran cantidad de insectos que tanto molestan en esta estacion, desde que comienza la noche, entra la brisa del mar agradable y fresca que dura casi toda la noche, estos vientos alternan á veces con vortes generalmente de poca intensidad, y con calmas completas llamadas "Calmas Chichas", en que se siente un calor verdaderamente sofocante, en que el termometro marca 33 y 34 grados centigrados a la sombra. Lo mal sano del Puerto de Coatzacoaleos se debe

precisamente á la influencia de estos vientos porque recorren la region pantanosa y arrastran consigo los miasmas de las enfermedades palúdicas que son en este lugar tan comunes.

En cuanto á la velocidad media de estos vientos por falta de datos no se puede precisar, pero sin embargo, puede admitirse un promedio de 3<sup>m</sup> á 3.50 por segundo para los vientos del N. N. O, y de 1<sup>m</sup> á 2<sup>m</sup> por segundo para los del S. E. habiendose dado casos verdaderamente excepcionales, como el del ciclón del 7 de Septiembre de 1888 en que la velocidad alcanzó unos 15 metros por segundo y se hizo sentir en casi toda la costa del Golfo.

## Mareas.

Las aguas del Océano como se sabe, suben y bajan periódicamente arriba y abajo de un plano de nivel constante, que es el plano de la marea media y es el nivel que tendrían las aguas del océano si no estuvieran sujetas a la atracción del sol y de la luna.

En cada lunación, las mayores mareas se verifican en la época correspondiente a las sizigias y las menores en la correspondiente a las cuadraturas.

Las mayores mareas del año se verifican en la época de las sizigias equinoxiales, cuando la luna está en el perigeo y las menores en la época de las solsticios, cuando la luna se encuentra en el apogeo.

Las mayores mareas de cuadratura se verifican en la época de los solsticios y las menores en las cuadraturas equinoxiales.

En un día lunar se producen dos mareas altas o pleamares y dos mareas bajas o bajamares.

Las mayores mareas no se verifican el día de la sizigia precisamente, sino que tienen lugar, día y medio después o sean 36 horas de retraso.

ahora bien en el Puerto de Coatzacoalcos, las mareas son como en todo el litoral del Golfo, de muy poca amplitud siendo la mayor diferencia, que se ha observado hasta la fecha en la oscilación de las aguas, de unos 0.90 centímetros solamente. Por la falta completa de datos y observaciones de mareas, no se puede saber con precisión, la ley que rige las mareas en esta localidad, pues únicamente tenemos á la vista, el resultado de las observaciones mareométricas, que hicimos durante los meses de Abril, Mayo, Junio y parte de Julio del presente año.

Con los datos recogidos construimos la curva mareométrica tomando como abscisas, el tiempo transcurrido entre una observación y la otra, ó sea la hora de la observación, y como ordenadas las alturas de la marea en sus horas correspondientes.

Si se observa atentamente la curva de las mareas se notará desde luego lo siguiente:

- 1.ª La mayor oscilación de las aguas, habida en esta fecha, fué la correspondiente á la marea de zizigia del día 7 de Junio, que tuvo una amplitud de 0.85
- 2.ª La menor oscilación de las aguas durante este periodo, fué en las mareas de cuadratura solsticial de los

días 1 y 2 del mes de Junio.

3<sup>o</sup> La oscilación media de las aguas deducida de todas las observaciones hechas en este periodo, de una lunacion completa del mes de Mayo es como sigue:

Lunacion que comienza el día 8 del mes de Mayo y termina el día 7 del mes de Junio de 1895.

Fechas	Altas	Bajas	Fechas	Altas	Bajas
Mayo 8	1.51	0.90	Mayo 22	1.50	1.00
" " 9	1.55	0.80	" " 23	1.58	0.85
" " 10	1.57	0.93	" " 24	1.58	0.87
" " 11	1.55	0.88	" " 25	1.65	0.87
" " 12	1.55	0.85	" " 26	1.65	0.87
" " 13	1.55	0.99	" " 27	1.65	0.85
" " 14	1.55	1.05	" " 28	1.60	0.84
" " 15	1.55	1.18	" " 29	1.55	0.97
" " 16	1.50	1.23	" " 30	1.50	1.00
" " 17	1.45	1.19	" " 31	1.45	1.11
" " 18	1.40	1.22	Junio 1	1.48	1.22
" " 19	1.40	1.20	" " 2	1.40	1.10
" " 20	1.40	1.10	" " 3	1.50	1.10
" " 21	1.45	1.05	" " 4	1.55	0.95



Junio 5	---	Alta	1.58	-----	Baja	0.90
Junio 6	---	" "	1.65	-----	" "	1.05
Junio 7	---	" "	1.70	-----	" "	0.85

$$\sum \text{Altas} = 47^{\text{m}} 55$$

$$\sum \text{Bajas} = 30^{\text{m}} 97$$

$$\text{Promedio de las altas aguas} = \frac{47^{\text{m}} 55}{31} = 1^{\text{m}} 533$$

$$\text{Promedio de las bajas aguas} = \frac{30^{\text{m}} 97}{31} = 0^{\text{m}} 999$$

$$\text{Diferencia} = 1^{\text{m}} 533 - 0^{\text{m}} 999 = 0^{\text{m}} 534$$

Nivel medio de las aguas con relacion al 0 de la escala de Coatzacoatecos.  $1^{\text{m}} 266$

### Notas.

B. M. a  $2^{\text{m}} 53$  sobre la marca media, situado en el ángulo S. E. de la Estación.

Diferencia de la marea media Alta a la marea Media:  $0^{\text{m}} 267$

Luego el promedio de la oscilacion de las aguas fué  $0^{\text{m}}.534$   
 4<sup>o</sup> La mayor pleamar observada, fué la del dia 8 de  
 Junio, correspondiente á una marea de zizigia solsticial.  
 5<sup>o</sup> La mas baja mar observada fué la correspondien-  
 te á una marea de zizigia solsticial del dia 7 de  
 Junio.

6<sup>o</sup> En un dia de 24 horas hay solo una pleamar  
 y una bajamar correspondiente.

7<sup>o</sup> El cambio de la marea se verifica entre 6 y 8 p. m.  
 y las pleamars tienen lugar entre 6 y 8 a. m.

8<sup>o</sup> La marea al llegar á su máximo ó á su mínimo, no  
 permanece estacionaria, sino que sube ó baja inmediatamente.  
 Como se verá por lo anterior, las mayores mareas no se verifi-  
 can como era de esperarse, en la época de las zizigias  
 equinoxiales, ni las menores en la de las cuadraturas e-  
 quinoxiales, pues la mayor oscilacion encontrada, fué una  
 correspondiente á una zizigia solsticial y la menor la  
 correspondiente á una cuadratura solsticial, semejante fe-  
 nómeno ya ha sido observado en Veracruz y la explicacion  
 de este hecho es; segun el estudio que hizo en Veracruz  
 el Inq<sup>o</sup>. Luis Villaseñor y que publicó en su memoria  
 de las Obras del Puerto de Veracruz; refiriendose á

esta clase de mareas dice:

" Segun adelantaban mis observaciones, mas perceptibles se  
 " me hacian las relaciones entre los diversos aspectos de  
 " las mareas y las posiciones relativas del sol y de la  
 " luna, hasta que al fin descubri, que las mareas semi-  
 " diurnas ocurrían en los dias cercanos á aquellos en  
 " que la declinacion de la luna era nula, y que las  
 " diurnas se presentaban cuando la misma declina-  
 " cion se acercaba á su máximo. Este resultado me  
 " condujo á suponer que la marea de Veracruz era la  
 " resultante de dos ondulaciones, semidiurna la una y  
 " semejante á la del Puerto de Brest, diurna la  
 " otra y capaz de adquirir muy diversas amplitudes  
 " para que nulificandose en ciertos casos dejase predo-  
 " minar á su vez y envolviere, por decirlo así, á la  
 " marea semidiurna.

Un resultado semejante á las mareas del Puerto de Veracruz, creo que tiene lugar en Coatzacoalcos, únicamente que los fenomenos antes descritos, se complican más en este lugar, por la acción combinada de los vientos y la corriente del rio, que tienen una grande influencia en la marcha de las mareas; en efec-

to, los nortes detienen la corriente del río y causan mareas muy altas, los sures por el contrario, aceleran la corriente y causan mareas muy bajas.

La irregularidad tan notable que se nota en la eura de las mareas, sobretudo en las de cuadratura, se debe sin duda, á que siendo estas mareas de muy poca amplitud, la corriente del río domina á la marea y predomina sobre ella más ó ménos segun que es ayudada ó no por la acción del viento; mientras que en las mareas de zizigias, como la amplitud es mayor, la marea entonces domina á la corriente, notandose por esto una poca de mas regularidad en estas mareas.

### Establecimiento del Puerto.

Las pleamares de las zizigias no se verifican en el momento mismo en que el sol y la luna pasan por el meridiano; hay un retardo más ó ménos grande, que proviene de las circunstancias locales y de la configuración de la costa; por lo que en dos puertos cercanos es generalmente muy diferente, este retardo es por ejemplo de  $3^h - 46^m$  en Brest, mientras que en Saint-Malo, que no está muy distante es ya de  $9^h - 53^m$  y en el Harre, de  $11^h - 8^m$ .

Este intervalo que trascurre entre la hora del paso de

la luna por el meridiano y la hora en que se verifica la pleamar siguiente, es siempre constante para cada puerto; este intervalo expresado en tiempo verdadero, es lo que se llama el "Establecimiento del Puerto."

Así pues el establecimiento del puerto se expresará por la fórmula:

$$E = H_p - H_1 \text{ ----- (1)}$$

en la que  $E$  es el establecimiento del puerto,  $H_p$  la hora de la pleamar y  $H_1$  la hora del paso de la luna por el meridiano del lugar; el valor de  $H_p$  se conoce por la observación directa de la marea, y el de  $H_1$  se determina de la manera siguiente:

Sea  $H_0$  la hora del paso de la luna por el primer meridiano (Mexico, Paris, Greenwich, etc) esta hora se encontrará en el "Almanaque Náutico" o en el "Connaissance des Temps" y sea  $L$  la longitud del lugar expresada en horas,  $2^m.1$  siendo la variación horaria media en ascensión recta de la luna, se tendrá para la hora aproximada del paso de la luna por el meridiano que:

$$H_1 = H_0 \pm 2^m.1 \times L$$

Este valor de  $H_1$  no es más que aproximado, porque las variaciones en paralaje de la luna siendo bastante notables, el valor de  $H_1$  resulta incorrecto y deberá sufrir una

corrección para eliminar el error que resulta de la variación de la paralaje de la luna, según esto se tendrá llamando  $C$  esta corrección:

$$H_1 = H_0 \pm 2''/L - C$$

sustituyendo el valor de  $H_1$  en la fórmula (1) se tendrá:

$$E = H_p - (H_0 \pm 2''/L) - C$$

el signo  $+$  corresponde a las longitudes occidentales y el signo  $-$  a las orientales.

El valor de  $C$  está calculado en tablas; una vez conocido el valor de  $E$  ya se podrán calcular fácilmente las horas en que se verifican las pleamares y las bajamares en un día cualquiera; pues basta despejar el valor de  $H_p$  en la fórmula anterior para tener:

$$H_p = H_0 \pm 2''/L + C + E$$

El establecimiento del Puerto de Coatzacoalcos, lo mismo que el de la mayor parte de los puertos del Golfo de México es próximamente de unas 36 horas.

## Mareas en Minatitlan.

Las mareas que se verifican en Minatitlan, son en todo muy semejantes a las del Puerto de Coatzacoalecos, unicamente que como este lugar se encuentra situado rio arriba y muy al interior, el efecto de las mareas, se hace menos sensible que en Coatzacoalecos, como puede verse por la comparacion de las curvas de mareas de Coatzacoalecos y las de Minatitlan y por los datos que a continuacion se expresan:

Observaciones comenzando en el cuarto creciente del mes de Mayo 1 y terminando en el cuarto creciente del dia 31 de Mayo

Fechas	Altas	Bajas	Fechas	Altas	Bajas
Mayo 1	1.15	0.65	Mayo 12	1.10	0.75
" " 2	1.06	0.60	" " 13	1.15	0.70
" " 3	1.05	0.65	" " 14	1.10	0.75
" " 4	1.00	0.70	" " 15	1.10	0.80
" " 5	0.90	0.75	" " 16	1.10	0.90
" " 6	0.90	0.60	" " 17	1.00	0.75
" " 7	1.05	0.55	" " 18	1.00	0.80
" " 8	1.10	0.45	" " 19	0.90	0.75
" " 9	1.15	0.40	" " 20	0.90	0.66
" " 10	1.15	0.41	" " 21	1.00	0.70
" " 11	1.16	0.45	" " 22	1.10	0.60

Fechas	Altas	Bajas	Fechas	Altas	Bajas
Mayo 23	1.10	0.90	Mayo 27	1.25	0.50
" " 24	1.16	0.40	" " 28	1.15	0.64
" " 25	1.20	0.35	" " 29	1.10	0.70
" " 26	1.20	0.40	" " 30	1.06	0.60
Mayo 31	Alta 1.05	Baja 0.61			

$$\sum \text{Altas} = 33.404$$

$$\sum \text{Bajas} = 19.490$$

$$\text{Promedio de las altas aguas} = \frac{33.404}{31} = 1.077$$

$$\text{Promedio de las bajas aguas} = \frac{19.490}{31} = 0.622$$

$$\text{Diferencia} = 1.077 - 0.622 = 0.455$$

Nivel medio de las aguas con relacion al 0 de la escala de Minatitlan 0.<sup>m</sup> 85

Diferencia entre el 0 de la escala de Coatzacoalcos y el de la de Minatitlan 0.<sup>m</sup> 416 mas alto el de Minatitlan.





## Corrientes

El río de Coatzacoalcos, dada la escasa pendiente hidráulica que tiene, el régimen de su corriente está sujeto por completo a la alza y baja de la marea, así, al comenzar a bajar la marea, la corriente empieza a acentuarse, llega a su máximo, con la bajamar, en que alcanza una velocidad, cerca de su desembocadura, de unos 0.<sup>m</sup> 50 a 1.<sup>m</sup> 0 por segundo, enseguida comienza a decrecer, hasta llegar a ser nula, principiando desde este momento, la corriente a invertirse y entonces las aguas del mar entran en el río y suben hasta arriba de Minatitlán; en la hora en que se verifica el cambio de la corriente, sucede frecuentemente en un mismo lugar, que mientras la mitad del río corre en un sentido, la otra mitad corre en sentido contrario, este fenómeno bastante curioso tiene oportunidad de verlo, en el lugar llamado "La Piedra" como a unos 12 kilómetros arriba de Coatzacoalcos, cuando estábamos barrenando este obstáculo para ponerle una baliza que indicase este peligro. Cuando la corriente del río es hacia el mar y viene con cierta velocidad, se abre paso en medio de las aguas del mar y puede distinguirse perfectamente hasta algunos kilómetros fuera de la barra, principal-

mente en la época de lluvias, en que las aguas del río bajan de un color amarilloso por los azules que arrastran. Las curvas que están a continuación indican, la velocidad de la corriente del río, dentro y fuera de la barra y están construidas tomando como abscisas el tiempo, y como ordenadas, las velocidades respectivas; en ambas curvas se verá que la mayor velocidad alcanzada, corresponde a la bajamar y que enseguida va decreciendo a medida que la marea sube.

### Corrientes marinas.

Respecto a corrientes marinas, no se ha comprobado la existencia, como algunos creen, de alguna corriente derivada de la gran corriente del "Gulf Stream", que pase cerca de la costa en este lugar.

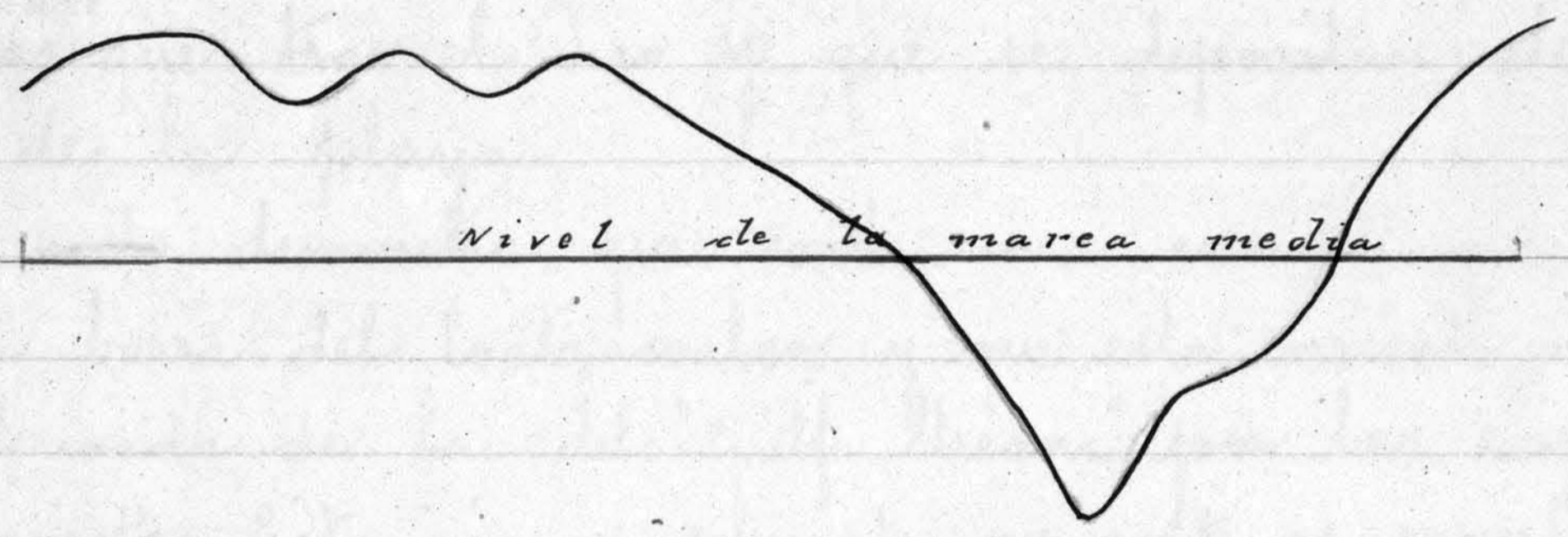
En efecto si existiese alguna corriente derivada de la del "Gulf Stream"; su dirección al pasar frente de la Barra del Coatzacoalcos sería forzosamente de Oriente a Poniente que es el sentido en que corre la gran corriente del Golfo; puesto que no hay razón para admitir que una corriente derivada de la del "Gulf Stream" corra en sentido contrario de la corriente principal de donde se derivó. Ahora

Mayo 21 de 1895. (Corrientes)

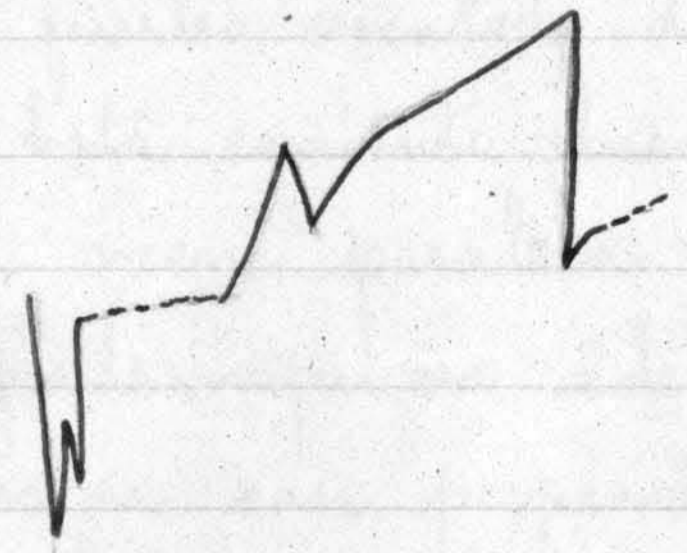
Curva de velocidades en la barra



Curva de la marea



Curva de velocidades en el rio.



a.m. 12 2 4 6 8 10 12 2 4 6 8 10 12 p.m.

bien, si esta corriente existiera, sucederia que los troncos y cuerpos flotantes, que trae en suspension el rio, al desembocar, los arrastraria la corriente y los depositaria sobre toda la playa Occidental de esta parte del Golfo a partir de la barra, siendo asi que sucede enteramente lo contrario, pues la playa occidental, esta completamente limpia y casi sin vegetacion, mientras que la playa oriental esta cubierta en su totalidad por los troncos y samazon que arrastra el rio y ademas tiene una vegetacion mas abundante, debido sin duda a las semillas que trae el rio y que se depositan de este lado de la playa.

Este hecho demuestra, que existe una corriente que pasa por la barra del Coatzacoalcos, y que esta corriente no puede ser derivada de la del "Gulf Stream" por las razones antes expuestas. Esta unica corriente que existe es superficial y originada por los fuertes vientos dominantes del N.E. en la misma direccion. Esta corriente luego que dobla la punta de "Lapotitlan" viene paralela a la playa hasta la boca del Coatzacoalcos y de aqui en adelante choca contra la playa y en una direccion casi perpendicular, depositando asi, las arenas que arrastra de la otra parte de la playa.

## Descripcion de los trabajos ejecutados en la barra de Coatzacoalcos.

Los trabajos ejecutados en la barra y rio de Coatzacoalcos, fueron los siguientes: levantamiento de la desembocadura del rio y playas adyacentes, sondeos de esta parte del rio, desde punta de "Pichos" a la barra, observaciones de mareas y corrientes, reconocimiento del rio desde la "Barra" hasta Efinatitlan, estudio de la barra del "Uspanapa", perforacion y colocacion de una baliza en la "Piedra", y el estudio del fondeadero de Efinatitlan.

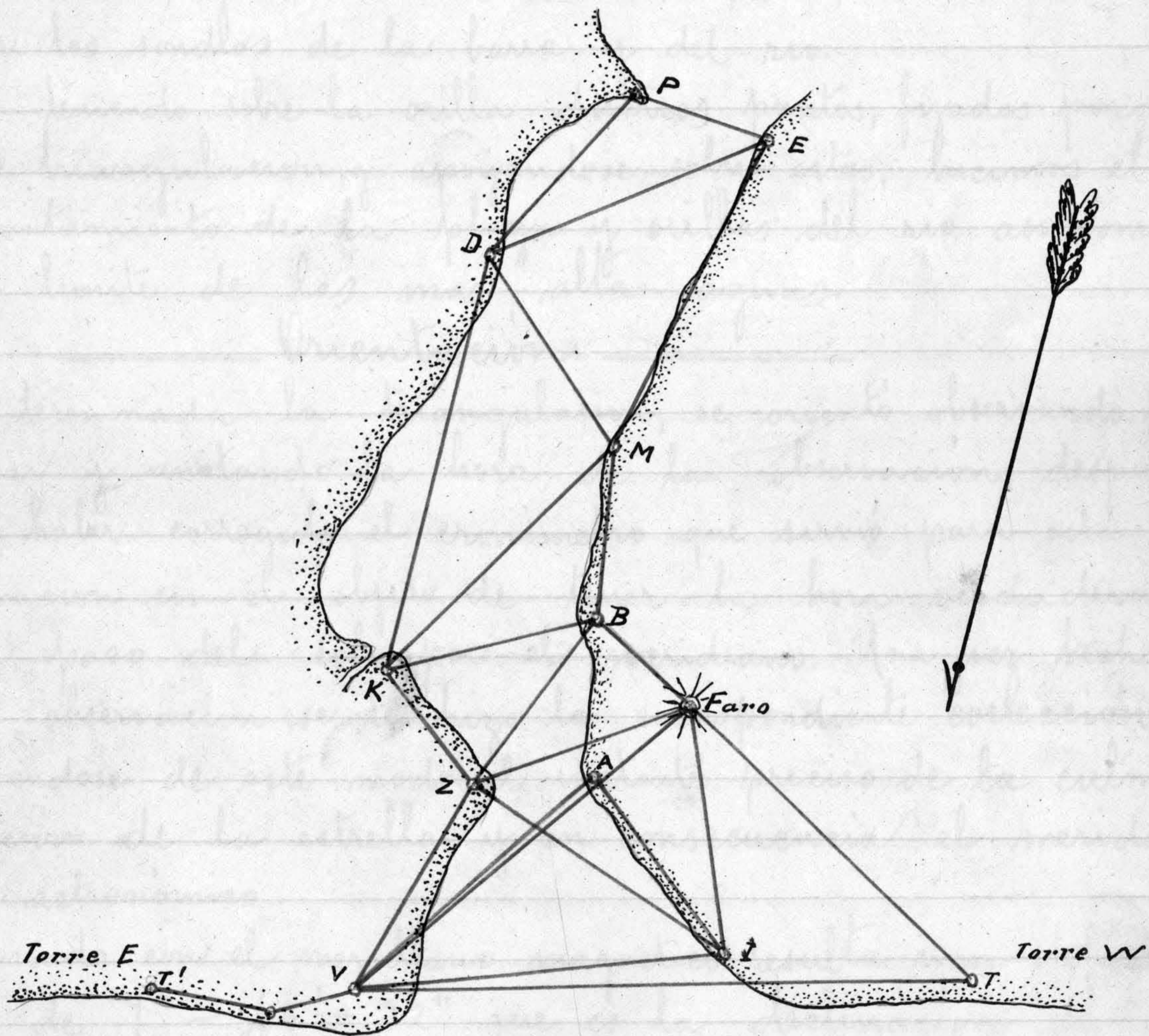
Paso en seguida a describir las operaciones y metodos que empleamos en estas diversas operaciones.

### 1.º Levantamiento de la playa y boca del Rio.

Para hacer este levantamiento comenzamos por hacer una triangulacion, en toda esta extension para situar con precision, sobre la playa y orillas del rio, diversos puntos que sirviesen de base para fijar despues los sondeos por intersecciones; para esto medimos una base de una longitud de  $564^m.828$ , con un resorte acero, repitiendo esta operacion dos veces, para obtener un promedio de ambas medidas. Partiendo de esta base se hizo una triangulacion, compuesta de once trian

# Triangulación en la desembocadura del Coatzacoalcas.

———— Escala:  $1^m = 20000^m$  ————



gulos, los que bastaron para cubrir, desde la barra hasta la "Punta de Pichos", de este modo se obtuvo una base grande  $TT'$  para fijar los sondeos de fuera de la barra, y lados mas cortos,  $ZF$ ,  $KB$ ,  $MD$  etc. para situar los sondeos de la barra y del rio.

Ya teniendo sobre la orilla diversos puntos, fijados por la triangulacion, y apoyandose sobre estos, hicimos el levantamiento de la playa y orillas del rio asi como el limite de las mas altas aguas.

### Orientacion.

Ya terminada la triangulacion, se oriento observando la polar y anotando la hora de la observacion, despues de haber corregido el cronometro que sirvio para esta observacion con el objeto de tener la hora verdadera del paso del sol por el meridiano. Una vez hecha la observacion se le hizo la correspondiente correccion teniendo de este modo el instante preciso de la culminacion de la estrella y en consecuencia el meridiano astronómico.

Comparado con el meridiano magnetico resulta una diferencia de  $7^{\circ} - 45' - 32''$  que es la declinacion de la aguja magnetica.

## Sondeos.

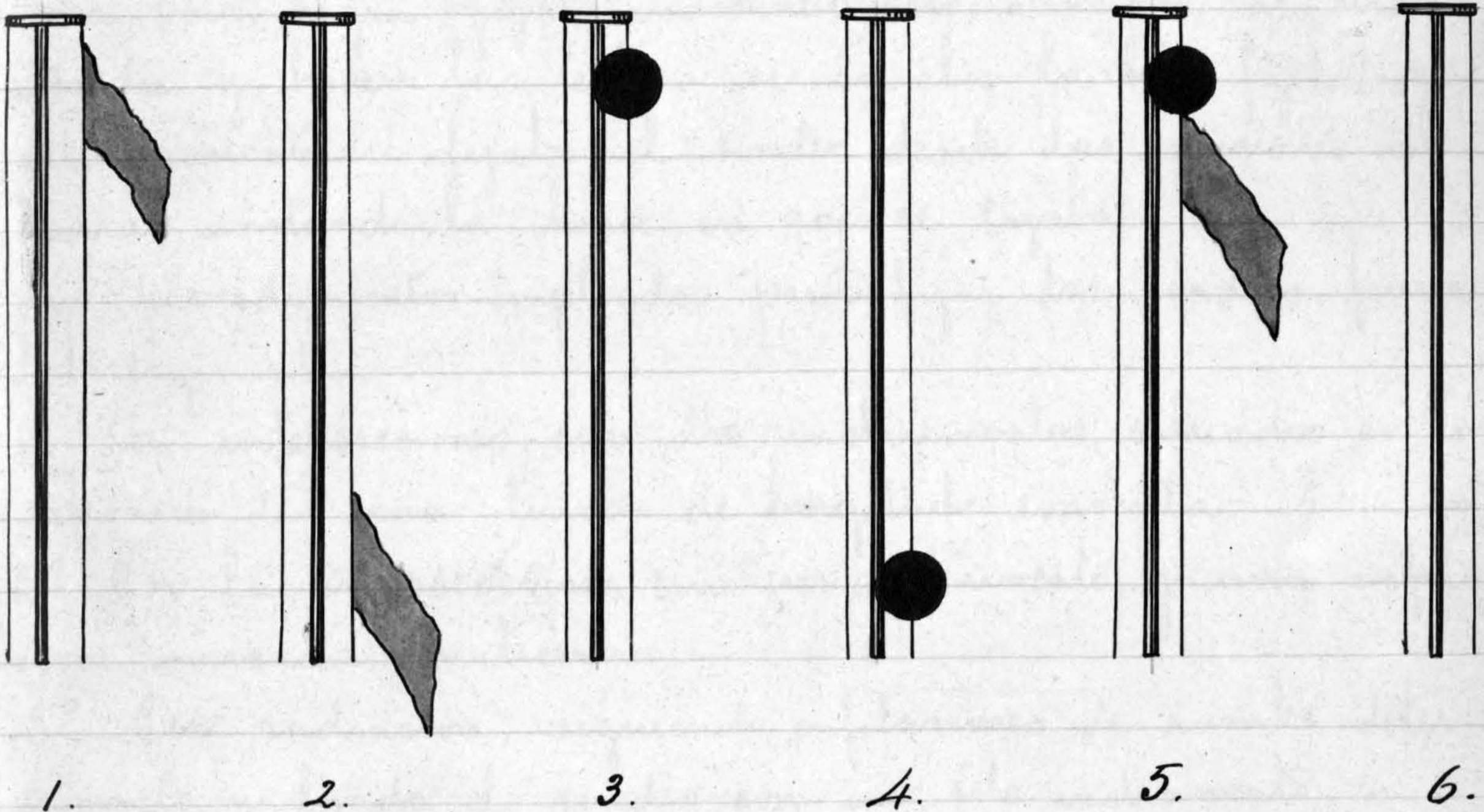
Para los sondeos se empleó la sondaleza, con un escandallo de 5 libras de peso, para profundidades mayores de 5 metros y para las menores, una regla de 6 metros de longitud dividida en decímetros.

### Bote Sondeador

El bote sondeador, llevaba a bordo el personal siguiente: 1.º Un ingeniero encargado de ordenar el trabajo, las enfilaciones que debían de seguirse, los lugares en que se había de sondear, apuntar las sondas y la hora de cada sondeo. 2.º Un patrón que llevaba el timón y se encargaba de seguir los alineamientos que se le ordenaban. 3.º Un sondeador cuyo trabajo consistía únicamente en tirar y arriar la sonda. 4.º Un encargado de hacer las diferentes señales para fijar los sondeos y por último 4 bogas al mando del patrón. La operación del sondeo se ejecutaba de la manera siguiente: el bote al comenzar la operación, llevaba izada la bandera roja en el asta-bandera colocada en la popa del bote según indica la figura (1) al empezar el alineamiento que se iba a sondear se arriaba la bandera fig (2) significando esto que ya estaba el bote colocado en el alineamiento, una vez ya colocado



## Señales



## Explicación

1. Bote en movimiento
2. Bote ya colocado en un alineamiento por sondear.
3. Atención para fijar el sondeo.
4. Sondeo que debe fijarse.
5. Sondeos de referencia.
6. Fin de la operación y bote fondeado.

el bote en el alineamiento que tenía que seguir, se izaba una bola negra fig(3) indicando esto atención; al tirar la sonda y hacer la lectura se arriaba la bola fig(4) y en este momento se fijaba el sondeo desde las estaciones de tierra, anotando la hora en que se fijaba.

Los procedimientos empleados para fijar los sondeos fueron los siguientes:

- 1.º Por intersecciones con dos instrumentos, situados en los extremos de una línea de longitud conocida.
- 2.º Por la intersección, con un instrumento, y una enfilación marcada en tierra.
- 3.º Por radiación, siguiendo enfilaciones de rumbo determinado y fijado el sondeo con un solo instrumento.
- 4.º Por radiación, alrededor de una boya fijada de antemano y situando los sondeos por medio de un cordel dividido.
- 5.º Por enfilaciones paralelas marcadas en tierra y fijando los sondeos con un cordel dividido, tendido en la dirección de la enfilación.

Al fijar los sondeos se anotaba la hora del sondeo, tanto en el bote sondeador, como en las estaciones de los instrumentos, con el objeto de saber, cuales eran las líneas que

correspondían á un mismo sondeo y en consecuencia el número de orden de cada sondeo, teniendo para esto cuidado de poner los relojes á igual hora antes de comenzar la operación.

La forma de como se llevó el registro fué como sigue:

Sondeos en la barra, Mayo 6 de 1895.

Número de Orden	Horas		Estaciones.		Lectura de la Sonda	Corrección de la Sonda	Profundidades	Naturaleza del fondo	Notas
	H	M	Torre E	Torre W					
386	9 <sup>h</sup>	16 <sup>m</sup>	42°-10'	63°-21'	4 <sup>m</sup> .10	+0 <sup>m</sup> .08	4 <sup>m</sup> .18	arena	Viento ligero
387	9 <sup>h</sup>	17 <sup>m</sup>	42°-18'	63°-36'	4 <sup>m</sup> .30	+0 <sup>m</sup> .10	4 <sup>m</sup> .40	" "	ro del N.
388	9 <sup>h</sup>	18 <sup>m</sup>	42°-30'	63°-45'	4 <sup>m</sup> .55	+0 <sup>m</sup> .10	4 <sup>m</sup> .65	" "	algo de
389	9 <sup>h</sup>	19 <sup>m</sup>	42°-56'	63°-58'	4 <sup>m</sup> .60	+0 <sup>m</sup> .12	4 <sup>m</sup> .72	" "	marejada
390	9 <sup>h</sup>	20 <sup>m</sup>	43°-6'	64°-20'	4 <sup>m</sup> .90	+0 <sup>m</sup> .12	5 <sup>m</sup> .02	Lodo y	
*391	9 <sup>h</sup>	22 <sup>m</sup>	43°-20'	64°-32'	4 <sup>m</sup> .95	+0 <sup>m</sup> .12	5 <sup>m</sup> .07	conchas	

En los sondeos fijados con cordel dividido; en cada sondeo se anotaba, aparte de la hora, para hacerle su corrección por la altura de la marea; la distancia que marcaba el cordel, contada desde la orilla, en el cero cuya posición ya estaba marcada en el plano, y además se tomaba el rumbo magnético del alineamiento, para fijarlo después sobre el plano ya construido.

## Obras necesarias para el mejoramiento del Puerto.

Las obras necesarias para el mejoramiento del Puerto, las dividiremos en tres clases, á saber:

- 1.<sup>o</sup> Obras para permitir que embarcaciones de cierto calado, puedan entrar fácilmente en el río.
  - 2.<sup>o</sup> Obras de defensa, para que las embarcaciones que estén fondeadas en el río, queden abrigadas por completo de los temporales y las maniobras que ejecuten, se hagan con entera seguridad.
  - 3.<sup>o</sup> Obras accesorias, como son, el alumbrado marítimo fluvial, las boyas para indicar los bajos fondos, los muelles, vías y demas departamentos y útiles necesarios para la carga y descarga de las mercancías.
- Esbozo en seguida á ocuparme aunque sea ligeramente de cada una de estas obras y de los resultados que por ellas puedan obtenerse.

## Condiciones actuales del Puerto de Coatzacoalcos

El Puerto de Coatzacoalcos tal como existe en la fecha, no pasa de ser un puerto de cubotaje de escasa importancia, pues aun cuando en realidad es un puerto de altura; la falta casi completa de poblacion de toda esta region del Istmo y el corte de maderas que está ya casi agotado por completo; hacen que el puerto en la actualidad solo sea visitado por los vapores y barcos costeros, que hacen el servicio entre todos los puertos del Golfo. Estas circunstancias unidas a la poca profundidad de la Barra que solo tiene de 12 a 13 pies de agua, obliga a las embarcaciones de mayor calado, a disminuir su cargamento para aligerarse y poder cruzar la barra; implicando esto un aumento considerable en el precio de transporte de las mercancías y un peligro constante para las embarcaciones que tienen que permanecer fondeadas fuera de la barra, donde no tienen abrigo de ninguna especie. Además de esto, en la época de nortes, la barra se cruza, disminuyendo algo sus fondos y en este estado es muy peligroso entrar aun para las pequeñas embarcaciones y vapores de la costa, porque estando la mar agitada, en las alfeadas que dá el

vapor, sucede muchas veces que la proa encalle o que la propela se rompa al tocar en el fondo resistente. En este estado, la barra es mucho más fácil al puerto con grandes embarcaciones porque éstas por su gran longitud, quedan constantemente sostenidas por dos o tres olas sucesivamente y pueden de este modo entrar al río con 14 pies de calado en la marea alta.

La entrada que actualmente tiene el puerto es al aproximarse a la costa, dejar el faro al Sur  $\frac{3}{4}$  W o al Sur corregido, hasta encontrar con la sonda <sup>4</sup> 18 pie de agua, desde este punto se sigue la enfilación marcada por los prácticos del lugar, que es la línea entre la punta del médano del Vigia y la casa de Charles Waley situada en la punta saliente de Pichos esta enfilación se sigue hasta estar ya completamente dentro del río y corresponde precisamente al eje del canal comprendido entre los dos cuberos el del Este y el del Oeste, que forman la barra.

## Dragado de la Barra

Habiéndose ya logrado por fin, la comunicacion entre los dos Océanos el Atlántico y el Pacífico, á través del Istmo de Tehuantepec, por medio del Ferro-Carril Nacional y siendo Coatzacoalcos uno de los puntos terminales de la linea, la importancia en lo sucesivo que tenga este puerto, tiene que ser muy grande y muy activo el tráfico que tiene que desarrollarse; importa pues antes que todo, que la embarcaciones trasatlánticas ya de cierto calado, puedan entrar comodamente y sin peligro al fondeadero; la barra siendo el obstáculo que se opone desde luego á esto, será preciso abrir á través de ella un canal que sea la entrada al puerto.

1. Ahora bien este canal, la corriente misma del rio, estrechado su curso, lo podría abrir, como pretenden algunos, ó será preciso dragarla en toda la extension que ocupe el canal; Desde luego es evidente, dada la naturaleza de las sustancias que forman la barra y su estructura tan compacta, que solo la accion de la corriente, por mucho que se aumentara su velocidad, no produciria ningun efecto sobre la barra, ó si lo producía, éste seria su-

namente lento y en consecuencia muy tardío, por lo cual creo que es indispensable un dragado a través de la barra para abrir el canal de entrada.

Las dimensiones de este canal tienen que ser enteramente convencionales, según sean las condiciones que se tengan en cuenta, así atendiendo a cuestiones de economía, el canal según las prescripciones del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, tendrá 8 metros de profundidad en marea media y un ancho en la base menor de 100 metros.

Partiendo de estos datos como base, el canal quedará desde luego comprendido entre las curvas de 8 metros que limitan la barra a uno y otro lado y su ancho en el fondo me parece que unos 75 metros es ya regular, para permitir que dos embarcaciones a la vez puedan cruzarse sobre el canal; en cuanto a los taludes que habrá que darle tomé como tipo de inclinación, la pendiente general del terreno de la misma barra, pendiente que se ha conservado por la corriente del río, este talud resulta ser como promedio de 10 de base por 1 de altura, sosteniéndose ya con esta inclinación, perfectamente las arenas acarreadas.



# Dirección del Canal.

! Cual sería ahora la dirección mas conveniente que habría que darle al eje del canal en proyecto?

El curso en general del río y su desembocadura están próximamente orientados en la dirección de los vientos dominantes del N. et. O., de modo que los fuertes temporales en el mar se hacen sentir aunque ya muy debilitados, hasta adentro del fondeadero, por el oleage que penetra por la boca del río y se propaga hasta su interior.

Si cualquiera que fuese la dirección que se le diera al canal de entrada, resultaría, suponiendo los diques ya construidos de defensa, que el oleage penetraría por la entrada misma del canal hasta el interior; no pudiéndose evitar este inconveniente sin caer en otros mayores, resulta de esto que la mejor dirección que se le puede dar al canal, es enfilándolo precisamente en la dirección de los vientos dominantes del N. et. W. porque en esta dirección se facilita mucho la entrada para las embarcaciones de vela que llequen al puerto.

En efecto, siendo tan reducidas las dimensiones del canal de entrada, si este se haya oblicuo con re-

lacion a la direccion de los vientos reinantes del N. N. E. una embarcacion velera que venga corriendo un temporal, al enfilarse el canal, tendria el viento de costado y forzaria mucho su timon para poder seguir la direccion del canal, porque en el espacio tan corto que ocupa, limitado por los taludes, no puede entrar arizando y corre el riesgo de ser botado contra uno de los taludes del canal; mientras que si esta enfilado en la direccion de los vientos, el barco que venga corriendo un temporal y que lo enfile desde lejos, traera el viento en popa y el timon ya casi no trabajara, sino que el mismo viento lo introducirá hasta dentro del fondeadero.

Por lo anterior se vera desde luego la conveniencia que resulta de enfilarse el canal de entrada al Puerto en la misma direccion que los vientos dominantes del N. N. E.

En el adjunto plano esta marcado el canal con tinta roja, indicando los puntos en que el tabud del canal encuentra al terreno natural, y esta construido para mayor claridad; tomando la escala vertical, diez veces mayor que la horizontal.

## Volumen que hay que dragar.

Fijada ya la posición y dirección del canal por las anteriores razones; resulta como monto total de la obra de dragado que hay que ejecutar 225,454.100 metros cúbicos, según el siguiente cálculo:

### Superficie de las secciones.

1 <sup>a</sup>	14.060	Promedios	
2 <sup>a</sup>	124.687	Entre la 1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup>	69.3735
3 <sup>a</sup>	254.680	" " 2 <sup>a</sup> y 3 <sup>a</sup>	189.6835
4 <sup>a</sup>	396.874	" " 3 <sup>a</sup> y 4 <sup>a</sup>	325.7770
5 <sup>a</sup>	431.250	" " 4 <sup>a</sup> y 5 <sup>a</sup>	414.0620
6 <sup>a</sup>	265.270	" " 5 <sup>a</sup> y 6 <sup>a</sup>	348.2600
7 <sup>a</sup>	315.000	" " 6 <sup>a</sup> y 7 <sup>a</sup>	290.1350
8 <sup>a</sup>	279.125	" " 7 <sup>a</sup> y 8 <sup>a</sup>	297.0625
9 <sup>a</sup>	160.625	" " 8 <sup>a</sup> y 9 <sup>a</sup>	219.8750
10 <sup>a</sup>	40.000	" " 9 <sup>a</sup> y 10 <sup>a</sup>	100.3125
Suma de los promedios		2254.5410	

Esta cantidad multiplicada por la equidistancia de las secciones que es 100 metros dará el volumen total que hay que dragar a saber: 225,454.10 metros cúbicos.

## Obras de defensa.

Las obras de defensa necesarias para garantizar la seguridad del puerto, deberán de consistir en diques rompeolas que se establezcan en la posición más conveniente en la boca del río, para estrechar la entrada y evitar que las olas producidas en el mar entren al fondeadero; respecto a la posición y dirección que deba darseles, no es posible fijarla de antemano a mi modo de ver, pues no se sabe el resultado que se obtenga por el dragado del canal en la barra.

En efecto puede suceder, o bien que el canal una vez abierto se conserve limpio por la acción de la corriente sin necesidad de estrecharla, o bien que el canal se azolve y haya necesidad de estrechar la corriente del río para que con el aumento consiguiente de velocidad, pueda mantenerse siempre limpio.

En el primer caso, si el canal se mantiene limpio, considerarán únicamente, dos diques rompeolas, dispuestos como indica la fig (1) para abrigar el puerto y dejar solo la entrada precisa para las embarcaciones, de modo que el oleaje que penetra por la entrada al extenderse adentro en la gran superficie que queda pierda toda su fuerza y las aguas ya queden en reposo.

Si el canal se arrolvase, entonces habrá necesidad de los rompeolas anteriores de construir dos diques paralelos al eje del canal fig(2) para estrechar la corriente en toda la longitud del canal e impedir de este modo que se arrolve.

Fig. (1)

Por lo tanto se verá desde luego que seria muy aventurado proyectar desde ahora los diques de defensa, sin conocer antes el regimen que tendrá el canal abierto, por lo que seria mas conveniente y aun necesario, estudiar por lo menos durante un año, en las diferentes estaciones, tanto de mareas como la de mareas o seca, el resultado obtenido por medio del dragado de la barra, para que en vista de los resultados, se puedan ya proyectar con toda seguridad, las obras mas convenientes.

### Obras accesorias.

- Las obras accesorias deberían ser como principales las siguientes:
- 1º Un faro de bastante alcance geográfico, para indicar el punto, con sus distintivos, especiales.
  - 2º Luces pequeñas para marcar por la noche, la dirección del canal de entrada, y con colores de color para indicar los costados de la barra y demás puntos de entrada.
  - 3º Dos boyas rojas, una en la entrada y otra en la salida.

Fig. (2)

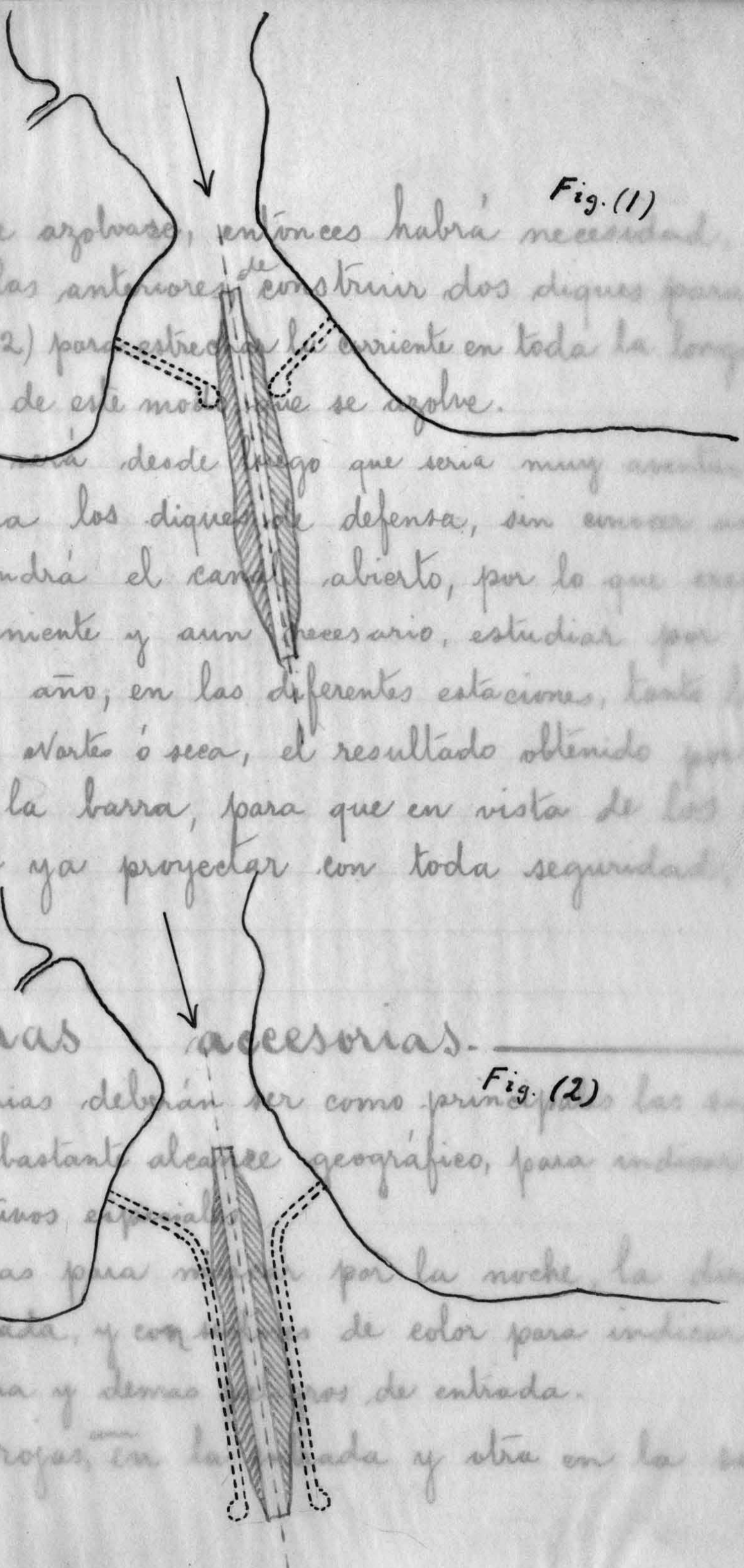


Fig. (1)

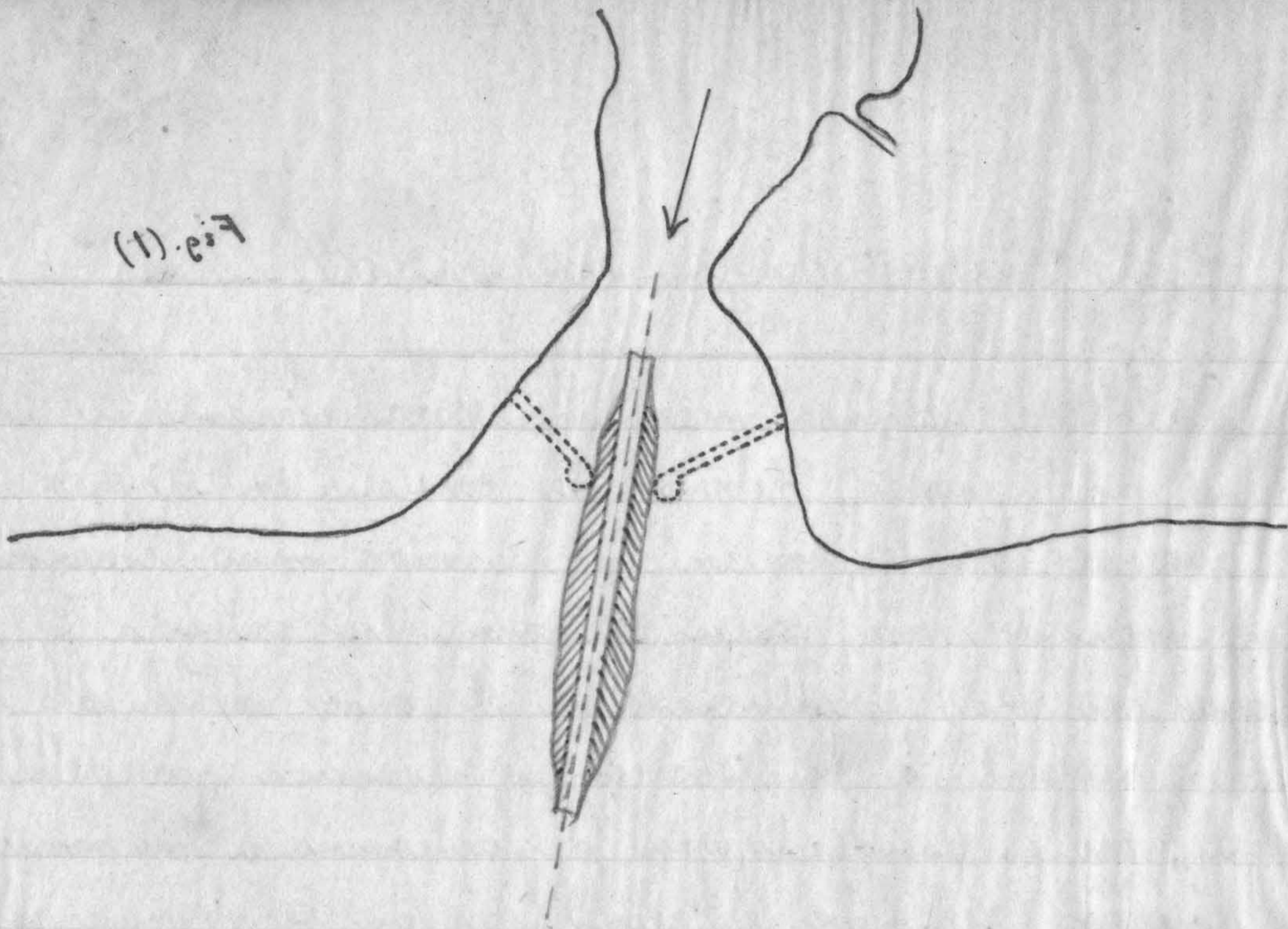
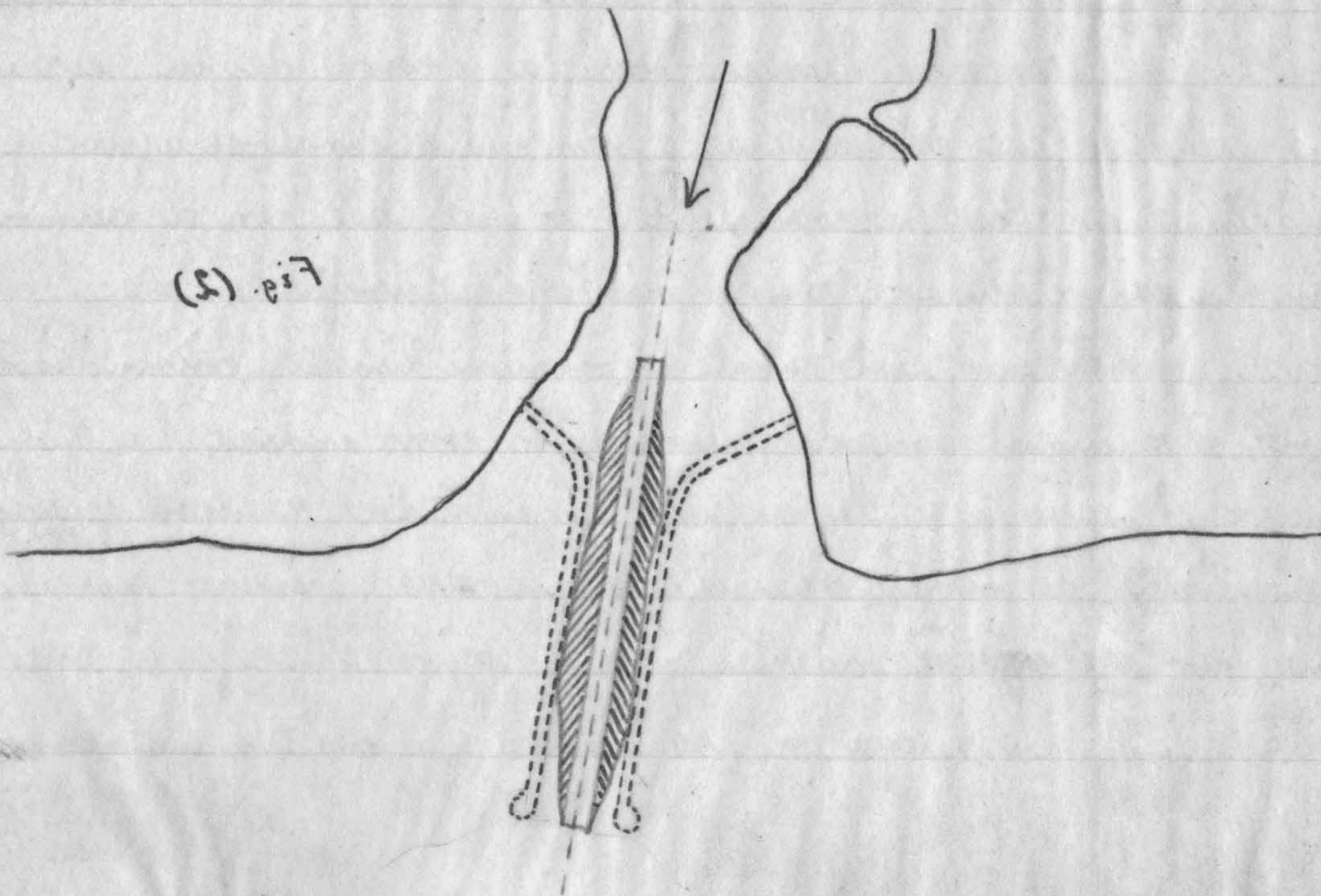


Fig. (2)



Si el canal se azolvase, entonces habrá necesidad, aparte de los rompe-olas anteriores, <sup>de</sup> construir dos diques paralelos al eje del canal fig(2) para estrechar la corriente en toda la longitud del canal e impedir de este modo que se azolve.

Por lo tanto se verá desde luego que sería muy aventurado proyectar desde ahora los diques de defensa, sin conocer antes el régimen que tendrá el canal abierto, por lo que creo que sería más conveniente y aun necesario, estudiar por lo menos durante un año, en las diferentes estaciones, tanto la de lluvias, como la de vientos ó seca, el resultado obtenido por medio del dragado de la barra, para que en vista de los resultados, se puedan ya proyectar con toda seguridad, las obras más convenientes.

## Obras accesorias.

Las obras accesorias deberán ser como principales las siguientes:  
1º Un faro de bastante alcance geográfico, para indicar el puerto, con sus distintivos especiales.

2º Luces pequeñas para marcar por la noche, la dirección del canal de entrada, y con sectores de color para indicar los costados de la barra y demás peligros de entrada.

3º Dos boyas rojas, <sup>una</sup> en la entrada y otra en la salida