

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DEL NUEVO CANAL DE ACCESO A LA
BAHIA DE TOPOLOBAMPOTESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

E. RAMON AHUMADA MERGOLD



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 está 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.

INDICE

"PROYECTO DEL NUEVO CANAL DE ACCESO A LA BAHIA DE TOPOLOBAMPO"

I	INTRODUCCION	PAG.	1
II	CONDICIONES ACTUALES EN LA ZONA	PAG.	6
	1 GENERALIDADES.....		7
	2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....		15
III	ESTUDIOS PREVIOS AL PROYECTO	PAG.	19
	1 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO.....		20
	2 MEDICIÓN DE CORRIENTES EN LA BARRA.....		24
	3 TOMA DE MUESTRAS A LO LARGO DEL CANAL PROPUESTO.....		25
	4 ANÁLISIS DE MAREAS.....		26
	5 ANÁLISIS DE VIENTOS.....		30
	6 ANÁLISIS DE OLEAJE.....		35
IV	PROYECTO DEL NUEVO CANAL DE ACCESO	PAG.	39
	1 TRABAJOS DE CAMPO Y FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO.....		40
	2 BATIMETRÍA.....		40
	3 MEDICIÓN DE CORRIENTES.....		58
	4 MUESTREO DEL MATERIAL DE FONDO.....		69
	5 MAREAS.....		71
	6 VIENTOS.....		75
	7 OLEAJE.....		75
	8 CORRIENTES.....		103
	9 CÁLCULO DE TRANSPORTE LITORAL.....		105
	10 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....		110
	11 PROYECTO DEL CANAL DE NAVEGACIÓN.....		125
	12 DISEÑO DE PLANTA.....		125
	13 SECCIÓN ESTABLE.....		126

V	DRAGADO	PAG.	127
	1 REFERENCIA HISTÓRICA.....		128
	2 GENERALIDADES DEL DRAGADO.....		130
	3 CLASIFICACIÓN DE LAS DRAGAS.....		132
	4 ZONAS POR DRAGAR.....		134
	5 VOLÚMENES POR DRAGAR.....		135
	6 ZONA DE TIRO DE MATERIAL DRAGADO.....		135
VI	BALIZAMIENTO Y PROTECCION	PAG.	173
	1 ANTECEDENTES.....		174
	2 SEÑALAMIENTO.....		175
	3 PROTECCIÓN.....		180
VII	CONCLUSIONES	PAG.	183
	1 ANÁLISIS ECONÓMICO.....		184
	2 CONCLUSIONES.....		188
	BIBLIOGRAFIA	PAG.	190

RELACION DE PLANOS

NUMERO	PAGINA
1 REPÚBLICA MEXICANA.....	8
2 ESTADO DE SINALOA.....	9
3 BAHÍA DE TOPOLOBAMPO.....	10
4 CANAL DE ACCESO.....	11
5 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO.....	21
6 BATIMETRÍA GENERAL.....	41
7 BATIMETRÍA DE DETALLE 1.....	42
8 BATIMETRÍA DE DETALLE 2.....	43
9 BATIMETRÍA DE DETALLE 3.....	44
10 BATIMETRÍA DE DETALLE 4.....	45
11 BATIMETRÍA DE DETALLE 5.....	46
12 BATIMETRÍA DE DETALLE 6.....	47
13 BATIMETRÍA DE DETALLE 7.....	48
14 BATIMETRÍA DE DETALLE 8.....	49
15 BATIMETRÍA DE DETALLE 9.....	50
16 BATIMETRÍA DE DETALLE 10.....	51
17 BATIMETRÍA DE DETALLE 11.....	52
18 BATIMETRÍA DE DETALLE 12.....	53
19 BATIMETRÍA DE DETALLE EN LA ZONA DEL CANAL 13..	54
20 BATIMETRÍA DE DETALLE EN LA ZONA DEL CANAL 14..	55
21 BATIMETRÍA DE DETALLE EN LA ZONA DEL CANAL 15..	56
22 BATIMETRÍA DE DETALLE EN LA ZONA DEL CANAL 16..	57
23 MEDICIÓN DE MAREAS.....	59
24 MAREAS MUERTAS Y VIVAS.....	60
25 MEDICIÓN DE CORRIENTES 1RA. CAMPAÑA MM -I-.....	65
26 MEDICIÓN DE CORRIENTES 1RA. CAMPAÑA MM -II-.....	66
27 MEDICIÓN DE CORRIENTES 2DA. CAMPAÑA MV -I-.....	67
28 MEDICIÓN DE CORRIENTES 2DA. CAMPAÑA MV -II-.....	68

NUMERO	PAGINA
29 RESUMEN DE MAREAS EN LA ZONA.....	76
30 RESUMEN DE VIENTOS EN LA ZONA.....	77
31 RESUMEN DE OLEAJE EN LA ZONA.....	80
32 RESUMEN DE CORRIENTES EN LA ZONA.....	105
33 TRANSPORTE LITORAL.....	111
34 LOCALIZACIÓN DE SECCIONES Y VOL. DE DRAGADO....	136
35 LIMITACION DE REGIONES DE VOYAGE EN EL MUNDO...	176
36 AREAS PARA FONDEADERO Y ABRIGO.....	177
37 LUCES DE ENFILACIÓN.....	178
38 PLANO GENERAL DE SEÑALAMIENTO MARITIMO.....	179

I INTRODUCCION

INTRODUCCION

CUALESQUIERA SEA SU ESTRUCTURA ECONÓMICA, POLÍTICA O SOCIAL, CADA NACIÓN SE ENFRENTA A LO LARGO DE SU DESARROLLO CON UN NÚMERO CRECIENTE DE TAREAS A EMPRENDER Y GASTOS CADA VEZ MÁS ELEVADOS. UNO DE LOS PRINCIPALES FACTORES ES LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA, BASICAMENTE, ES EL ESTADO QUIEN SE OCUPA DE CONSTRUIR PUERTOS Y DE MANTENER LAS PROFUNDIDADES DE NAVEGACIÓN REQUERIDAS EN LOS CANALES DE ENTRADA Y EN LAS DÁRSENAS DE LOS PUERTOS.

PETRÓLEOS MEXICANOS, UNA EMPRESA EN LA CUAL, SU PRINCIPAL FUNCIÓN ES LA DE VENDER PETRÓLEO Y DERIVADOS POR MAR, DEBE INVERTIR ANUALMENTE MILLONES DE DÓLARES EN EL NECESARIO DRAGADO DE MANTENIMIENTO, PARA CONSERVAR EL CALADO OPERATIVO EN SUS TERMINALES, YA QUE CUENTA CON VARIOS GRANDES PUERTOS, O SUPERINTENDENCIAS GENERALES DE PUERTO COMO SON: CIUDAD MADERO, TAM.; TUXPAN, VER.; PAJARITOS, VER.; DOS BOCAS, TAB. Y SALINA CRUZ, OAX.; ESTA ÚLTIMA SUPERINTENDENCIA GENERAL DE PUERTO SE ENCARGA DE EXPORTAR PETRÓLEO AL CONTINENTE ASIÁTICO Y, DE SUS REFINERIAS, SURTIR DERIVADOS A TODO EL LITORAL DEL PACÍFICO, ENTRE OTROS, AL PUERTO DE TOPOLOBAMPO EN SINALOA, AL CUAL LE PROPORCIONA AMONÍACO, GAS LPG, COMBUSTÓLEO Y DERIVADOS; Y SE HA COMPROBADO QUE LA FORMA MÁS ECONÓMICA DE TRANSPORTAR UN LÍQUIDO -DESPUES DE LOS DUCTOS- ES POR BUQUE-TANQUES, Y ENTRE MÁS GRANDES SEAN, RESULTA MÁS BARATO.

LA OPERACIÓN DE LA TERMINAL DE PETRÓLEOS MEXICANOS EN TOPOLOBAMPO, PRESENTA PROBLEMAS DERIVADOS POR LA DIFICULTAD DE LAS EMBARCACIONES PARA EL ACCESO AL PUERTO, YA QUE EL

CANAL ACTUAL QUE FUE CONSTRUIDO EN EL AÑO DE 1963 CON FINES EXPERIMENTALES, PRESENTA PROBLEMAS DE AZOLVAMIENTOS QUE ORIGINAN CURVATURAS EN EL MISMO, DIFÍCILES DE LIBRAR ACTUALMENTE POR LAS EMBARCACIONES, SIN EL CONSTANTE MANTENIMIENTO QUE ACTUALMENTE SE REALIZA.

EL OBSTÁCULO PRINCIPAL QUE HA FRENADO EL DESARROLLO DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO HA SIDO LO LIMITADO DEL CANAL DE ACCESO EN LA BARRA, QUE EN FORMA DE HERRADURA Y CON UNA LONGITUD DE DOCE KILOMETROS; Y UN ANCHO DE DOS KILOMETROS; Y PROFUNDIDADES DEL ORDEN DE LOS TRES METROS; IMPIDE LA COMUNICACIÓN DIRECTA DEL MAR ABIERTO CON LOS CANALES INTERIORES QUE LLEGAN A TENER HASTA TREINTA METROS DE PROFUNDIDAD.

A PARTIR DE ESTUDIOS TEÓRICOS Y EN MODELO REDUCIDO EFECTUADO ENTRE LOS AÑOS DE 1962 A 1964 SE DETERMINÓ LA FACILIDAD DE ESTABLECER UN CANAL QUE PERMITIERA EN FORMA DIRECTA EL ACCESO AL PUERTO. POR RAZONES PRESUPUESTALES Y CON CARÁCTER EXPERIMENTAL COMO CONSECUENCIA DE ESOS ESTUDIOS, SE DRAGÓ UN CANAL DE PRUEBA DE APROXIMADAMENTE SEISCIENTOS MIL METROS CUBICOS, CON UNA PROFUNDIDAD MEDIA DE SEIS METROS Y ANCHO DE PLANTILLA DE SETENTA Y CINCO METROS, A FIN DE EVALUAR EL COMPORTAMIENTO DE LA BARRA, HABIÉNDOSE OBSERVADO EN FORMA INMEDIATA UNA CANALIZACIÓN EN FORMA NATURAL DE LAS CORRIENTES DE TAL MANERA QUE PARA EL AÑO DE 1966 SE TENIAN PROFUNDIDADES DE 8.40 METROS Y VELOCIDADES EN LA CORRIENTE DE 0.80 METROS POR SEGUNDO. PARA JUNIO DE 1967 LA PROFUNDIDAD MÍNIMA ERA DE 7.20 METROS Y LA MÁXIMA DE 9.20 METROS Y

UN ANCHO DE CANAL DE APROXIMADAMENTE CIENTO VEINTE METROS.

DURANTE VARIOS AÑOS ESTE CANAL SE MANTUVO EN FORMA NATURAL, CAMBIANDO ÚNICAMENTE SU ORIENTACIÓN POR EFECTO DE LOS BAJOS DEL HERVIDERO, QUE LE DIERON UNA CURVATURA HACIA EL OESTE EN FORMA NO ADECUADA PARA LOS REQUERIMIENTOS DE NAVEGACIÓN DE EMBARCACIONES.

DESDE HACE ALGUNOS AÑOS SE HAN REALIZADO DRAGADOS DE MANTENIMIENTO PARA PERMITIR EL ACCESO DE EMBARCACIONES CON CALADO DE OCHO METROS, REQUIRIÉNDOSE FUNDAMENTALMENTE RECTIFICACIONES POR LAS CURVATURAS EXISTENTES EN EL CANAL EN LA ZONA DE LA BARRA.

DURANTE ESTE TIEMPO HA SIDO FÁCTIBLE ESTIMAR QUE EL CANAL PUEDE CONSERVARSE FÁCILMENTE SIN GRANDES DRAGADOS DE MANTENIMIENTO SI TIENE UN TRAZO ADECUADO.

TRABAJOS BATIMÉTRICOS RECIENTES MUESTRAN QUE LA POSIBILIDAD DE LOGRAR LO ANTERIOR, ES MUY REAL, YA QUE EXISTE UNA TENDENCIA NATURAL A QUE UN ACCESO QUE CONTINÚE LA DIRECCIÓN DEL CANAL NATURAL ORIENTADO DE NORESTE A SUROESTE, SE MANTENDRÍA CON PEQUEÑOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO NO MAYORES A LOS DOSCIENTOS CINCUENTA MIL METROS CÚBICOS POR AÑO.

ESTE CANAL REQUERIRÍA UN ANCHO MINIMO DE PLANTILLA DE DOSCIENTOS METROS; Y A UNA PROFUNDIDAD DE DOCE METROS; CON UN VOLUMEN POR DRAGAR DE APROXIMADAMENTE TRES MILLONES DE METROS CÚBICOS.

LOS VOLÚMENES DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO QUE DEMANDA ESA ZONA DEL PAÍS, SON CADA VEZ MAYORES Y PARA SATISFACER

LAS NECESIDADES DE SUMINISTRO SE REQUIERE PROPORCIONAR UN ACCESO ADECUADO AL TRÁFICO PREVISTO, RAZÓN POR LA CUAL, SE CONSIDERA NECESARIO PROYECTAR EL CANAL DE NAVEGACIÓN ANTES MENCIONADO, QUE PERMITA EL ACCESO A BUQUE-TANQUES DE HASTA CUARENTA Y CINCO MIL TONELADAS DE PESO MUERTO.

LO ANTERIOR REDUNDARÁ EN UNA MEJOR OPERACIÓN DE LA TERMINAL DE PETRÓLEOS MEXICANOS, POR LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL CANAL, LA FACILIDAD EN LAS MANIOBRAS DIURNAS Y NOCTURNAS DE ENTRADA Y SALIDA DE LAS EMBARCACIONES Y LA DISMINUCIÓN EN LA RELACIÓN DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO Y LOS BARRILES DE PRODUCTO TRANSPORTADO.

II CONDICIONES ACTUALES EN LA ZONA

CONDICIONES ACTUALES EN LA ZONA

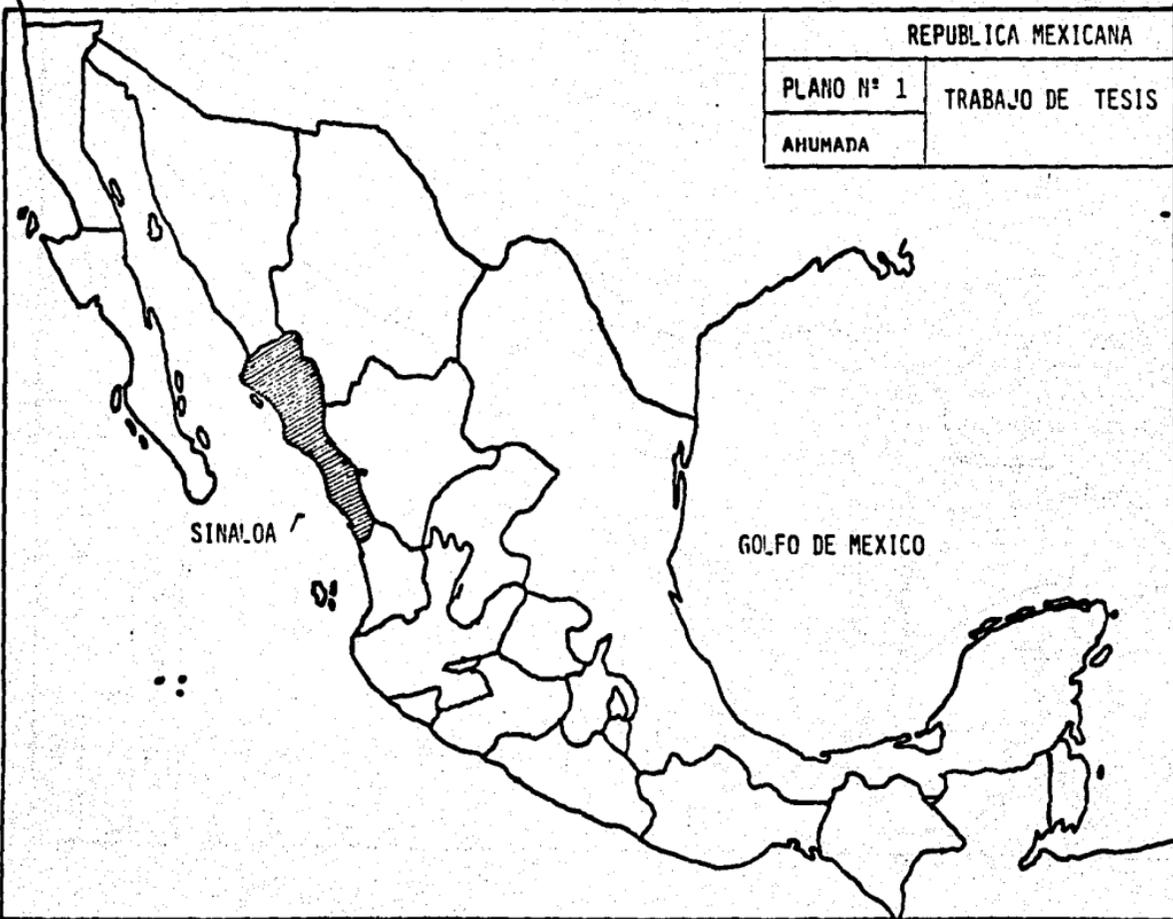
II: 1 GENERALIDADES.

EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO SE ENCUENTRA LOCALIZADO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, EN LA PARTE NOROESTE DEL ESTADO DE SINALOA -VER PLANOS 1 Y 2- DENTRO DEL MUNICIPIO DE AHOME, EN LAS COORDENADAS 25° 36' DE LATITUD NORTE Y 109° 04' DE LONGITUD OESTE.

LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO ESTÁ LIMITADA AL OESTE POR UNA BARRA ARENOSA, SUMERGIDA EN FORMA DE ABANICO QUE SE EXTIENDE DESDE PUNTA COPAS AL SURESTE HASTA PUNTA SANTA MARÍA AL NOROESTE, ESTA BARRA TIENE UNA LONGITUD APROXIMADA DE DOCE KILOMETROS -VER PLANO 4-.

LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO INCLUYE LA PARTE SUR DE EL ESTADO DE SONORA, MÁS DE LA MITAD DEL ESTADO DE SINALOA, EL ESTADO DE CHIHUAHUA Y PRÁCTICAMENTE TODA LA PARTE CENTRAL DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA, YA QUE REPRESENTA EL PUNTO MÁS CERCANO SOBRE LA COSTA DEL PACÍFICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE ESA ZONA INDUSTRIAL CON LOS MERCADOS DE ORIENTE. ES PALPABLE QUE EN LA ACTUALIDAD SE TIENEN GRANDES EXTENSIONES DEDICADAS A LA AGRICULTURA -TRESCIENTAS MIL HECTÁREAS APROXIMADAMENTE- DICHAS ZONAS PERTENECEN AL VALLE DEL RÍO FUERTE Y AL VALLE DEL RÍO MAYO, DONDE EXISTE UNA VASTA EXTENSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

CON LA TERMINACIÓN DEL FERROCARRIL CHIHUAHUA-PACÍFICO, CUYA TERMINAL ES EL MUELLE DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO, SURGE LA NECESIDAD DE QUE DICHO PUERTO EMPIEZE A FUNCIONAR DEBIDAMENTE Y LÓGICO ES PENSAR QUE LA CARGA QUE ESTE FERRO-



REPUBLICA MEXICANA

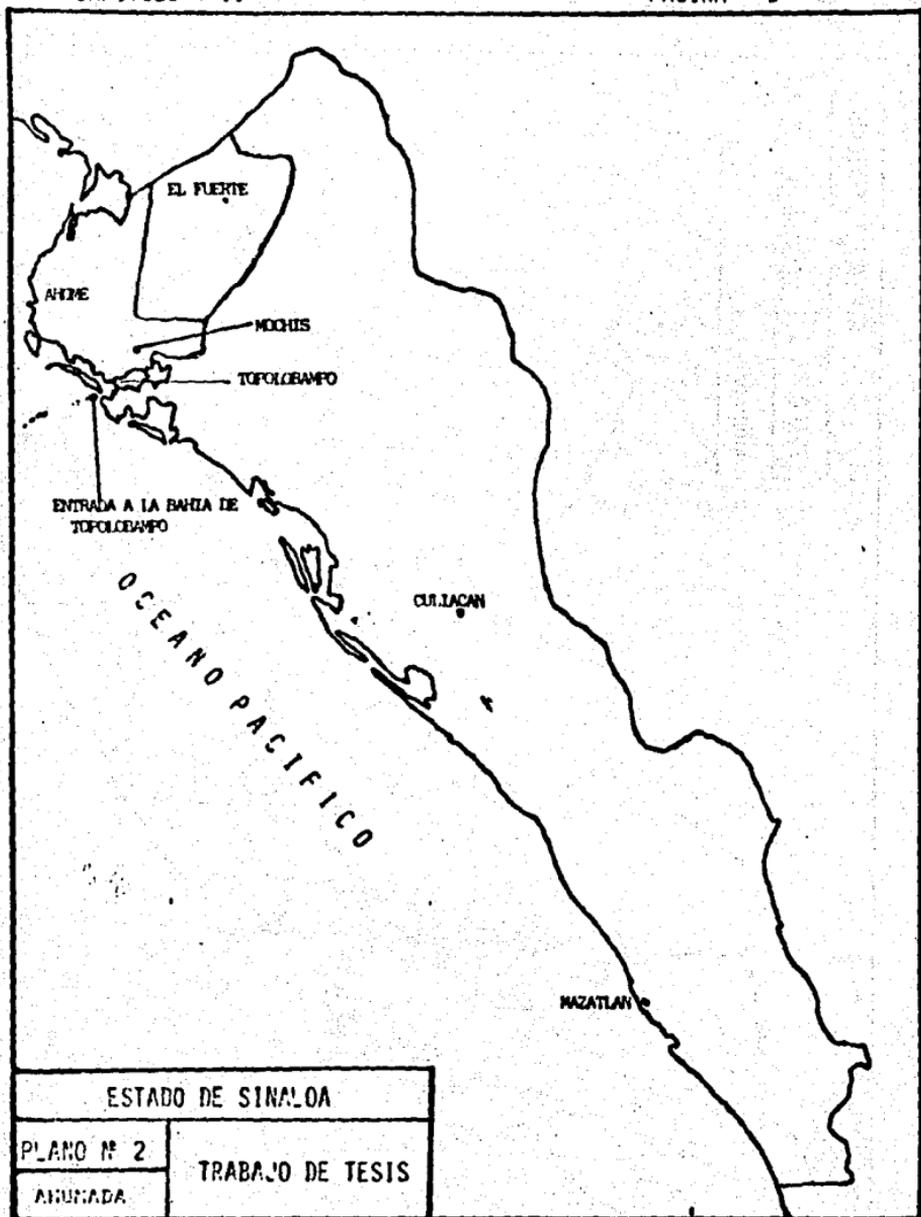
PLANO N° 1

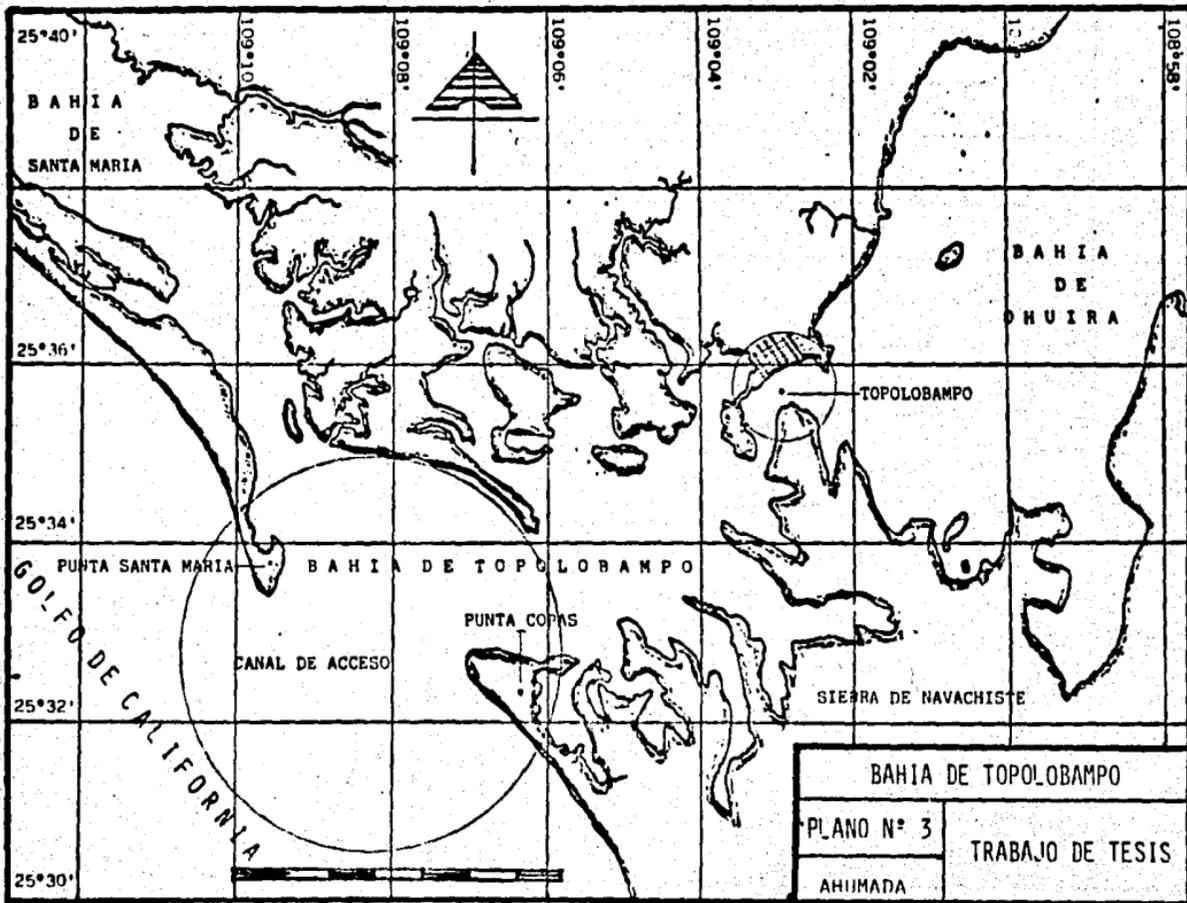
TRABAJO DE TESIS

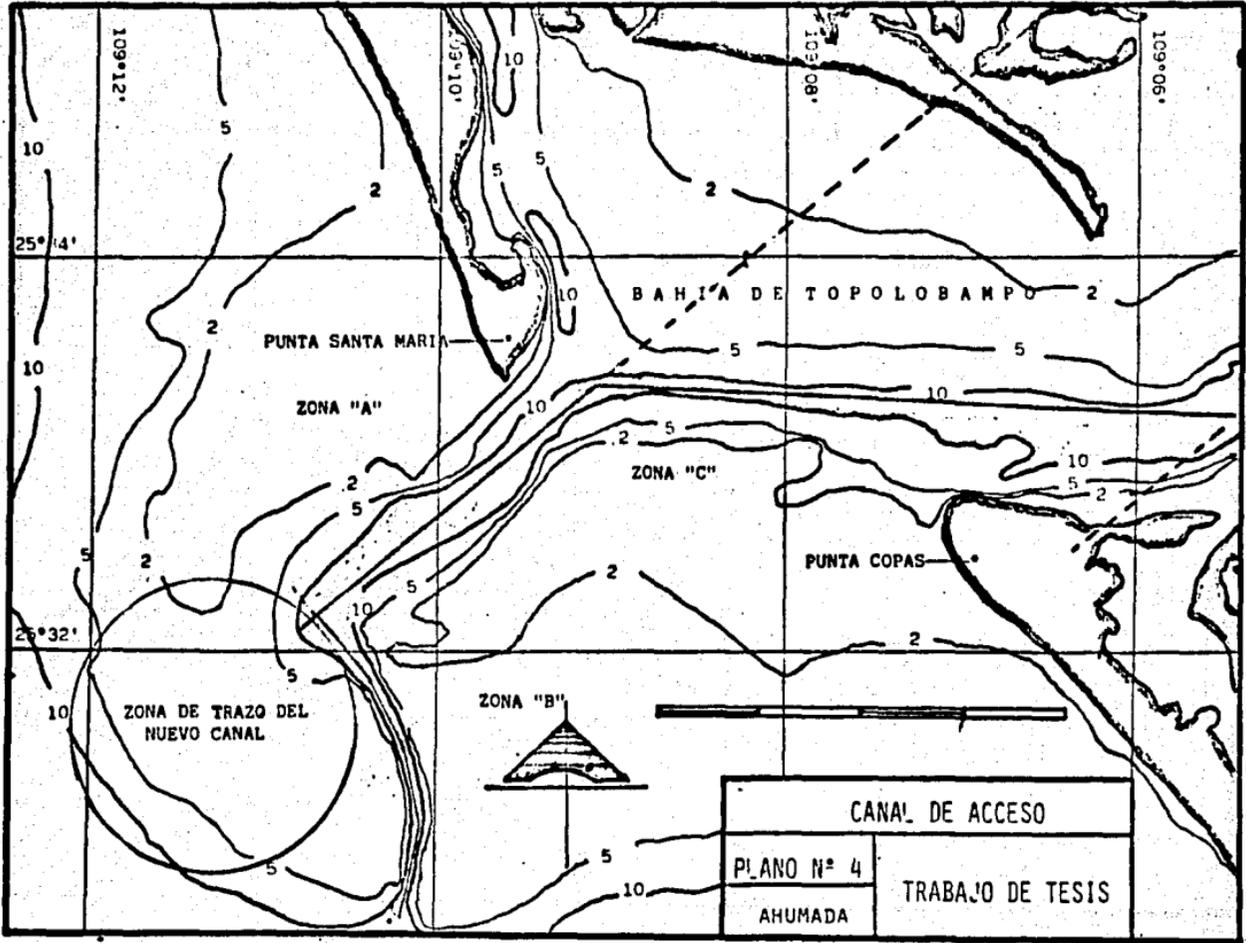
AHUMADA

CAPITULO 11

PAGINA 8

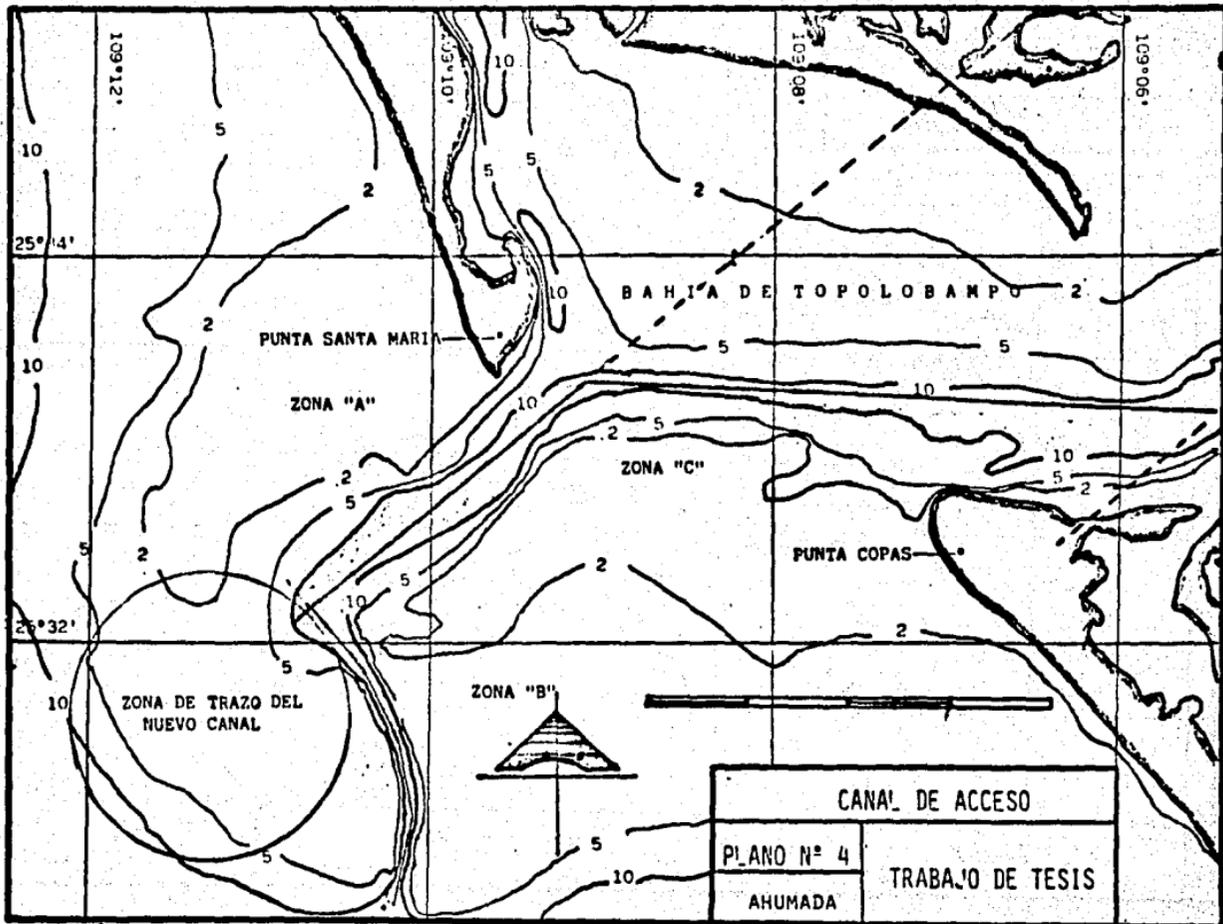






CANAL DE ACCESO

CANAL DE ACCESO	
PLANO N° 4	TRABAJO DE TESIS
AHUMADA	



CANAL DE ACCESO

CARRIL LLEVA, DEBERÁ TENER SALIDA POR EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO. LO ANTERIOR ORIGINA LA NECESIDAD IMPERIOSA DE QUE SE PROCEDA AL ESTUDIO RACIONAL, PLANEACIÓN INTEGRAL Y CONSTRUCCIÓN DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO, EN ETAPAS ACORDES CON LAS NECESIDADES QUE SE PRESENTEN.

EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO -VER PLANO 3- UBICADO AL FONDO DE LA BAHÍA DEL MISMO NOMBRE, QUE JUNTO CON LA BAHÍA DE OHUIRA, BAHÍA DE SANTA MARÍA Y BAHÍA DE LECHUGUILLA, FORMAN LA ANTIGUA DESEMBOCADURA DEL RÍO FUERTE; SE ENCUENTRA PROTEGIDO, POR LA SIERRA DE NAVACHISTE Y LOS AFLORAMIENTOS ÍGNEOS QUE SE PRESENTAN EN LA ZONA, CONTRA LOS VIENTOS Y CICLONES; LO QUE HIZO QUE DESDE FINES DEL SIGLO PASADO SE APRECIARAN SUS CONDICIONES NATURALES.

EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO TUVO FUNCIONES BASICAMENTE PESQUERAS Y DE ABASTECIMIENTO A LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA POR UNA PEQUEÑA LÍNEA DE CABOTAJE, PARA LO CUAL SE CONTABA CON LAS INSTALACIONES DE LA PESQUERA DE TOPOLOBAMPO Y EL MUELLE FISCAL QUE PERMITIÓ OPERACIONES DE EMBARCACIONES DE SEIS METROS DE CALADO, ADICIONALMENTE Y CON FINES DE EXPORTACIÓN, EXISTÍA EL COMERCIO EN EL PUERTO, QUE UTILIZABA UN PEQUEÑO MUELLE CONSTRUIDO POR PETRÓLEOS MEXICANOS.

LO ANTERIOR HIZO QUE PRÁCTICAMENTE HASTA EL AÑO DE 1970 EL MOVIMIENTO DEL PUERTO FUERA DE 78,179 TONELADAS DE ARTÍCULOS DIVERSOS, PRESENTÁNDOSE Á PARTIR DE ESA FECHA Y POR LA PUESTA EN OPERACIÓN DEL TRANSBORDADOR A LA PAZ, UN INCREMENTO CONSIDERABLE EN SU MOVIMIENTO DE TAL MANERA QUE PARA EL

AÑO DE 1981 LA CARGA MOVIDA POR EL PUERTO FUÉ DE 164,472 TONELADAS. ESTO FUÉ POSIBLE, DEBIDO A QUE A PARTIR DE 1962 SE INICIÓ LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL EXPERIMENTAL, INDICADO ANTERIORMENTE.

EL DESARROLLO DE LA ZONA HIZO QUE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD CONSTRUYERA UNA TERMOELÉCTRICA PARA SATISFACER LAS DEMANDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, QUE LAS PLANTAS HIDROELÉCTRICAS NO PODÍAN DAR EN ÉPOCAS DE ESCASEZ DE AGUA, LO QUE ORIGINÓ LA NECESIDAD DE UN ABASTECIMIENTO MARÍTIMO DE COMBUSTÓLEO PARA DICHA PLANTA, YA QUE LOS COSTOS TERRESTRES DESDE GUAYMAS, SON., IMPLICABAN UNA EROGACIÓN CONSIDERABLE, LO QUE LLEVO A PETRÓLEOS MEXICANOS A MEJORAR LAS CONDICIONES DEL ACCESO DEL CANAL EXPERIMENTAL, PARA REALIZAR SUS MOVIMIENTOS Y HACER POSIBLE EL TRÁFICO MARÍTIMO POR TOPOLOBAMPO.

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES CONSTRUYÓ LA TERMINAL PARA EL TRANSBORDADOR Y CEMENTOS DEL PACÍFICO UNA INSTALACIÓN PARA EL MANEJO DE SUS PRODUCTOS HACIA BAJA CALIFORNIA.

PRODUCTOS PESQUEROS MEXICANOS, INSTALÓ UNA DE LAS PLANTAS DE PROCESO MÁS GRANDES DEL PAÍS, QUE PUEDE ATENDER EMBARCACIONES SARDINERAS Y ATUNERAS, Y SE TIENE PENSADO LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA CONGELADORA EN EL CERRO DE LAS GALLINAS, Y PROBABLEMENTE TAMBIEN SE CONSTRUYA UN ASTILLERO EN EL MISMO LUGAR.

POSTERIORMENTE, ANTE LOS REQUERIMIENTOS DEL DESARROLLO DE LA ZONA, PETRÓLEOS MEXICANOS CONSTRUYÓ UN MUELLE

PARA EMBARCACIONES DE HASTA 43,700 TONELADAS -PERO EXISTEN RESTRICCIONES, YA QUE EL MUELLE TIENE ESA CAPACIDAD, PERO EL CANAL DE ACCESO NO, Y POR SU CALADO LOS BUQUE-TANQUES QUE LLEGAN DEBEN IR AL 50 % DE SU CAPACIDAD- PUESTO RECIEN- TEMENTE EN OPERACIÓN PARA ABASTECER SU TERMINAL DE AMONÍACO Y GAS LICUADO, CUYOS MOVIMIENTOS ACTUALES SON DE 20,000 BARRILES DIARIOS Y ADEMÁS SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE DERIVADOS DE TODO EL VALLE DEL FUERTE Y SU ZONA DE INFLUEN- CIA HASTA CULIACÁN, PARA LO CUAL SE CONSTRUYÓ UN OLEODUCTO DESDE TOPOLOBAMPO HASTA CULIACÁN, YA QUE LAS NECESIDADES AC- TUALES SON DE 25,000 BARRILES DIARIOS, LO CUAL REPRESENTA UN MOVIMIENTO DE APROXIMADAMENTE 2'027,778 TONELADAS AL AÑO -U- NA TONELADA ES APROXIMADAMENTE ENTRE 7.3 Y 8.9 BARRILES- DE PRODUCTOS PETROLEROS Y DERIVADOS,

ES POR ESTO QUE SE DEBEN TOMAR EN CUENTA, ESTAS BRE- VES Y GENERALES CONSIDERACIONES PARA MAYOR CONOCIMIENTO A LA POSIBLE SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE ACCESO MARÍTIMO AL MENCIONA- DO PUERTO,

PARA TAL EFECTO, PREVIAMENTE SE RECURRIÓ A LA RECO- PILACIÓN DE DATOS Y ANTECEDENTES DISPONIBLES QUE A MANERA DE INFORMES, MEMORIAS, PLANOS TOPOHIDROGRÁFICOS -BATIMÉTRICOS- ETC., Y MEDIANTE SU ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN, DIERON IDEA SOBRE EL PROBLEMA. ASÍ MISMO SE LLEVA A CABO EL ESTUDIO DES- DE EL ASPECTO FÍSICO QUE A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE Y EL CUAL NOS MUESTRA UNA PANORAMICA DEL PROBLEMA EN LAS CONDICIO- NES ACTUALES,

II: 2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

EL PRINCIPAL PROBLEMA QUE SE PRESENTA EN EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO PARA QUE OPERE, ES SU ACCESO MARÍTIMO, YA QUE SIENDO UN PUERTO LAGUNARIO, SITUADO EN LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO Y EN EL EXTERIOR DE LA OHUIRA, LAS AGUAS DE ESTAS, TIENEN UNA SALIDA DONDE SE PRESENTA UN COMPLICADO PROBLEMA DE BARRA. ESTA BARRA ES CONSECUENCIA DE LAS CORRIENTES GENERALES POR LAS MAREAS EN LAS LLENANTES Y VACIANTES DE LAS BAHÍAS DE TOPOLOBAMPO Y OHUIRA, ESTERO DE LECHUGUILLA Y EL OLEAJE INSISTENTE DE LA COSTA.

DE LA PUNTA DE SANTA MARÍA SALE UNA LENGUA DE ARENA CON DIRECCIÓN NORESTE-SUROESTE, CON PROFUNDIDADES DE UN METRO Y UNA LONGITUD DE DOS Y MEDIO KILÓMETROS, QUE SE DETERMINA EN EL PLANO NUMERO CUATRO COMO ZONA A Y SE PROLONGA EN UNA SERIE DE BAJOS CASI CON LA MISMA PROFUNDIDAD, HASTA UNA DISTANCIA DE APROXIMADAMENTE CUATRO KILÓMETROS, PARA CAMBIAR DE DIRECCIÓN AL NOROESTE-SURESTE Y PROLONGARSE ÉSTA, TRES KILÓMETROS LLEGANDO A TRES METROS DE PROFUNDIDAD EN SU EXTREMO -ZONA B- CON TENDENCIA A FORMAR UN SEMICÍRCULO POR LA PARTE EXTERIOR -LADO DEL MAR-.

DE PUNTA COPAS EMERGEN TAMBIÉN UNA SERIE DE BAJOS -ZONA C- EN DIRECCIÓN ESTE-OESTE Y CON UNA LONGITUD DE APROXIMADAMENTE CUATRO KILÓMETROS FORMANDO ÉSTOS, CON LA PUNTA DE SANTA MARÍA, LA SALIDA DE LAS AGUAS DE LOS ESTEROS CON UN ANCHO DE BOCA DE 800 METROS APROXIMADAMENTE, LO CUAL DA LUGAR A VELOCIDADES DE VACIANTES DE 1.5 METROS POR SEGUNDO.

CREANDO PROFUNDIDADES EN DICHA ZONA DE 17 METROS PARA IR DISMINUYENDO A MEDIDA QUE ESTAS AGUAS VAN PERDIENDO VELOCIDAD POR SU ENCAUZAMIENTO.

CON OBJETO DE LLEGAR AL MAYOR CONOCIMIENTO DE ESTE PROCESO, DE FORMACIÓN DE LA BARRA, SERÁ NECESARIO ANALIZAR DETALLADAMENTE CADA UNA DE LAS COMPONENTES, SEMEJANDOLAS CON UNA SERIE DE FUERZAS QUE ACTÚAN DINÁMICAMENTE EN DISTINTAS ZONAS. POR CONSIGUIENTE, SE TOMA EL CANAL PRINCIPAL COMO LA FUERZA QUE REPRESENTA LA SALIDA DE LAS AGUAS DE LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO Y LA DE OHUIRA QUE AL COMPONERSE CON LA FUERZA REPRESENTATIVA DEL ESTERO DE LECHUGUILLA, DAN COMO RESULTADO LA SALIDA DE AMBOS ESTEROS POR LA BOCA DEL PUERTO EN DIRECCIÓN SUROESTE Y CAMBIANDO A LOS TRES KILÓMETROS APROXIMADAMENTE A DIRECCIÓN NOROESTE-SURESTE.

TOMANDO EN CUENTA QUE EL OLEAJE REINANTE TIENE DIRECCIÓN NOROESTE Y QUE TRAE ACARREOS LITORALES A LO LARGO DE LAS PLAYAS ARENOSAS, PROVENIENTES DEL NORTE Y QUE FORMAN UNA SERIE DE BARRAS EN EL LITORAL ORIENTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, AL LLEGAR A LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO, TRATAN ASÍ MISMO DE CERRAR LA BOCA DE LA MENCIONADA BAHÍA.

LAS ARENAS DE ESTE ACARREO LITORAL SUFREN UNA MODIFICACIÓN EN SU ACOMODAMIENTO O RECORRIDO, DEBIDO A LA FUERZA CON LA QUE SALEN LAS AGUAS DE LA BAHÍA PRODUCIÉNDOSE UNA SERIE DE BAJOS QUE ACTÚAN COMO ROMPEOLAS SUMERGIDOS QUE AYUDAN EN PARTE A ENCAUZAR LAS AGUAS DEL ESTERO. EN LA ZONA A DEL PLANO NUMERO CUATRO, EL TRANSPORTE DE ARENAS PROVENIEN-

TES DEL NORTE, SE ACUMULAN HASTA LLEGAR A LA BATIMÉTRICA DE UN METRO POR LO QUE SALTAN LAS ARENAS AL NO PERMITIR EL OLEAJE UN MAYOR DEPÓSITO POR ARRIBA DE ESA BATIMÉTRICA; ESTAS ARENAS UNA VEZ QUE PASAN DICHA ZONA, SON TRANSPORTADAS POR LAS CORRIENTES DE VACIANTE DE LA BAHÍA A TODO LO LARGO DE LA ZONA A, DEPOSITANDOSE INTERIORMENTE EN LA ZONA B, CONFORME LA CORRIENTE DEL ESTERO VA PERDIENDO VELOCIDAD. POR OTRO LADO, LOS BAJOS FORMADOS EN LA ZONA B POR SU PARTE EXTERIOR SUFREN ASÍ MISMO UN PEQUEÑO ABASTECIMIENTO DE ARENAS, COMO CONSECUENCIA DEL OLEAJE QUE ACTÚA EN ESA ZONA Y QUE TRANSPORTA TENDIENDO A PROLONGAR LA BARRA, EL MATERIAL ARENOSO DE ESTE TRANSPORTE LLEGA A LA ZONA C DONDE SE DEPOSITA.

CUANDO EXISTE OLEAJE DEL SUROESTE SE TRANSPORTA MATERIAL ENTRE PUNTA COPAS Y EL BAJO DEL HERVIDERO -ZONA C- Y AL SUROESTE DE ESTE PLANO, PARA DEPOSITARSE EN EL CANAL PRINCIPAL; EN LA ZONA A EL MATERIAL ES TRANSPORTADO A LA PUNTA DE SANTA MARÍA DONDE POSIBLEMENTE SE DEPOSITA ENSANCHANDO ESTA LENGUA DE ARENA Y UNA MÍNIMA PARTE DE ÉL, POR EL EXTREMO DE ESTA ZONA SALTA AL CANAL.

EN LA ZONA B AL ATACAR EL OLEAJE PARALELO A LA BARRA, PUEDE ÉSTA QUEDAR EN EQUILIBRIO DINÁMICO O BRINCAR EL MATERIAL POR ARRIBA DE LA MISMA, DEPOSITANDOSE EN SU INTERIOR; SE PUEDE OBSERVAR UNA LIGERA TENDENCIA DE AZOLVAR LA BOCA DEL PUERTO PARA ESTA DIRECCIÓN DE OLEAJE, PERO DEBIDO A LAS FUERTES CORRIENTES DE MAREAS DE REFLUJO PRINCIPALMENTE, LAS QUE ACTUANDO COMO YA SE HA DESCRITO AYUDAN AL CRECIMIENTO DE LA

BARRA IMPIDIENDO QUE SE CIERRE.

EN EL CASO DE QUE LA BARRA TUVIESE UN ACARREO IMPORTANTE DE ARENAS POR SU PARTE EXTERIOR, EL OLEAJE SUROESTE HUBIERA CERRADO EL CANAL ACTUAL UNIÉNDOSE LA BARRA CON EL BAJO DEL HERVIDERO, LO CUAL NO HA SUCEDIDO TODAVÍA COMPROBÁNDOSE EN ESTA FORMA QUE LOS APORTES PRINCIPALES SON POR ARRIBA DE LOS BAJOS EN LA PROLONGACIÓN DE LA PUNTA DE SANTA MARÍA Y EL ARRASTRE DE ESTE MATERIAL POR CORRIENTE DE LLENANTES Y VACIANTES DE LA BAHÍA.

LA CUANTIFICACIÓN APROXIMADA DEL MATERIAL DEPOSITADO A LO LARGO DE LA BARRA, O SEA EL VOLÚMEN TOTAL DE AZOLVE ES DE 36 MILLONES DE METROS CÚBICOS A LO LARGO DE 10 KILÓMETROS APROXIMADAMENTE DE LONGITUD DE BARRA Y PARA UN PERÍODO DE DOS AÑOS. ESTE VOLÚMEN APARENTEMENTE ALARMANTE SE HA DEPOSITADO AL NORTE Y SUR DE LA BARRA, EL CUAL ACTÚA COMO ESPIGÓN SUMERGIDO EVITANDO EL AZOLVE EN EL INTERIOR DEL CANAL.

III ESTUDIOS PREVIOS AL PROYECTO

ESTUDIOS PREVIOS AL PROYECTO

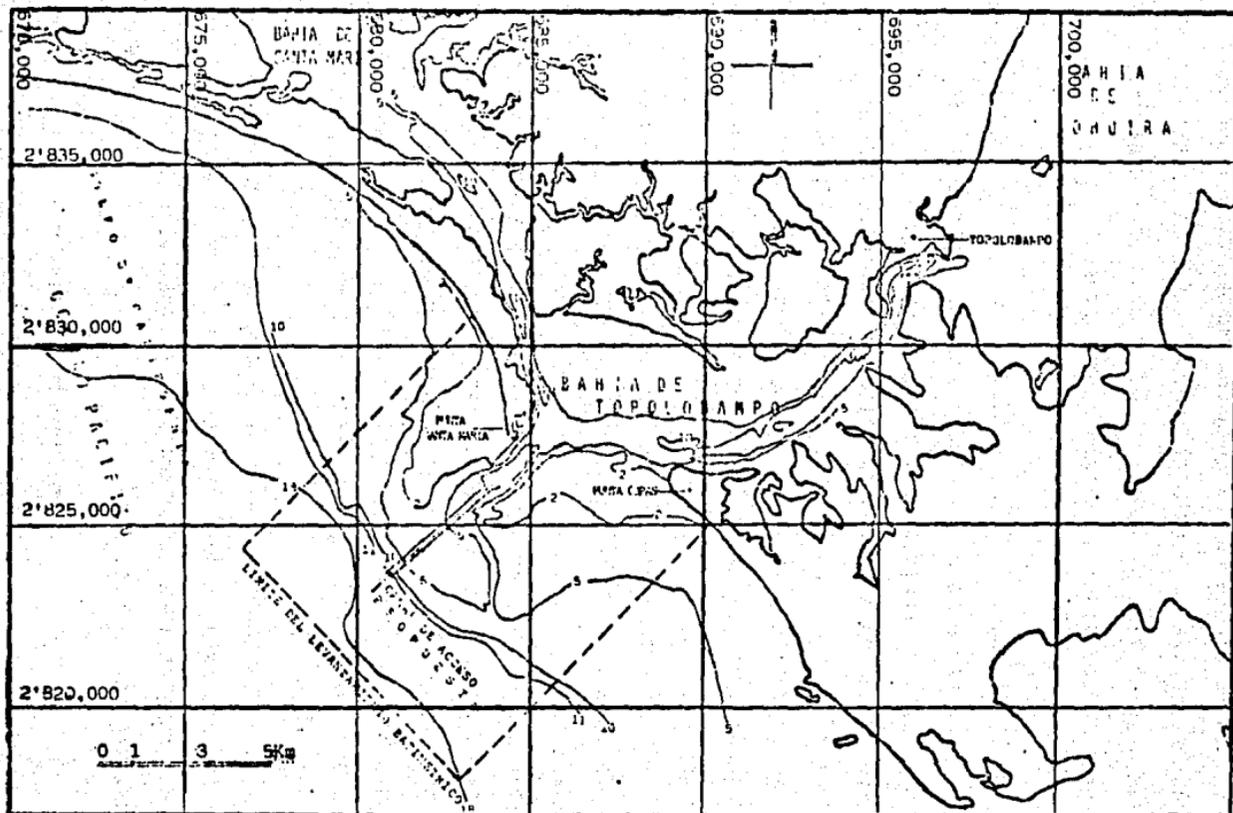
CON EL FIN DE COMPLEMENTAR LA INFORMACIÓN REQUERIDA, PARA PROYECTAR LA RECTIFICACIÓN DEL CANAL DE ACCESO A LA TERMINAL MARÍTIMA DE TOPOLOBAMPO, SE CONSIDERA NECESARIO REALIZAR LOS SIGUIENTES TRABAJOS DE CAMPO.

III: 1 LEVANTAMIENTO BATIMETRICO.

PARA ESTABLECER LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA BARRA, QUE PERMITAN DEFINIR EL TRAZO Y EL VOLÚMEN DEL MATERIAL POR DRAGAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE ACCESO, SE REQUIRIÓ DE UN LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO GENERAL DE LA ZONA DE LA BARRA QUE SE ESTIMA QUEDÓ COMPRENDIDO EN UN RECTÁNGULO DE NUEVE KILÓMETROS DE ANCHO POR DIEZ KILÓMETROS DE LARGO APROXIMADAMENTE.

EL LEVANTAMIENTO SE REALIZÓ -VER PLANO 5- CON UNA DRAGA DE TOLVA, QUE ACTUALMENTE ESTÁ OPERANDO EN EL CANAL DE NAVEGACIÓN EXISTENTE, LA CUAL CUENTA CON PERSONAL TÉCNICO ALTAMENTE CALIFICADO Y GRAN DIVERSIDAD DE EQUIPO ESPECIALIZADO, ENTRE OTROS CON UN EQUIPO DE POSICIONAMIENTO DINÁMICO TOTALMENTE AUTOMATIZADO, CON RANGOS DE ALCANCE DE CUARENTA MILLAS NÁUTICAS, ACOPLADO A ECOSONDAS HIDROGRÁFICOS DE PRECISIÓN, PARA OBTENER PERFILES CONTINUOS DEL RELIEVE DEL FONDO MARINO.

LOS SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO AUTOMATIZADOS, NOS PERMITEN PROGRAMAR LA OBTENCIÓN DE LOS PERFILES DEL FONDO DEL MAR PARA EFECTUAR LEVANTAMIENTOS BATIMÉTRICOS CON PRECISIÓN, RAPIDEZ Y EFICIENCIA.



LEVANTAMIENTO BATIMETRICO (BASES DE DISEÑO)

PLANO N° 5

TRABAJO DE TESTIS

AHUMADA

LA INFORMACIÓN -DE DISTANCIA Y PROFUNDIDAD- SE VA GRAVANDO EN CASSETTES DE CINTA MAGNÉTICA CONFORME SE VA OBTENIENDO, PARA POSTERIORMENTE PROCESARLA, HACIENDOSE LAS CORRECCIONES POR MAREA.

FINALMENTE MEDIANTE UNA MÁQUINA GRAFICADORA, AUTOMÁTICAMENTE NOS REPRESENTA EN PLANTA Y EN PERFIL LA INFORMACIÓN IMPRIMIENDO EN UN PLANO DE COORDENADA X-Y -EN LA ESCALA EN QUE LA DESEAMOS NOS SEA REPRESENTADA- LOS NÚMEROS DE LAS PROFUNDIDADES EN EL PUNTO EXACTO EN QUE FUERON OBTENIDOS, Y ASÍ PROCEDER A DIBUJAR LAS CURVAS DE NIVEL.

LA ECOSONDA SIRVE PARA MEDIR LA PROFUNDIDAD DEL AGUA EN CUALQUIER LUGAR, DONDE SE TENGA QUE REPRESENTAR EN UN PLANO LA LÍNEA DE COSTA O EL RELIEVE DEL FONDO DEL MAR.

ESTE INSTRUMENTO LANZA ONDAS SONORAS AL LECHO DEL MAR Y CUENTA EL TIEMPO QUE TARDA EL ECO DE ESAS ONDAS EN REGRESAR AL BUQUE, LA PROFUNDIDAD DEL AGUA SE CONOCE ASI FACILMENTE, YA QUE SABEMOS QUE EL SONIDO SE PROPAGA EN EL AGUA A RAZÓN DE 1,600 METROS POR SEGUNDO.

ANTES DE QUE SE INVENTARA LA ECOSONDA, SE MEDÍA LA PROFUNDIDAD DEL MAR POR MEDIO DE LAS SONDAS DE CUERDA, QUE AÚN ESTÁN EN USO, ESTA CLASE DE SONDA TIENE NUDOS O SEÑALES DE TRAMO A TRAMO -UN METRO POR LO REGULAR- Y UN PLOMO ATADO AL EXTREMO, LA PROFUNDIDAD SE MIDE POR LA LONGITUD DE CUERDA QUE SE ECHA AL MAR HASTA DAR CON EL FONDO, ADEMÁS, MEDIANTE DOS BRIGADAS TOPOHIDROGRÁFICAS Y EL EQUIPO BÁSICO PARA LA ELABORACIÓN DE UN LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO.

EN BASE AL ÁREA O ZONA PARA EFECTUAR EL RECONOCIMIENTO, ERA ESENCIAL LIGAR A UN PUNTO GEOGRÁFICO U ORTOGONAL AL ÁREA QUE SE PRETENDÍA RECONOCER, Y POR MEDIO DE TRIANGULACIONES -QUE PROPORCIONABAN LOS TEODOLITOS- SE ELABORABA EL PERFIL DEL FONDO DEL MAR.

EL LEVANTAMIENTO SE BASA EN LOS PUNTOS FIJOS DEFINIDOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS MARÍTIMAS DE LA SECRETARÍA DE MARINA -ACTUALMENTE DEPENDIENTE DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES- LOS CUALES HAN SIDO UTILIZADOS PARA TODOS LOS LEVANTAMIENTOS BATIMÉTRICOS QUE SE HAN REALIZADO EN LA ZONA Y QUE ESTÁN REFERIDOS AL SISTEMA DE COORDENADAS DE DETENAL, Y AL SISTEMA DE COORDENADAS DE PETRÓLEOS MEXICANOS, PRINCIPALMENTE.

DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS BATIMÉTRICOS SE HICIERON MEDICIONES DE MAREAS, A FIN DE PODER CORRELACIONAR LOS NIVELES DEL SONDEO CON LOS NIVELES DE BAJA MAR MEDIA INFERIOR -NBMMI- A LOS CUALES QUEDO REFERIDO EL TRABAJO.

EN LOS PLANOS PROPORCIONADOS POR LA RESIDENCIA SE MUESTRAN LAS POSICIONES SUCESIVAS DE LAS CURVAS BATIMÉTRICAS MENOS DIEZ, MENOS CINCO Y MENOS TRES. LA CURVA DIEZ EN LA ZONA A, HA TENIDO UN AVANCE DE 500 METROS MAR ADENTRO Y COMO SE PUEDE APRECIAR, POR LA POSICIÓN DE LA CURVA DEL CANAL DE ACCESO ACTUAL, SÍ ES FACTIBLE QUE PUEDA CONSERVARSE EL CANAL DE NUEVO DISEÑO FACILMENTE, SIN GRANDES DRAGADOS DE MANTENIMIENTO, YA QUE EXISTE UNA TENDENCIA NATURAL A QUE UN ACCESO QUE CONTINÚE LA DIRECCIÓN DEL CANAL PRINCIPAL

NE45°SW SE MANTENDRÍA PRACTICAMENTE SOLO, LO CUAL, REDUNDARÍA EN UNA MEJOR OPERACIÓN DE LA TERMINAL DE PETRÓLEOS MEXICANOS, POR LA FACILIDAD DE LAS MANIOBRAS DE LOS BUQUETANQUES, Y LOS AHORROS DE ESTADÍA DE OTRAS ÉMBARCACIONES, YA QUE ACTUALMENTE SOLO PUEDE ENTRAR UN BUQUE A LA VEZ.

III: 2 MEDICION DE CORRIENTES EN LA BARRA.

INFLUYEN DE MANERA NOTABLE LAS CORRIENTES MARINAS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA BARRA EN LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO. EXISTEN EN GENERAL TRES TIPOS DE CORRIENTES MARINAS: LAS SUPERFICIALES, DEBIDAS A LOS VIENTOS QUE ACTÚAN SOBRE LA SUPERFICIE DEL AGUA DEL MAR; LAS LLAMADAS DE CONVERSIÓN TERMOHALINA, EN QUE EL AGUA SE SUMERGE HASTA QUE ALCANZA UNA CAPA DE DENSIDAD IGUAL A LA SUYA Y ENTONCES SE DESPLAZA HORIZONTALMENTE, PERO NO SON TEMA DE INTERES PARA ESTE TRABAJO; Y EL TERCER TIPO DE CORRIENTE, COMO EN EL CASO DE TOPOLOBAMPO, POR EL CAMBIO DE MAREAS, YA QUE INTERVIENEN GRANDES VOLÚMENES DE AGUA POR UN PASO MUY ESTRECHO, EN LA PLEAMAR EL AGUA ENTRA DEL OCEANO Y EN LA BAJAMAR TODO EL ESPEJO DE AGUA DE LAS BAHÍAS TRATA DE SALIR EN POCO TIEMPO, COMO SE REDUCE EL ÁREA, Y EL GASTO ES EL MISMO, LA VELOCIDAD AUMENTA CONSIDERABLEMENTE.

SE MIDIERON CORRIENTES SIMULTÁNEAS DURANTE EL CICLO DE MAREAS, EN DOS PERÍODOS CORRESPONDIENTES A MAREAS VIVAS Y MAREAS MUERTAS, EN CUATRO SITIOS DISTRIBUIDOS EN: EL EJE DEL CANAL PROPUESTO, EL CANAL ACTUAL, ZONA DE BAJOS DE

SANTA MARÍA Y ZONA DE BAJOS DEL HERVIDERO.

AL MISMO TIEMPO SE MIDIERON MAREAS FRENTE AL CANAL DE LECHUGILLA, AL CANAL DE TOPOLOBAMPO Y AL CANAL PRINCIPAL PARA PODER RELACIONAR LAS CORRIENTES CON LOS NIVELES, Y POSTERIORMENTE, CON TODA LA INFORMACIÓN DE VARIACIONES DE NIVELES DE LA BAHÍA CON QUE SE CUENTA.

LOS RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACIÓN Y DEPENDIENDO DEL CICLO DE LAS MAREAS, SE VIÓ QUE LAS VELOCIDADES FLUCTÚAN DE ENTRE 0.80 METROS POR SEGUNDO HASTA 1.50 METROS POR SEGUNDO.

PARA LAS BASES DE DISEÑO VAMOS A CONSIDERAR DESDE LUEGO, LA VELOCIDAD QUE PUEDE AFECTAR MAS, Y ESTA ES LA DE 1.50 METROS POR SEGUNDO, CON ESTO VAMOS A TENER UN RANGO DE SEGURIDAD BASTANTE ACEPTABLE.

III: 3 TOMA DE MUESTRAS A LO LARGO DEL CANAL PROPUESTO.

EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO ESTÁ EN LA PLANICIE COSTERA DEL ESTADO DE SINALOA, EN UNA ZONA DE DEPOSITOS DELTAICOS DEL RÍO FUERTE, CONSTITUIDA POR GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS DEL CUATERNARIO, EN LA CUAL SE PRESENTAN AFLORAMIENTOS ÍGNEOS QUE DAN LUGAR A LA SIERRA DE NAVACHISTE AL ESTE, Y AL OESTE LOS CERROS DE BAVIRI, LA CHATA, CALVARIO Y LA SIENA QUE FORMAN PRACTICAMENTE LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO.

LOS SUELOS SE CARACTERIZAN CONSECUENTEMENTE POR SER DE DOS TIPOS: LOS FORMADOS POR LOS SEDIMENTOS FINOS PRINCIPALMENTE LIMOS Y ARCILLAS LOCALIZADOS EN LOS ESTEROS Y MA-

RISMAS, Y LOS MÁS RECIENTES SEDIMENTOS DE TIPO MARINO A LO LARGO DE LA COSTA, FORMADOS POR ARENAS DE DIÁMETRO MEDIO A FINO.

DE ACUERDO POR LOS SONDEOS GEOLÓGICOS REALIZADOS, LA BARRA ESTÁ CONSTITUIDA POR ESTE ÚLTIMO TIPO DE SEDIMENTOS CON DIÁMETRO MEDIO DE 0.22 MILÍMETROS. LO CUAL NOS LLEVARÁ A DETERMINAR CUAL ES EL TIPO DE DRAGA MÁS ACEPTABLE PARA REALIZAR EL TRABAJO. AUNQUE TAMBIÉN SE DEBEN TOMAR EN CUENTA OTRAS CONSIDERACIONES, COMO SE VERÁ MAS ADELANTE EN EL CAPITULO IV.

III: 4 ANALISIS DE MAREAS.

UNA DE LAS FUERZAS MÁS PODEROSAS E IMPLACABLES DE LA NATURALEZA ES EL DE LAS MAREAS, AL SUBIR Y BAJAR DOS VECES AL DÍA, A LOS GIGANTESCOS MARES EN TODAS PARTES DEL MUNDO.

ES FACIL OBSERVAR QUE LA MAREA TARDA APROXIMADAMENTE SEIS HORAS Y MEDIA EN ELEVARSE O BAJAR; POR LO TANTO, UN SENCILLO CÁLCULO DEMOSTRARÁ QUE LAS MAREAS LLEGAN VISIBLEMENTE MÁS TARDE CADA DÍA Y QUE HABRÁ DOS VECES PLEAMAR Y OTRAS DOS BAJAMAR CADA 26 HORAS, SALVO EN ALGUNOS LUGARES DONDE POR DIVERSAS RAZONES LAS MAREAS SON IRREGULARES. ESTE SIMPLE CUADRO DE LAS MAREAS SE VE MODIFICADO A MENUDO POR LA FORMA DE LA COSTA Y LA PROFUNDIDAD DE LAS DISTINTAS PARTES DEL MAR.

SIGLOS ANTES DE LA ERA CRISTIANA SE HABÍA DESCU-

BIERTO QUE LA LUNA ERA LA CAUSA DE LAS MAREAS, PERO NADIE PODÍA IMAGINARSE CÓMO SE EFECTUABA EL FENÓMENO. EN REALIDAD EL MISTERIO QUEDÓ EXPLICADO HACE MENOS DE TRESCIENTOS AÑOS, CUANDO ISAAC NEWTON DESCUBRIÓ LAS LEYES MATEMÁTICAS QUE RIGEN LOS EFECTOS DE LA ENORME FUERZA LLAMADA DE GRAVEDAD, CON QUE LOS CUERPOS SELESTES SE ATRAEN MUTUAMENTE A TRAVÉS DE MILES DE KILÓMETROS DEL ESPACIO.

LA LUNA, EJERCE CONSTANTE ATRACCIÓN SOBRE LA TIERRA, ASÍ COMO LA TIERRA ATRAJE SIN CESAR A LA LUNA, A CONSECUENCIA DE ESTO, SIEMPRE QUE LA TIERRA VUELVE LA PARTE ACUOSA DE SU SUPERFICIE HACIA LA LUNA, LA ATRACCIÓN DE ÉSTA TIENDE A CONCENTRAR EL AGUA DE LOS MARES. Y COMO LA TIERRA GIRA HACIA EL ESTE BAJO LA LUNA, EL AGUA ASÍ REUNIDA VIAJA AL OESTE, SIGUIENDO A LA LUNA, COMO UNA GRAN OLA, SE LE LLAMA MAREA DIRECTA, Y ES LA MÁS PRÓXIMA A LA LUNA.

POR QUE SIEMPRE HAY DOS GRANDES MAREAS: UNA EN EL LADO DE LA TIERRA QUE MIRA A LA LUNA, LA MAREA DIRECTA, Y LA OTRA EN EL LADO CONTRARIO, QUE RECIBE EL NOMBRE DE MAREA OPUESTA. ESTO SE DEBE A QUE LA ATRACCIÓN LUNAR QUE DETERMINA LA MAREA, DESPLAZA HACIA LA LUNA EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA TIERRA DE MODO QUE LA SUPERFICIE DEL GLOBO OPUESTA AL SATÉLITE, AL SUFRIR MENOS ATRACCIÓN DE LA GRAVEDAD TERRESTRE FORMA UNA MAREA DIAMETRALMENTE OPUESTA A LA LUNAR.

A PRIMERA VISTA, PODRÍA CREERSE QUE SI UN CUERPO RELATIVAMENTE PEQUEÑO COMO LA LUNA PUEDE CAUSAR UNA PER-

TURBACIÓN TAL COMO LAS MAREAS, UNA MASA ENORME COMO LA DEL SOL DEBIERA PROVOCAR UN EFECTO MAYOR AÚN. ES CIERTO QUE EL SOL ES MUCHO MÁS GRANDE QUE LA LUNA, PERO EN CAMBIO SU DISTANCIA DE LA TIERRA ES CUATROCIENTAS VECES MAYOR. ESA DISTANCIA COMPENSA CON CRECES LA ATRACCIÓN QUE EJERCERÍA POR SU TAMAÑO. EN CONSECUENCIA, EL PODER DE LA PEQUEÑA LUNA PARA PRODUCIR LAS MAREAS, ES MÁS DEL DOBLE QUE EL DEL SOL.

EL HECHO DE QUE TAMBIÉN EL SOL PRODUCE EFECTO SOBRE LAS MAREAS LO PRUEBA LA CIRCUNSTANCIA DE QUE, CUANDO EL SOL Y LA LUNA ESTÁN COOLINEALES CON LA TIERRA O EN LADOS OPUESTOS Y PUEDEN SUMAR SUS FUERZAS DE ATRACCIÓN, LAS MAREAS SON SUMAMENTE ALTAS —LO CUAL CORRESPONDE A SUS FASES DE NOVILUNIO Y PLENILUNIO— ESTO SUCEDE DOS VECES POR MES, DURANTE LA LUNA NUEVA Y LA LUNA LLENA, APROXIMADAMENTE, Y ORIGINA LO QUE SE CONOCE COMO MAREAS SEMIMENSUALES O MAREAS VIVAS. EN CAMBIO CUANDO EL SOL Y LUNA ATRAEN LAS AGUAS DE LA TIERRA EN ANGULO RECTO —LO QUE OCURRE EN LAS FACES DE CUARTO CRECIENTE Y CUARTO MENGUANTE— LAS MAREAS SON MUY BAJAS, SE HABLA ENTONCES DE MAREAS MUERTAS.

LA ALTURA DE LAS MAREAS VARÍA CONSIDERABLEMENTE SEGÚN LOS DIVERSOS LUGARES EN QUE AQUELLAS SE VERIFICAN.

EN NUESTROS DÍAS EXISTEN MÁQUINAS QUE EFECTÚAN LOS CÁLCULOS EN FORMA AUTOMÁTICA, LO QUE PERMITE CONOCER DE ANTEMANO LAS MAREAS QUE SE PRODUCIRÁN EN TODOS LOS PUERTOS DEL MUNDO, GRANDES O PEQUEÑOS, CON LO QUE SE FAVORECE MUCHO LA NAVEGACIÓN.

EN CUALQUIER DIQUE, PUERTO O ENSENADA PODEMOS OBSERVAR, QUE EL NIVEL DEL AGUA SUBE Y BAJA DOS VECES AL DÍA.

PODEMOS COMPARAR EL CASO DE LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO, CON EL BORDE DE UN PLATO MEDIO LLENO DE AGUA: SI SE LE AÑADE LÍQUIDO, LA MAREA SUBE, AL ELEVARSE EL NIVEL DEL AGUA AUMENTA LA PARTE DEL BORDE CUBIERTA POR DICHO LÍQUIDO, Y VICEVERSA. DE ESTE MODO PODREMOS COMPRENDER COMO LAS AGUAS AVANZAN Y SE RETIRAN A DISTINTAS VELOCIDADES EN LUGARES DIFERENTES.

SI SE VIERTE UNA CUCHARADA DE AGUA A UN VASO GRANDE DE PAREDES VERTICALES, SÓLO CUBRIREMOS UNA PARTE MUY PEQUEÑA DE DICHAS PAREDES; EN CAMBIO, SI HECHAMOS ESA MISMA CANTIDAD DE LÍQUIDO EN UNA MESA, ES SEGURO QUE CUBRIRÁ UNA BUENA PORCIÓN DE SU SUPERFICIE.

Y ESO ES LO QUE SUCÉDE CON LAS MAREAS. EN UN DIQUE DONDE EL AGUA SE HALLA CONFINADA, POR DECIRLO ASÍ, EN UN RECIPIENTE DE PAREDES VERTICALES, ES PRECISO AÑADIR UNA GRAN CANTIDAD DE LÍQUIDO PARA QUE LA DIFERENCIA DE NIVEL SEA APRECIABLE, Y POR ESO PARECE QUE LA MAREA SUBE MUY DESPACIO. POR EL CONTRARIO EN UNA PLAYA CON DECLIVE MUY SUAVE, EL AUMENTO DEL AGUA DEBIDO A LA ATRACCIÓN DE LA LUNA SE EXTIENDE SOBRE UNA SUPERFICIE MUY AMPLIA, Y DECIMOS ENTONCES QUE LA MAREA CRECE CON RAPIDEZ, COMO EN PARTES DE TOPOLOBAMPO.

EN EL CASO DE TOPOLOBAMPO, LO QUE MÁS NOS AFECTA DE ESTE FENÓMENO, ES EL PASO TAN EXTRECHO QUE EXISTE EN LA ENTRADA DE LA BAHÍA Y EL CANAL DE ACCESO.

LAS MAREAS QUE SE PRESENTAN EN EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO, SON DE TIPO MIXTO. LOS NIVELES SIGNIFICANTES SE MUESTRAN A CONTINUACIÓN Y FUERON DETERMINADOS POR EL INSTITUTO DE GEOFÍSICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO.

PLEAMAR MÁXIMA REGISTRADA	1.759 METROS
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	1.138 METROS
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	1.031 METROS
NIVEL MEDIO DEL MAR	0.610 METROS
NIVEL DE BAJA MAR MEDIA	0.198 METROS
NIVEL DE BAJA MAR MEDIA INFERIOR	0.000 METROS

COMO SE PUEDE APRECIAR TODAS LAS ALTURAS DE LOS DIFERENTES NIVÉLES, ASI COMO LAS ALTURAS Y NIVÉLES A LOS QUE VA A ESTAR REFERIDO EL PRESENTE TRABAJO, SE VAN A BASAR INVARIABLEMENTE A EL NIVEL DE BAJA MAR MEDIA INFERIOR.

III: 5 ANALISIS DE VIENTOS.

RECIBE EL NOMBRE DE ATMÓSFERA LA CAPA GASEOSA QUE ENVUELVE Y RODEA LA TIERRA, HACIENDO POSIBLE LA VIDA EN ELLA, TIENE MARCADA INFLUENCIA EN LOS FENÓMENOS DE NUESTRO PLANETA.

EL ESPESOR DE LA ATMÓSFERA ES MUY DIFÍCIL DE FIJAR PUES A MEDIDA QUE NOS ALEJAMOS DE LA CORTEZA TERRESTRE, LOS GASES QUE LA COMPONEN SE ENRRARECEN HASTA LLEGAR POR

GRADOS INSENSIBLES A LA CARENCIA DE MATERIA QUE SE ADMITE EN LOS ESPACIOS INTERPLANETARIOS.

EN ESTA ATMÓSFERA PODEMOS DISTINGUIR TRES GRANDES DIVISIONES QUE, DE ABAJO PARA ARRIBA SON:

LA TROPOSFERA QUE SE EXTIENDE DESDE EL NIVEL DEL SUELO HASTA LOS ONCE KILÓMETROS, QUE A SU VEZ SE DIVIDE EN DOS ZONAS. LA PRIMERA ZONA VA DESDE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA HASTA LOS 3,000 METROS, EN ELLA SE DESARROLLA LA VIDA, Y ES LA QUE INFLUYE MÁS DIRECTAMENTE EN LA FÍSICA DEL GLOBO, POR SER EN LA QUE SE PRODUCEN PRINCIPALMENTE LAS ALTERACIONES GENERALES QUE ORIGINAN LOS MOVIMIENTOS DE LAS CAPAS INFERIORES, LAS PRECIPITACIONES ATMOSFÉRICAS, LLUVIAS, NIEVES, ETC., RAZON POR LA CUAL SE LE LLAMA ZONA DE LAS PERTURBACIONES. PARA EL ESTUDIO DE ESTE TRABAJO, ES LA ÚNICA QUE INTERESA DIRECTAMENTE, Y DE ELLA EN ESPECIAL, SUS CAPAS BAJAS EN CONTACTO CON LA SUPERFICIE DEL GLOBO, CUYOS VIENTOS SON LA CAUSA DE LAS OLAS. LA SEGUNDA ZONA QUE LLEGA HASTA LOS 11,000 METROS, DONDE EL VAPOR DE AGUA ES ESCASO, Y LA TEMPERATURA DECRECE UNIFORMEMENTE HASTA LLEGAR A LOS 60° BAJO CERO.

LA ESTRATOSFERA QUE LLEGA HASTA LOS 80 KILÓMETROS, Y SUS CARACTERÍSTICAS SE HAN PODIDO ESTUDIAR, LA CUAL CARECE DE NUBES, Y LA TEMPERATURA SE MANTIENE EN 60° BAJO CERO,

Y LA IONOSFERA, QUE SE LE LLAMA ASÍ POR LA GRAN IONIZACIÓN QUE EN ELLA TIENEN LOS GASES, Y QUE ES LA PARTE SITUADA POR LOS 80 KILÓMETROS, QUE CORRESPONDEN A LA ATMOSFERA PROPIAMENTE DICHA.

SI EN TODOS LOS PUNTOS DE LA ATMÓSFERA EXISTIERA LA PRESIÓN CORRESPONDIENTE A SU SITUACIÓN Y ALTURA, TODA ELLA ESTARÍA EN REPOSO, REINANDO EN EL AIRE UN PERFECTO EQUILIBRIO. TODOS LOS VIENTOS, LO MISMO LOS QUE ACARICIAN NUESTROS CAMPOS Y ONDULAN LA SUPERFICIE DE LOS SEMBRADOS, COMO LOS QUE SE ARRASTRAN IMPETUOSOS POR EL MAR, SON CAUSADOS POR EL INCESANTE CANJE DEL AIRE RECALENTADO DEL ECUADOR POR LOS AIRES FRÍOS PROCEDENTES DE LAS LATITUDES SITUADAS MÁS AL NORTE Y AL SUR. ES PUES, LA CONSTANTE DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE EL ECUADOR Y LOS POLOS LO QUE PONE EN MOVIMIENTO EL AIRE POR TODA LA SUPERFICIE DE NUESTRO GLOBO.

ENTONCES EL VIENTO NO ES OTRA COSA QUE EL AIRE PUESTO EN MOVIMIENTO EN VIRTUD DE UNA ALTERACIÓN DEL EQUILIBRIO DE LA ATMÓSFERA.

LAS GRANDES CORRIENTES DE LA ATMÓSFERA, LOS VIENTOS GENERALES Y PARTICULARES NO SON OTRA COSA QUE ESA TENDENCIA A BUSCAR EL EQUILIBRIO DESTRUIDO SIN CESAR POR LAS DIFERENCIAS DE PRESIÓN ATMOSFERICA, DEBIDAS PRINCIPALMENTE A LAS DESIGUALES Y VARIABLES TEMPERATURAS ENTRE UNOS Y OTROS LUGARES DE LA TIERRA Y ATMÓSFERA. A SU VEZ, EL AIRE EN MOVIMIENTO ES UNO DE LOS FACTORES QUE MÁS INFLUYEN EN LA FÍSICA DEL GLOBO, SIENDO EL VEHÍCULO QUE DISTRIBUYE POR TODA LA TIERRA EL CALOR Y LA HUMEDAD.

EN LAS CAPAS BAJAS DE LA ATMÓSFERA, QUE ES DONDE INTERESA EL ESTUDIO DEL VIENTO, Y EN ESPECIAL PARA LA TECNICA PORTUARIA, POR SU ACCIÓN SOBRE LA SUPERFICIE DEL MAR, SOLA-

MENTE SE TIENE EN CUENTA SU COMPONENTE HORIZONTAL, QUE ES LA QUE DETERMINAN LAS VELETAS Y ANEMÓMETROS, DESPRECIÁNDOSE LÓGICAMENTE SU COMPONENTE VERTICAL QUE EN ESTAS CAPAS BAJAS, POR LA PRESENCIA DE LA SUPERFICIE LÍMITE DE LA TIERRA Y EN ESPECIAL LA PRÁCTICAMENTE HORIZONTAL DEL MAR, CASI ES NULA.

LAS CARACTERISTICAS DE LOS VIENTOS SON: LA DIRECCIÓN Y LA INTENSIDAD O VELOCIDAD; LA DIRECCIÓN DEL VIENTO SE DETERMINA GENERALMENTE CON LA VELETA, DESIGNA EL PUNTO GEOGRÁFICO DE DONDE VIENE. ASÍ SE DICE QUE SOPLA VIENTO DEL NORTE CUANDO EL AIRE SE DESPLAZA DE NORTE A SUR; ESTE CUANDO LO HACE DE ESTE A OESTE, ETC. Y SE INDICA POR LA ROSA DE LOS VIENTOS QUE EN PRINCIPIO SE REDUCÍA A LOS DOS EJES PERPENDICULARES DE LOS CUATRO PUNTOS CARDINALES, CONSIDERÁNDOSE COMO EJE PRINCIPAL EL EJE NORTE-SUR Y SECUNDARIO AL ESTE-OESTE, EN LA ACTUALIDAD LA MÁS EMPLEADA ES LA ROSA DE DIECISEIS PUNTAS, LA DENOMINACIÓN DE SUS DIRECCIONES SE HACE ANTEPONIENDO LA INICIAL DEL PUNTO CARDINAL MÁS PRÓXIMO A LA DE LA BISECTRIZ MÁS PRÓXIMA.

PARA LA INTENSIDAD O VELOCIDAD DEL VIENTO EXISTEN LOS ANEMÓMETROS, EL OBSERVADOR DEL TIEMPO POSEE ESTE APARATO PARA MEDIR TANTO LA VELOCIDAD DE UNA LEVE BRISA COMO UN FUERTE VIENTO, HACIA 1805, FRANCISCO BEAUFORT, UN ALMIRANTE BRITÁNICO, INVENTÓ LO QUE SE CONOCE COMO LA "ESCALA DE BEAUFORT", PARA USO DE LOS MARINOS, MIDE LOS GRADOS DE FUERZA DEL VIENTO, DESDE LA CALMA ABSOLUTA, PASANDO POR EL FRESCO, HASTA LA FUERZA DE UN HURACAN.

TODA LOCALIZACIÓN ESTÁ SUJETA A LO QUE SE LLAMA VIENTO REINANTE, QUE SOPLA CON MAYOR FRECUENCIA DURANTE EL AÑO. NO ES NECESARIAMENTE EL MAS INTENSO, YA QUE AL VIENTO DE MAYOR INTENCIDAD, PERO QUE OCURRE CON MENOR FRECUENCIA, SOPLANDO DESDE OTRA DIRECCIÓN SE LE LLAMA DOMINANTE. LA DIRECCIÓN DEL VIENTO SE DETERMINA POR EL PUNTO DESDE EL CUAL VIENE, HACIA EL OBSERVADOR.

LA ESCALA DE BEAUFORT, DEL 0 AL 12, REPRESENTA UNA VELOCIDAD APROXIMADA DEL VIENTO, Y ES:

GRADO	DESCRIPCION	VELOCIDAD EN K/H
0	CALMA	0 - 2
1	AIRE LIGERO	2 - 5
2	BRISA LEVE	7 - 13
3	BRISA SUAVE	15 - 22
4	BRISA MODERADA	24 - 33
5	BRISA FRESCA	35 - 44
6	BRISA FUERTE	46 - 57
7	VENDAVAL MODERADO	59 - 70
8	VENDAVAL FRESCO	72 - 85
9	VENDAVAL FUERTE	87 - 100
10	VENDAVAL TOTAL	102 - 117
11	TORMENTA	119 - 140
12	HURACAN	140 - EN ADELANTE

EL VIENTO, AL SOPLAR SOBRE EL OCEANO, ORIGINA COR-

RIENTES Y OLEAJES, EN VIRTUD DEL ESFUERZO TANGENCIAL QUE OCA-
CIONA SOBRE LA SUPERFICIE, EL CUAL, JUNTO CON LAS VARIACIONES
DE PRESIÓN, PONE AL AGUA EN MOVIMIENTO.

ES NECESARIO CONTAR CON REGISTROS DE VIENTO REINANTE
Y DE INTENSIDAD MÁXIMA O DOMINANTE, EN LA BAHÍA DE TOPOLOBAM-
PO, LOS VIENTOS REINANTES SON DEL NOROESTE CON UNA FRECUENCIA
MÁXIMA DE 21.09 %, LOS VIENTOS DOMINANTES SON DEL SURESTE,
CON VELOCIDADES MÁXIMAS DE ENTRE 5 Y 6 -EN LA ESCALA DE BEAU-
FORT- O SEA, DE UNOS 45 K/H, HABIENDOSE LLEGADO A REGISTRAR
EN EPOCA DE CICLONES VELOCIDADES DE HASTA 90 K/H.

EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO ESTÁ LOCALIZADO EN UNA ZONA
CONSIDERADA COMO CICLÓNICA, YA QUE EN ELLA HAN INCIDIDO ALGÚ-
NAS PERTURBACIONES, QUE AL DESVIARSE DE SU TRAYECTORIA NORMAL
QUE GENERALMENTE ES PARALELA A LA COSTA, Y EN ALGUNAS OCACIO-
NES SE CURVA ENTRANDO A TIERRA, PRODUCIENDO FUERTES VIENTOS Y
LLUVIAS CONSIDERABLES. UNO DE LOS CICLONES QUE MÁS DAÑO HAN
CAUSADO EN LOS ÚLTIMOS TIEMPOS FUE EL "PAUL" QUE ENTRO EN TIE-
RRA EL 29 DE SEPTIEMBRE DE 1982, PRODUCIENDO RACHAS HURACANA-
DAS DE MAS DE 140 KILÓMETROS POR HORA.

III: 6 ANALISIS DE OLEAJE:

LA CAUSA DEL OLEAJE ES EL VIENTO, EN DOS FLUIDOS SU-
PERPUESTOS DE DISTINTA DENSIDAD, QUE SE MUEVAN UNO SOBRE EL
OTRO SE DEMUESTRA QUE EN LA SUPERFICIE HORIZONTAL DE SEPARA-
CIÓN SE PRODUCE UN MOVIMIENTO ONDULATORIO PROGRESIVO, EN UNA
FORMA MAS PROXIMA, EL VIENTO MEDIO EN CONTACTO CON EL MAR ES

PRÁCTICAMENTE HORIZONTAL, DEBIDO A LAS CONDICIONES LÍMITES QUE EL PROPIO MAR LE IMPONE, PERO NO ES REGULAR, SINO QUE, ADEMÁS DE DICHA VELOCIDAD MEDIA, TIENE PEQUEÑAS RACHAS IRREGULARES EN SU DIRECCIÓN E INTENSIDAD, QUE GENERALMENTE INCIDEN OBLICUAMENTE SOBRE EL MAR.

DEBIDO AL ADMIRABLE ORDEN DE LOS MOVIMIENTOS MOLECULARES, QUE APENAS PRODUCEN DESLIZAMIENTO NI CONSUMO DE ENERGÍA, EL OLEAJE EN FORMACIÓN ACTÚA COMO UN EFICAZ CAPTADOR Y ACUMULADOR DE ENERGÍA QUE, TOTALIZADO A LO LARGO DE CENTENARES DE KILÓMETROS, SE ABATE BRUSCAMENTE AL INCIDIR SOBRE LAS COSTAS EN LAS QUE SE HAN DE PROYECTAR LAS OBRAS MARÍTIMAS.

SE PODRIA PENSAR, COMO TEMA DE OTRO TRABAJO, EL DESARROLLAR UNA PLANTA DE ENERGÍA, IMPULSADA POR EL OLEAJE, EN LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO.

EL TRAZADO EN PLANTA DE LAS OBRAS DE ABRIGO DE UN PUERTO CONSTITUYE UNO DE LOS MÁS DELICADOS PROBLEMAS QUE SE LE PUEDE PRESENTAR A UN INGENIERO PROYECTISTA DE OBRAS MARÍTIMAS, SE PROCEDE GENERALMENTE POR SIMPLE INTUICIÓN O ILUSORIA COMPARACIÓN CON OBRAS YA EJECUTADAS, LOS ENSAYOS EN MODELOS REDUCIDOS CONSTITUYEN UN PROCEDIMIENTO ACEPTABLE, PERO NO SIEMPRE SE DISPONE DE LOS MEDIOS NECESARIOS PARA EFECTUARLOS, DADO LO REDUCIDO DE LA ESCALA, Y QUE NO SE DEBE OLVIDAR LA DIFICULTAD DE DETERMINACIÓN Y EN LAS COMPLEJAS CIRCUNSTANCIAS QUE EN ESTOS FENÓMENOS SE PRODUCEN HACEN DE DELICADA APLICACIÓN, EN ESCALA NATURAL, LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MODELO.

PARA UN DISEÑO RACIONAL SE REQUERIRIA OBTENER REGISTROS POR LO MENOS DE UN AÑO, LO CUAL RARAS VECES ES POSIBLE, SOBRE TODO EN LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO, EN EL POSIBLE NUEVO CANAL DE ACCESO, POR ESTAR PRÁCTICAMENTE EN UNA PARTE DISTANTE DE LOS CENTROS DE POBLACIÓN, Y SER DIFÍCIL SU ACCESO.

EL PROCEDIMIENTO MÁS COMUN PARA REALIZAR LOS ANÁLISIS DE OLEAJES, CONSISTE EN INSTALAR UN OLÓGRAFO, APARATO QUE MIDE AMPLITUD Y LONGITUD.

SE HA COMPROBADO EXPERIMENTALMENTE QUE LOS EFECTOS DEL OLEAJE LLEGAN HASTA UNA PROFUNDIDAD DE APROXIMADAMENTE LA MITAD DE LA LONGITUD DE LA OLA. PUESTO QUE LAS LONGITUDES DE LAS OLAS DE HURACAN ALCANZAN HASTA 300 METROS, SU EFECTO PUEDE ACTUAR HASTA PROFUNDIDADES DE 150 METROS, LO CUAL RARAMENTE SUCEDE EN NUESTRO PAÍS, DONDE LA LONGITUD DE LAS OLAS ES DEL ORDEN DE 60 METROS EN PROFUNDIDADES DE 50, Y TAN SOLO SE REQUIERE TENER PRECAUCIONES CON LA EROSIÓN EN LA PLAYA DESDE LA COSTA HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 10 METROS APROXIMADAMENTE. COMO EL DISEÑO DEL NUEVO CANAL DE ACCESO TIENE UNA PROFUNDIDAD DE 12 METROS, LAS OLAS NO VAN A CAUSAR NINGÚN PROBLEMA. RECOMENDÁNDOSE TRABAJAR ENTRE LOS MESES DE ABRIL A JULIO POR CONSIDERARSE LA MEJOR EPOCA PARA OPERAR, Y SIENDO PRÁCTICAMENTE PROHIBITIVO TRABAJAR ENTRE LOS MESES DE NOVIEMBRE A FEBRERO.

EL OLEAJE DE MAYOR INCIDENCIA EN LA ZONA DE ESTUDIO SE PRESENTA CON DIRECCIÓN NOROESTE, SIGUIÉNDOLE DEL OESTE Y DEL SUROESTE, LAS ALTURAS DE OLAS SIGNIFICANTES SON DEL OR-

DEN DE 1.70 METROS Y MEDIAS DE 1.30 METROS. LOS PERÍODOS SIGNIFICANTES FLUCTÚAN ENTRE 8 Y 14 SEGUNDOS.

IV PROYECTO DEL NUEVO CANAL DE ACCESO

PROYECTO DEL NUEVO CANAL DE ACCESO

IV: 1 TRABAJOS DE CAMPO Y FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO.

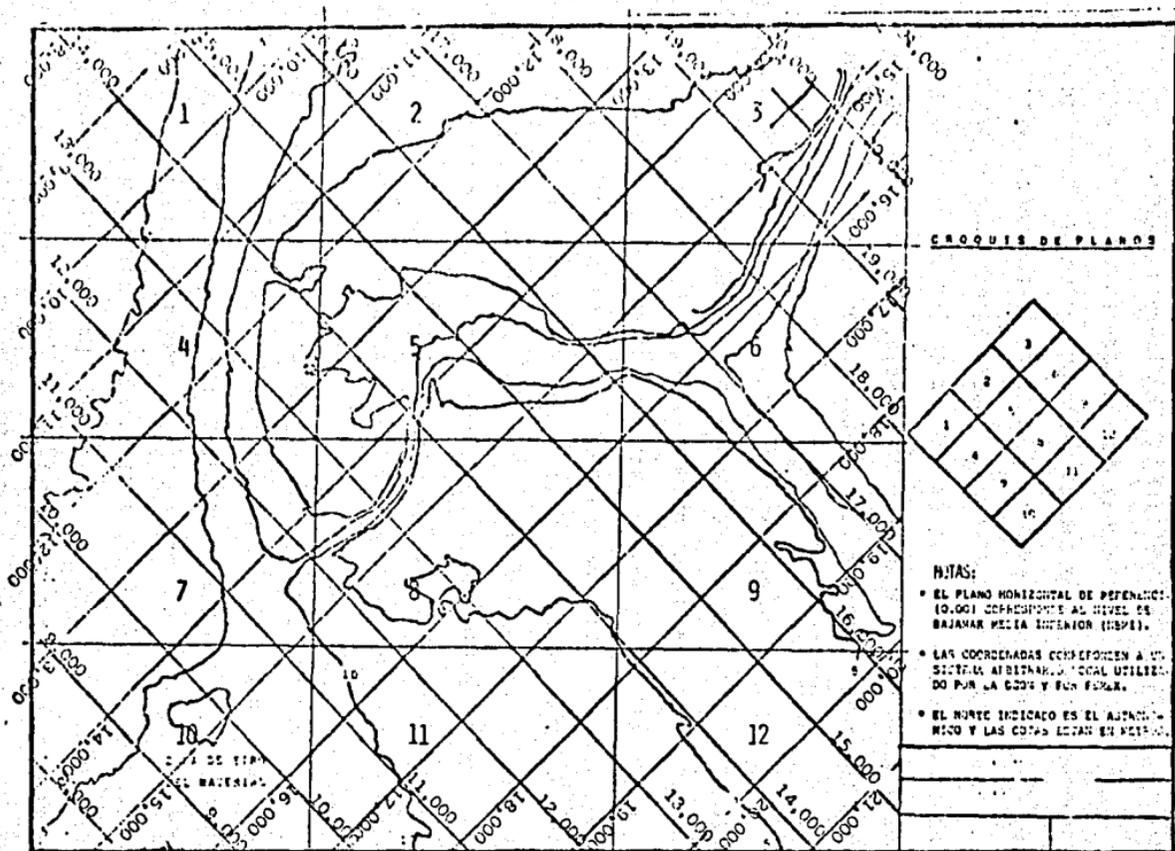
EN ESTE CAPÍTULO VAMOS A TRATAR EN DETALLE TODOS LOS ESTUDIOS Y TRABAJOS DE CAMPO, RELACIONADOS CON EL PROYECTO DEL NUEVO CANAL DE ACCESO A LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO, PARA EFECTUAR EL TRABAJO SE RECURRIÓ A OBSERVACIONES HECHAS POR EL INSTITUTO DE GEOFÍSICA DE LA UNAM, A EL SEA AND SWELL CHARTS, ATLAS OCEAN WAVES, Y ALGUNOS OTROS ESTUDIOS QUE SE HAN REALIZADO CON ANTERIORIDAD A ESTE TRABAJO Y LOS TRABAJOS DE CAMPO.

IV: 2 BATIMETRIA.

SE REALIZÓ EL LEVANTAMIENTO TOPOHIDROGRÁFICO EN UN ÁREA COMPRENDIDA EN UN RECTÁNGULO DE 9 KM. DE ANCHO POR 10 KM. DE LARGO, COMO PUEDE OBSERVARSE EN EL PLANO 6.

ESTE LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO SE REALIZO ENTRE JUNIO Y JULIO DE 1984. SE APOYÓ EN LOS PUNTOS BASE DE LA POLIGONAL GENERAL DEL PUERTO Y CUYAS COORDENADAS ESTÁN REFERIDAS AL CERRO DE BABIRI Y AL FARO. DURANTE LA REALIZACIÓN DE ESTOS TRABAJOS, SE HICIERON MEDICIONES DE MAREAS, PARA CORRELACIONAR LOS NIVELES DE SONDEO CON LOS NIVELES DE BAJA MAR MEDIA INFERIOR, YA QUE ESTE ES EL NIVEL DE REFERENCIA DE TODOS LOS TRABAJOS.

EL SONDEO SE REALIZÓ EN TRAYECTOS DE LA EMBARCACIÓN SEPARADOS ENTRE SÍ 200 M APROXIMADAMENTE EN LA ZONA DE LA BARRA Y EN LA ZONA DEL EJE PROPUESTO PARA EL NUEVO CANAL DE ACCESO. SE REALIZARON SECCIONAMIENTOS LONGITUDINALES PARALELOS A DICHO EJE. LOS RESULTADOS DE ESTE LEVANTAMIENTO APARECEN EN LOS PLANOS 7 AL 22 EN LOS QUE APARECE LA BATIMETRÍA GENERAL, LA DE DETALLE Y LA ZONA CENTRAL.

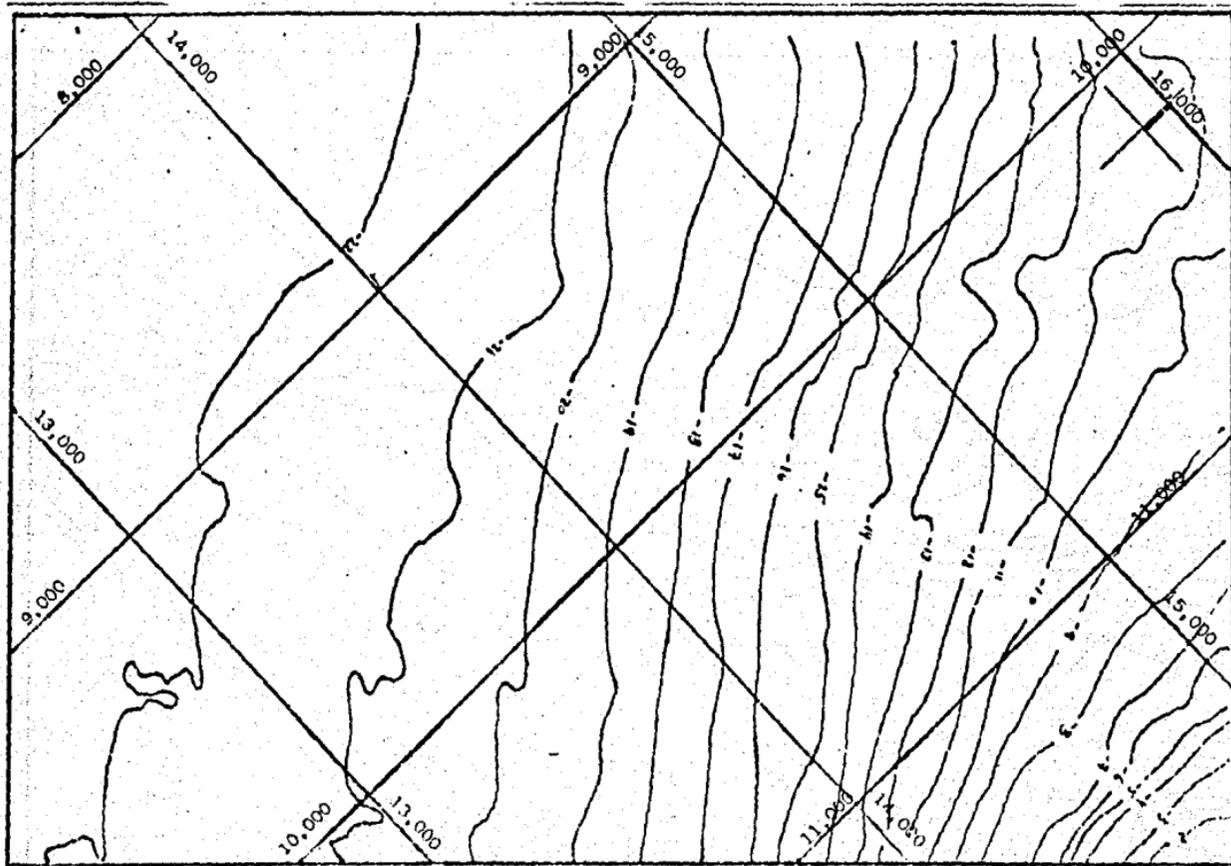


BATIMETRIA GENERAL

PLANO N° 6

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

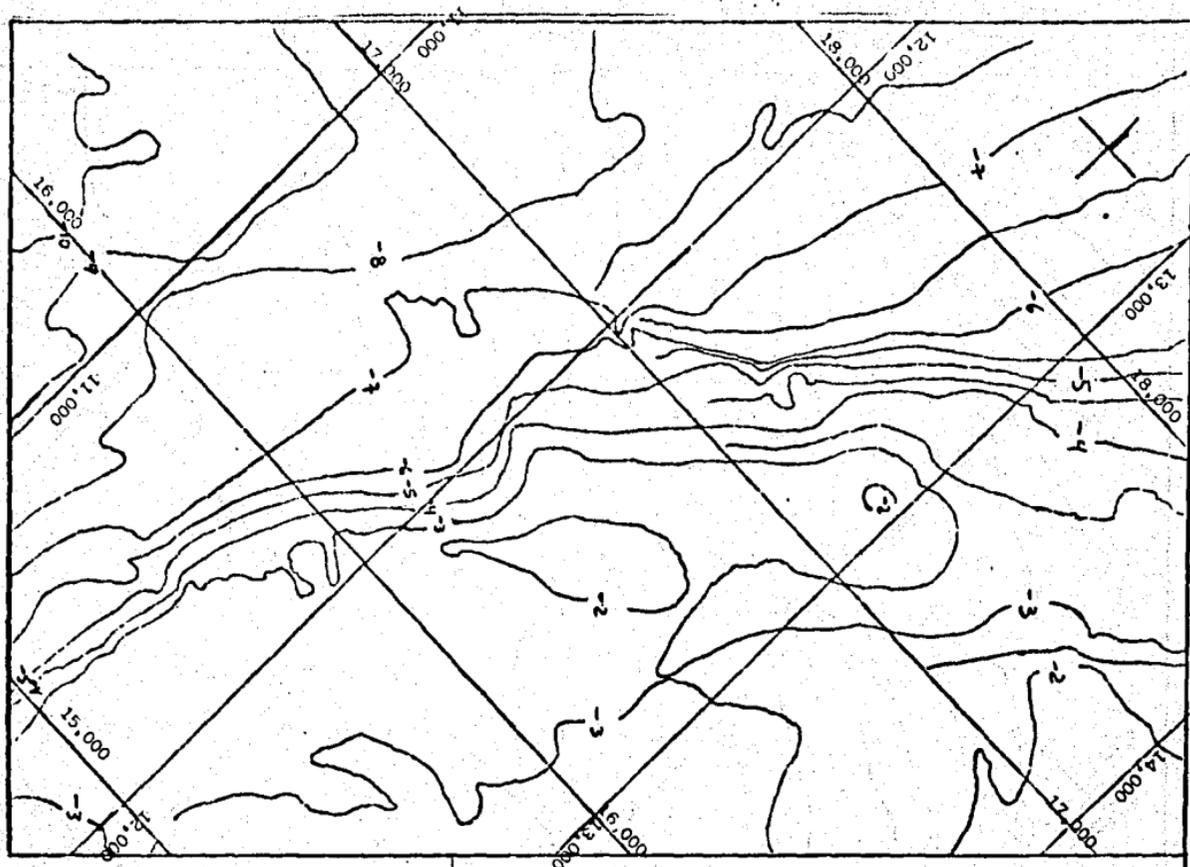


BATIMETRIA DE DETALLE 1

PLANO N° 7

TRABAJO DE TERSIS

AHUMADA

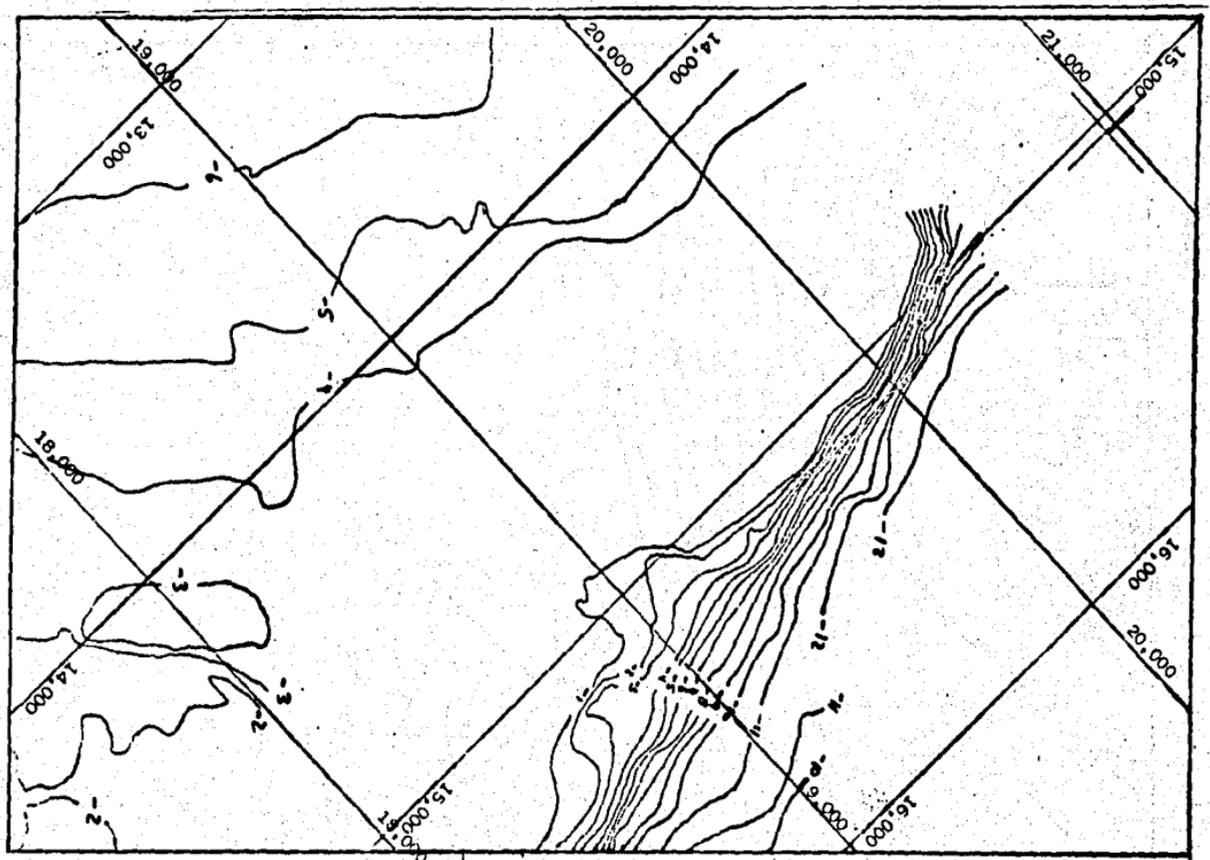


BATIMETRIA DE DETALLE 2

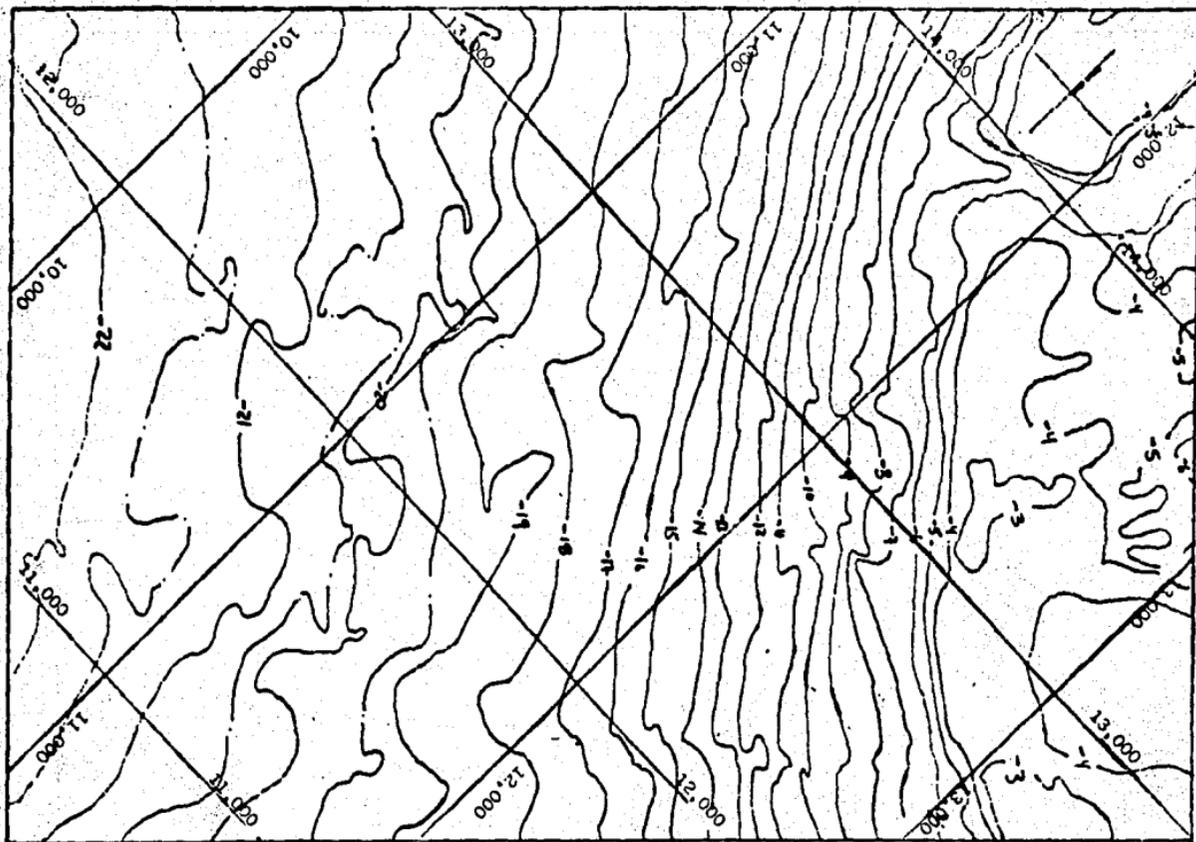
PLANO N° 8

TRABAJO DE TESIS

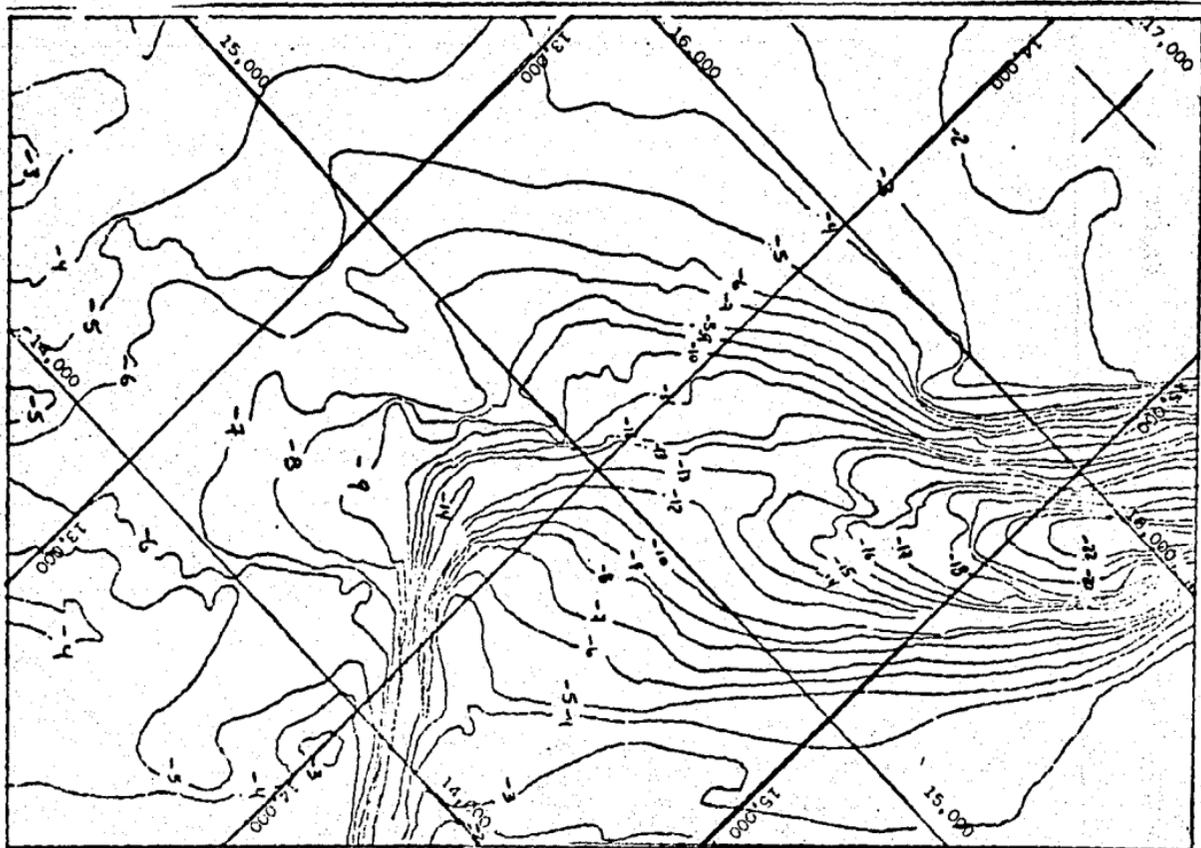
AHUMADA



BATIMETRIA DE DETALLE 3		
PLANO N° 9	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA



BATIMETRIA DE DETALLE 4		
PLANO N° 10	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA

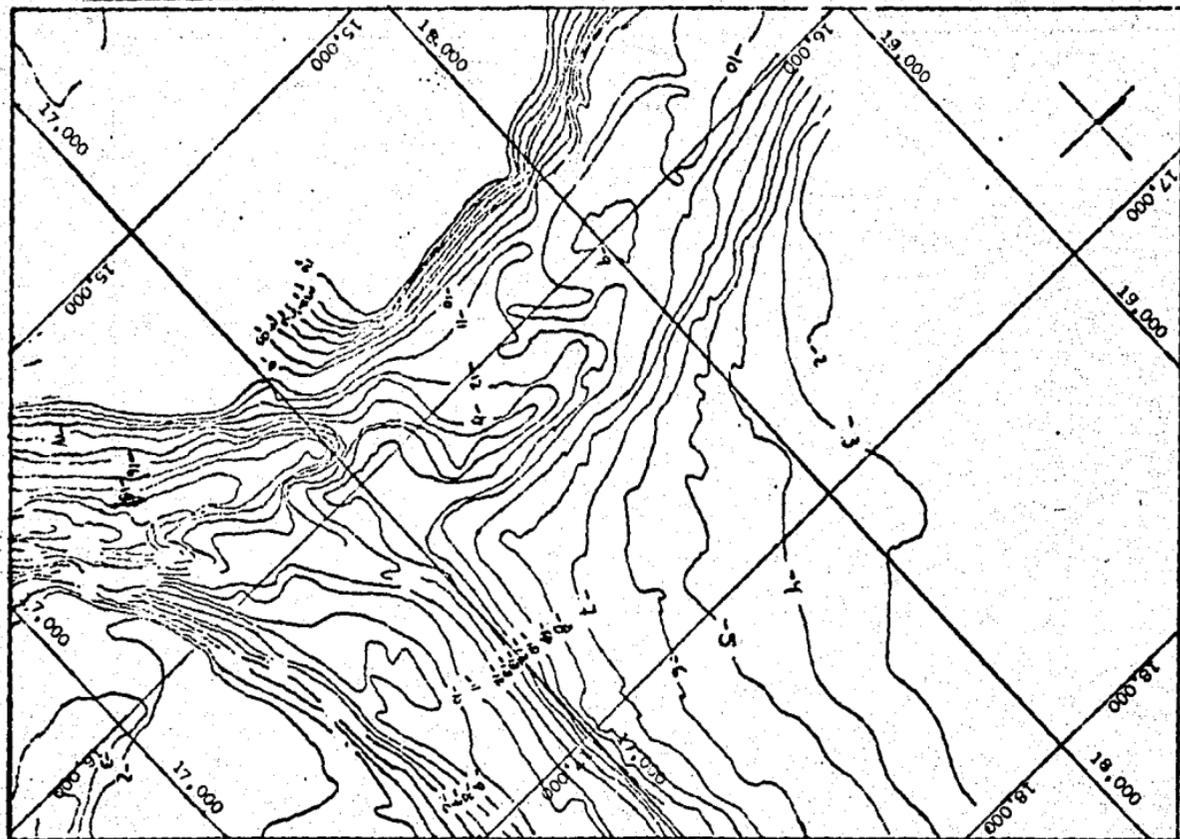


BATIMETRIA DE DETALLE 5

PLANO N° 11

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

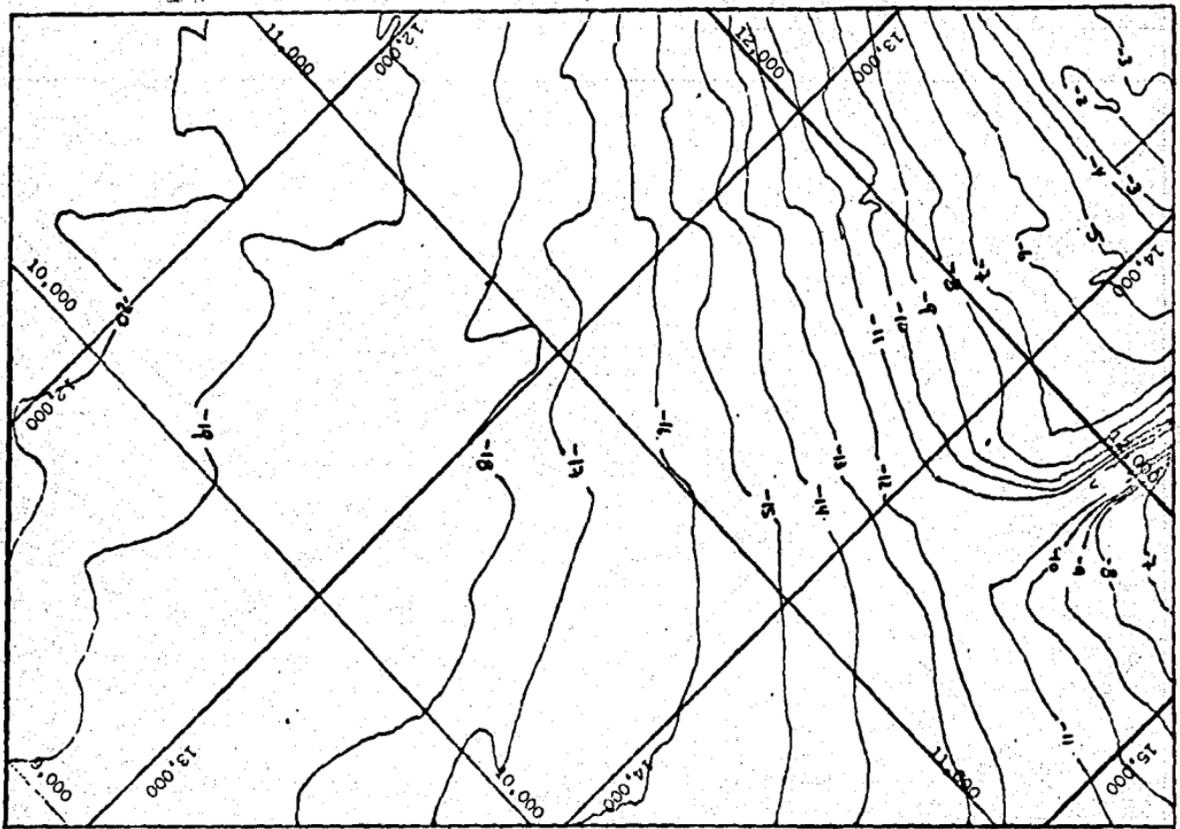


BATIMETRIA DE DETALLE 6

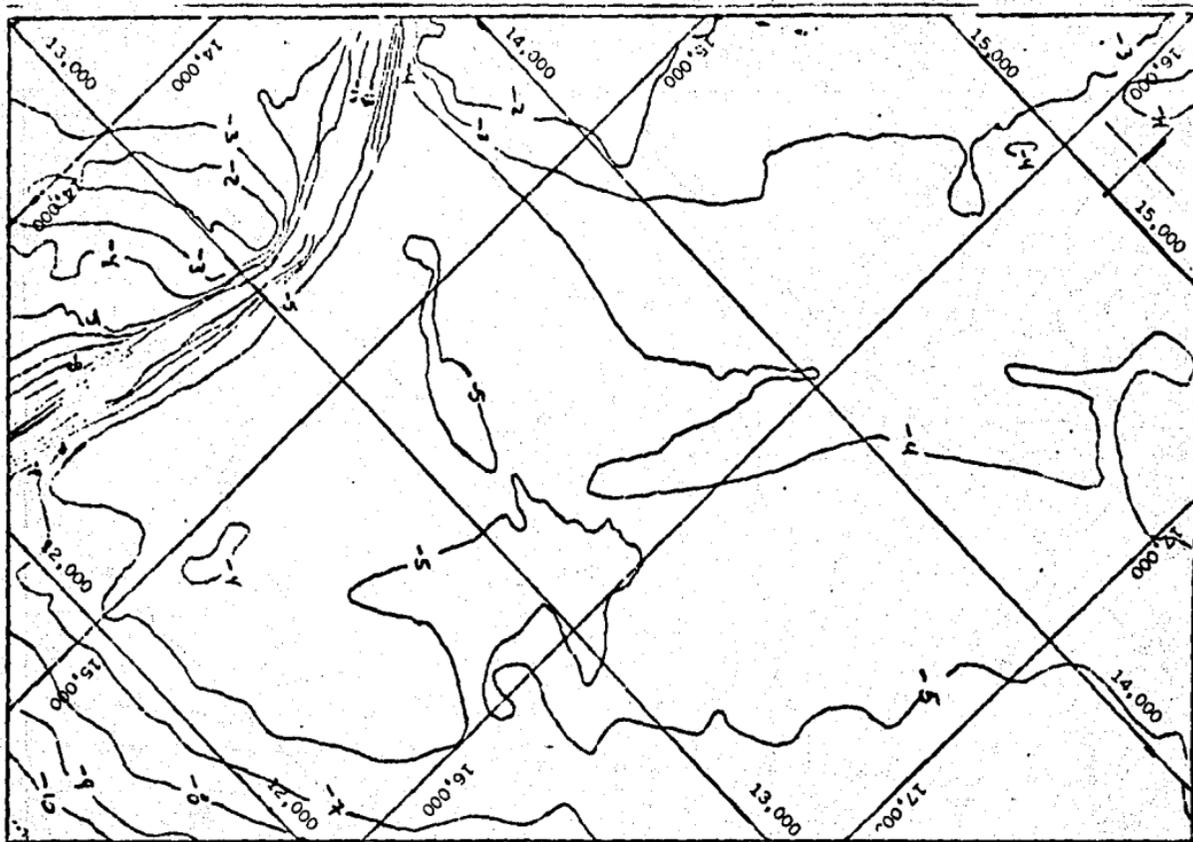
PLANO N° 12

TRABAJO DE TESIS

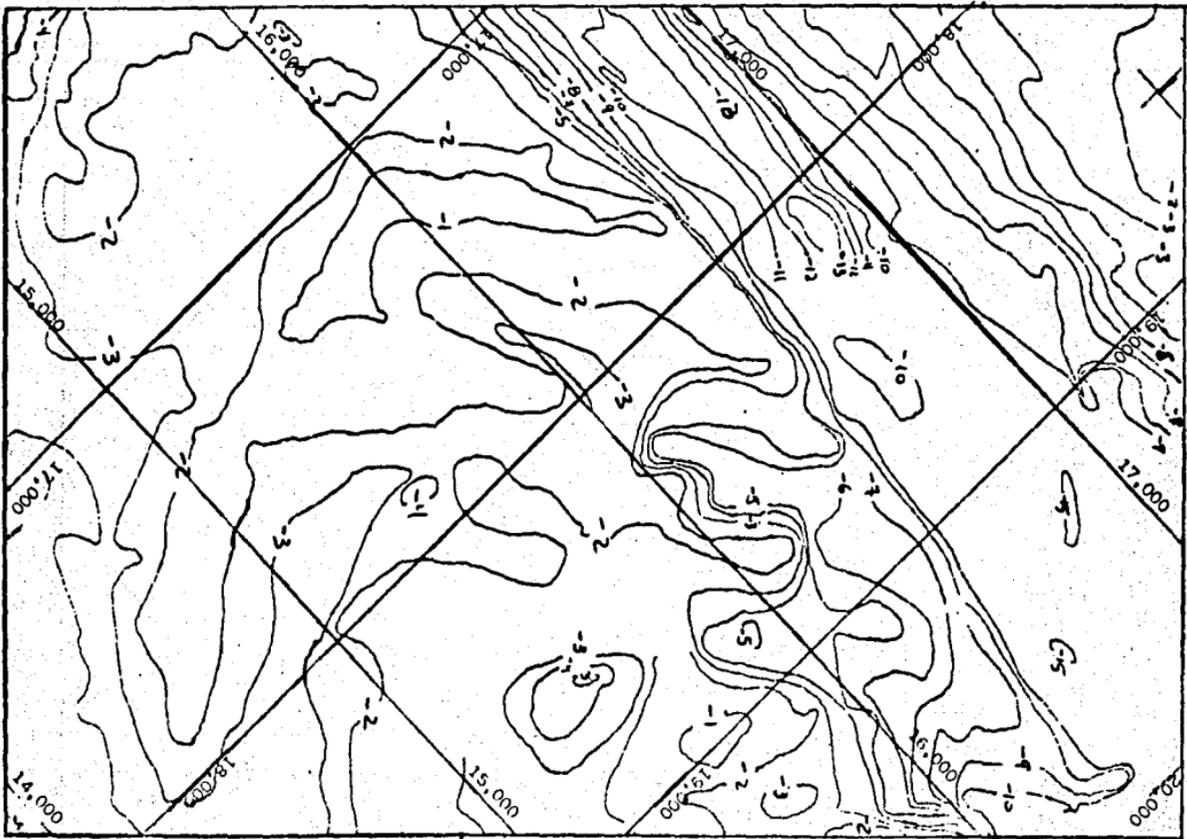
AHUMADA



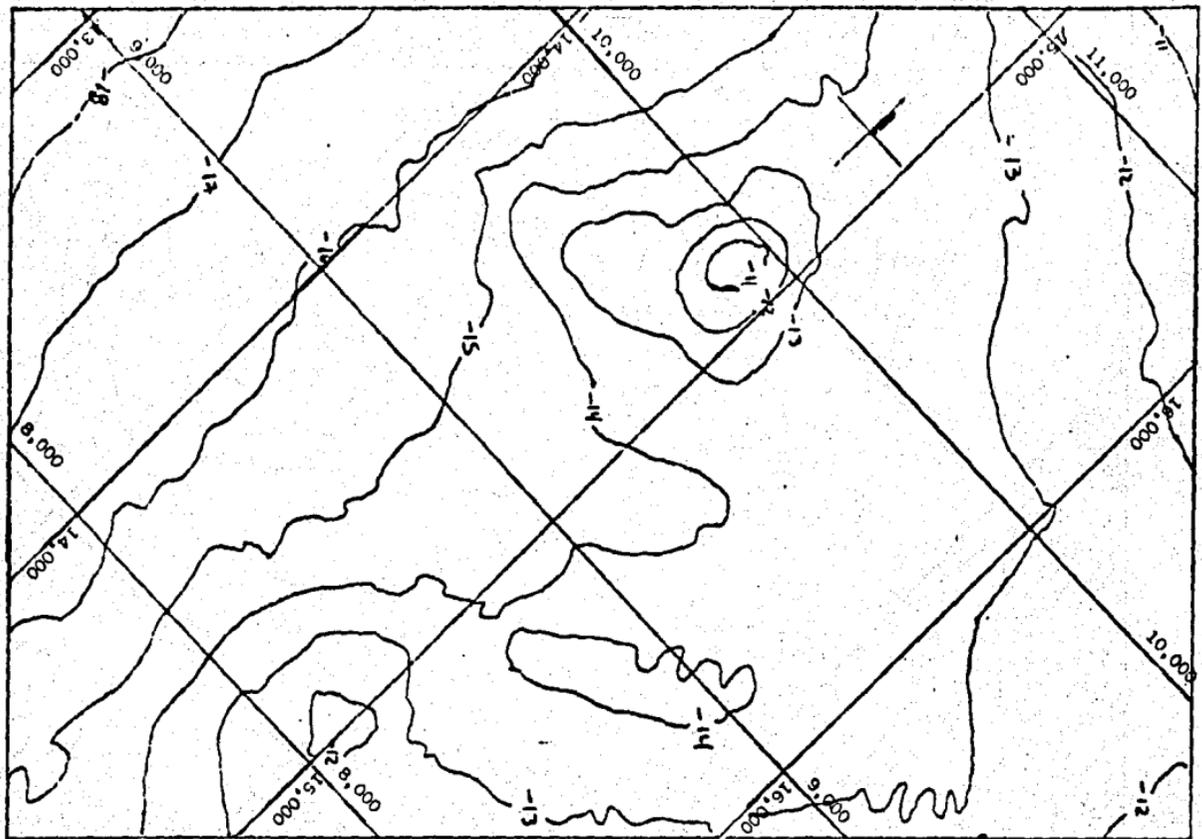
BATIMETRIA DE DETALLE 7		
PLANO N° 13	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA



BATIMETRIA DE DETALLE 8		
PLANO N° 14	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA



BATIMETRIA DE DETALLE 9		
PLANO N° 15	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA

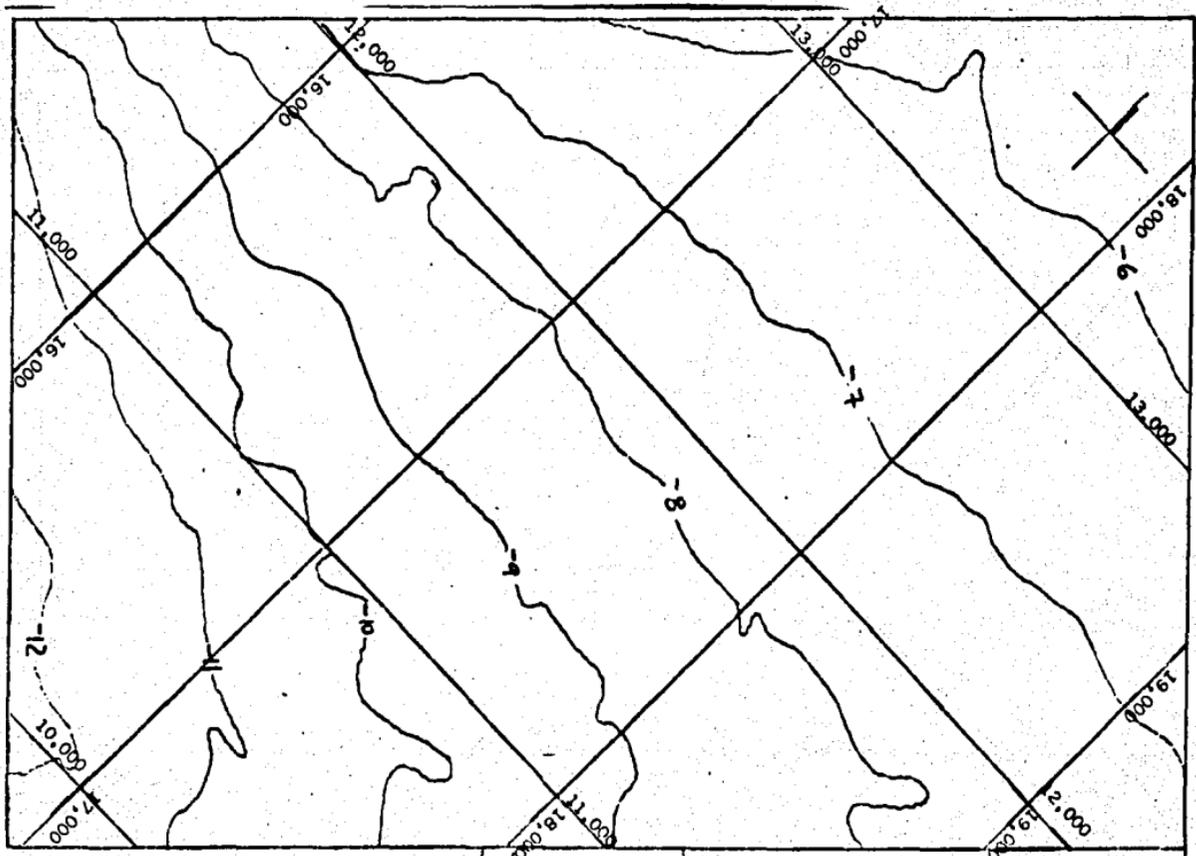


BATIMETRIA DE DETALLE IO

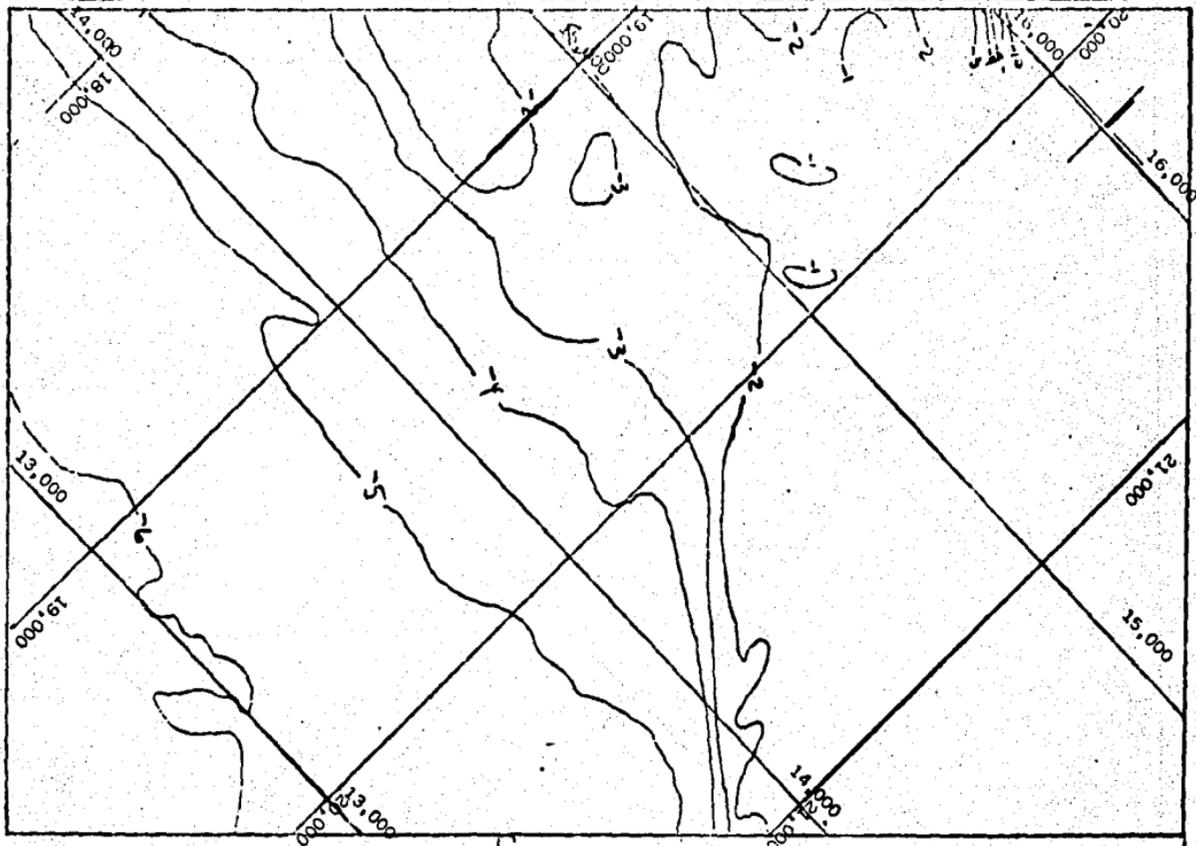
PLANO N° 16

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

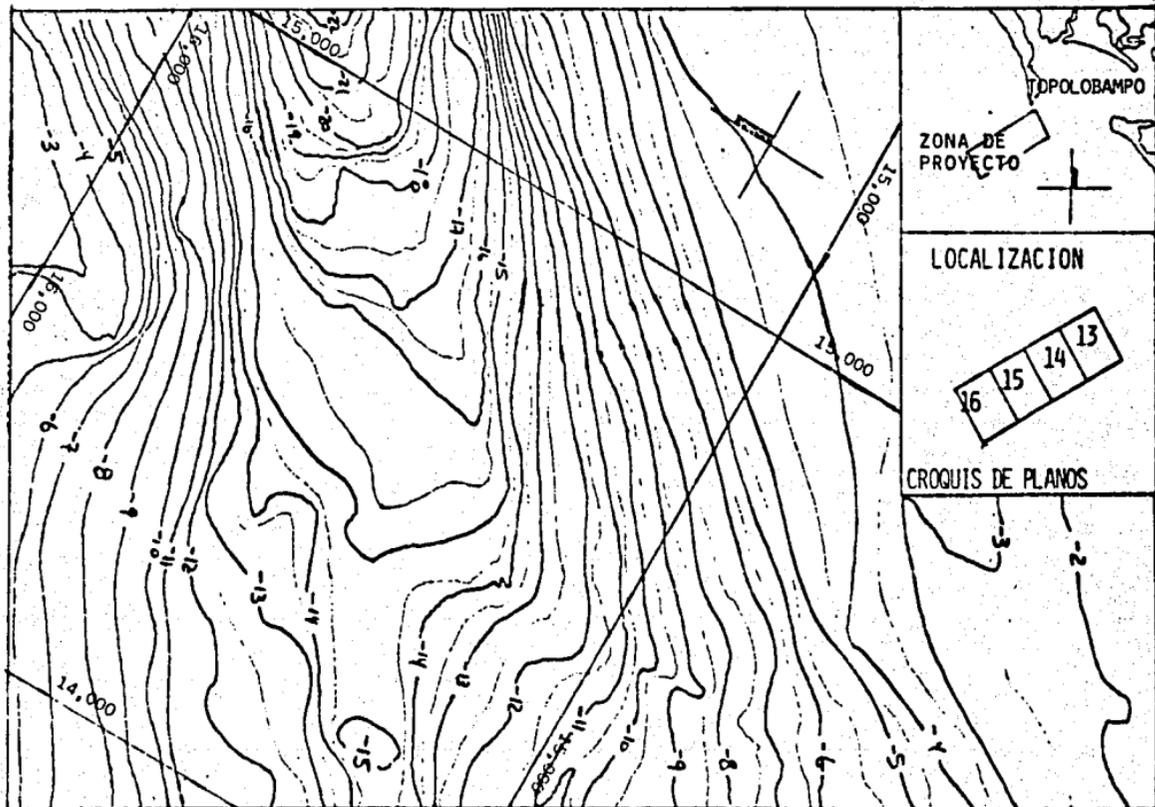


BATIMETRIA DE DETALLE 11		
PLANO N° 17	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA



BATIMETRIA DE DETALLE 12

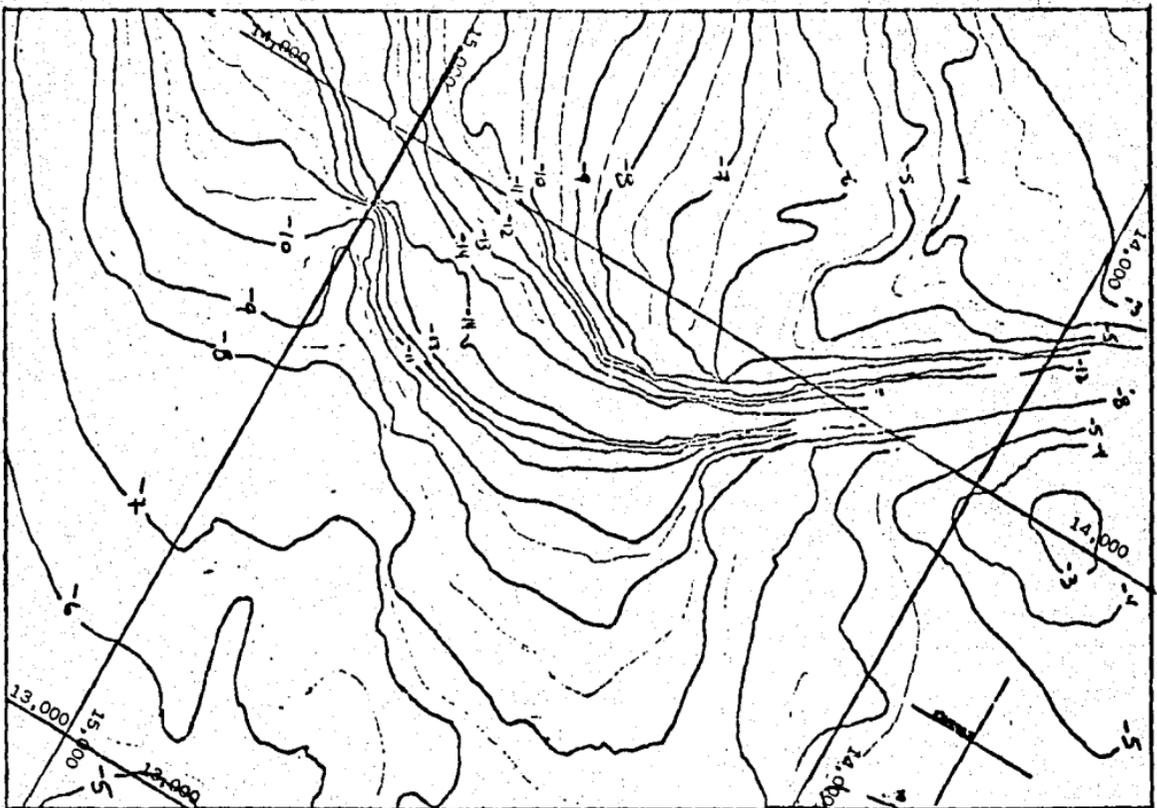
PLANO N° 18	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA
-------------	------------------	---------



PLANO N° 19

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

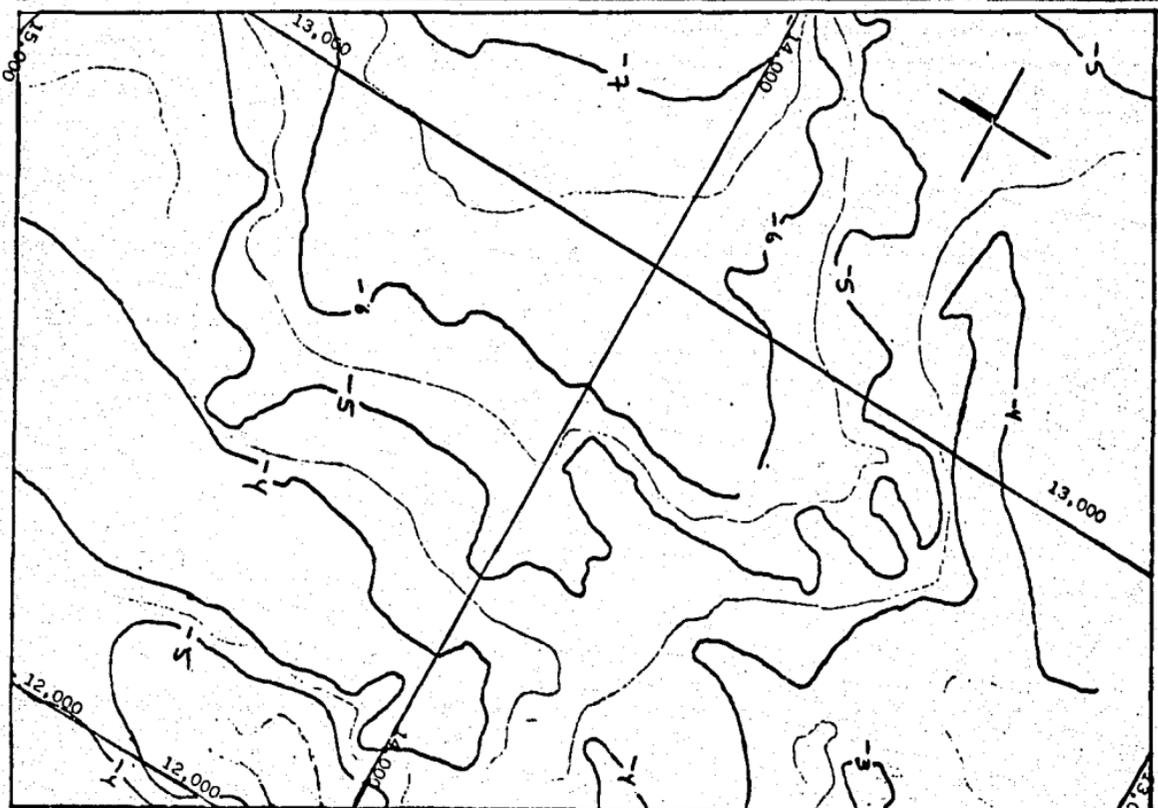


BATIMETRIA DE DETALLE EN LA ZONA DEL CANAL 14

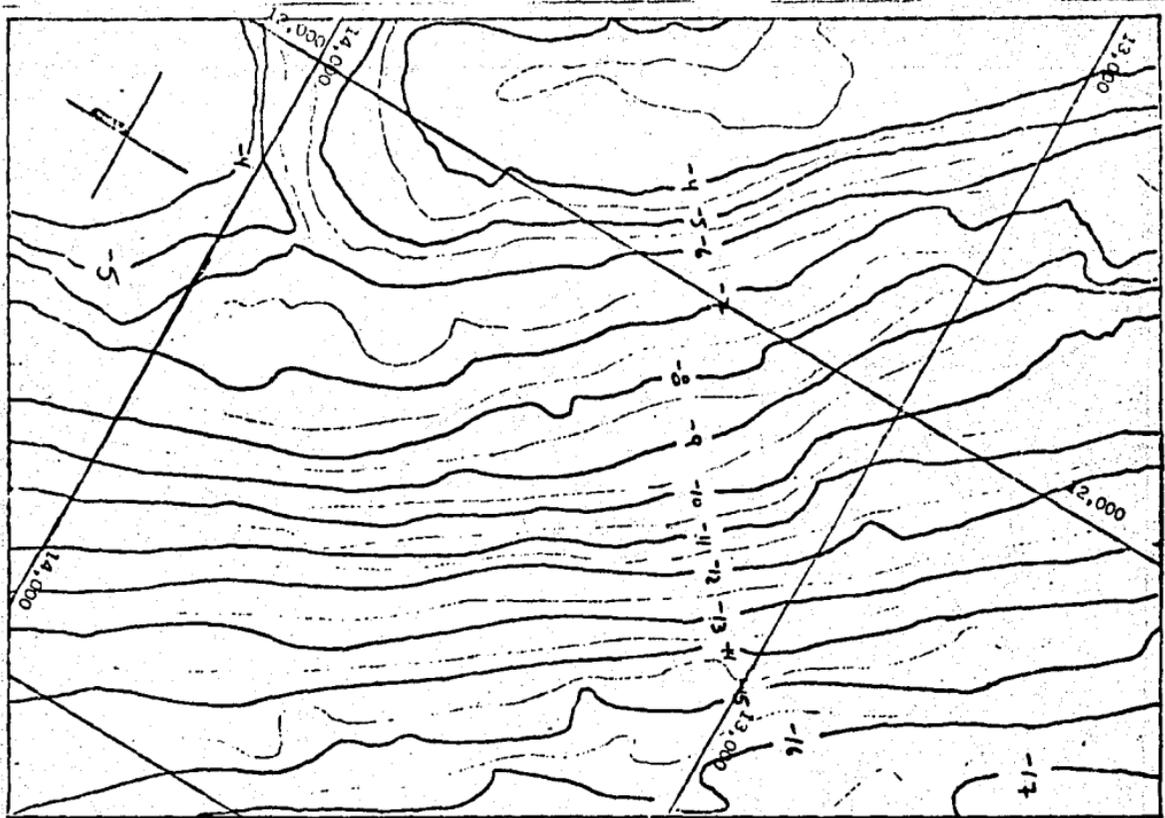
PLANO N° 20

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA



BATIMETRIA DE DETALLE EN LA ZONA DEL CANAL 15		
PLANO N° 21	TRABAJO DE TESTIS	AHUMADA



BATIMETRIA DE DETALLE EN LA ZONA DEL CANAL 16		
PLANO N° 22	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA

IV: 3 MEDICION DE CORRIENTES.

PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CORRIENTES EN LA ZONA, SE UBICARON CUATRO PUNTOS DENOMINADOS ESTACION 1, ESTACION 2, ESTACION 3 Y ESTACION 4, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA N° 1.

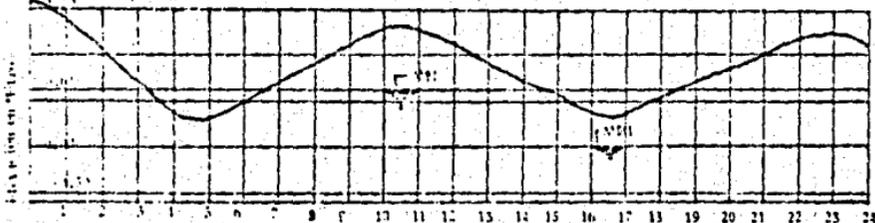
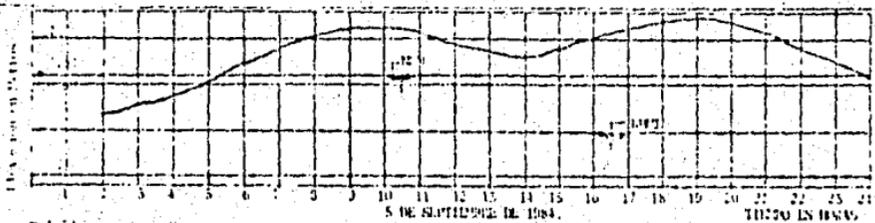
LAS MEDICIONES EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES SE EFECTUARON EN LA SUPERFICIE, A UN METRO DE PROFUNDIDAD Y A DOS METROS TAMBIEN; EN LA SUPERFICIE LA VELOCIDAD SE DETERMINÓ POR MEDIO DE PANTALLA Y UN CORDON DE 20 M, PARA 1 Y 2 METROS SE UTILIZÓ UN FLUÓMETRO.

SE LLEVARON A CABO DOS CAMPAÑAS DE MEDICIÓN EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1984, LA PRIMERA SE EFECTUÓ EL DÍA 5 Y LA SEGUNDA EL DÍA 12.

ADICIONALMENTE SE MIDIERON LAS MAREAS EN EL BANCO DE NIVEL N° 7 DE TOPOLOBAMPO, EN PUNTA COPAS Y EN PUNTA SANTA MARÍA, CON EL OBJETO DE DETERMINAR EL DESFASAMIENTO DE LA MISMA Y OBTENER LAS PROFUNDIDADES CORREGIDAS EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LAS CORRIENTES, LOS RESULTADOS APARECEN EN LOS PLANOS 23 Y 24 Y EN LA FIGURA 2.

EL DESFASAMIENTO ENCONTRADO EN LA AMPLITUD DE MAREA CON RESPECTO A LA DE TOPOLOBAMPO, ES LA SIGUIENTE:

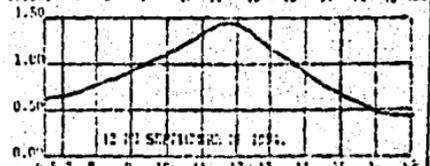
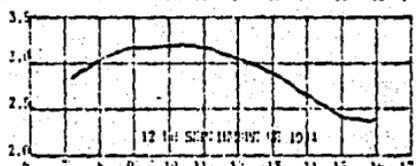
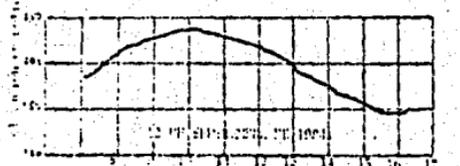
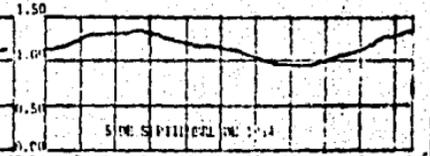
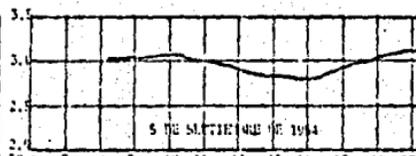
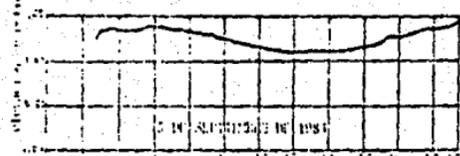
MAREAS MUERTAS	PUNTA COPAS	0.00 m
5 DE SEPTIEMBRE DE 1984	PUNTA SANTA MARÍA	0.06 m
MAREAS VIVAS	PUNTA COPAS	-0.115 m
12 DE SEPTIEMBRE DE 1984	PUNTA SANTA MARÍA	-0.215 m



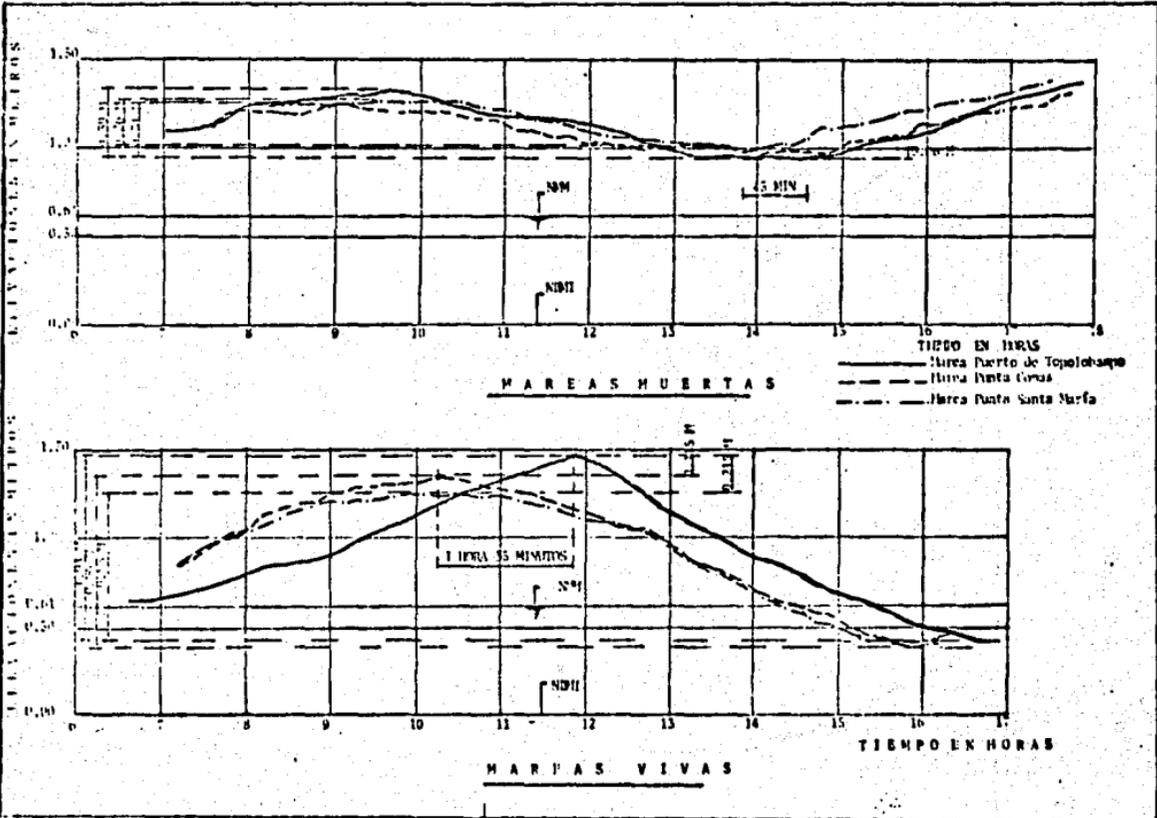
PREDICCIÓN DE MAREAS



SIMBOLOGIA
 ● Ubicación de Mareas



MEDICIÓN DE MAREAS		
PLANO N° 23	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA



MAREAS MUERTAS Y VIVAS

PLANO N° 24	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA
-------------	------------------	---------

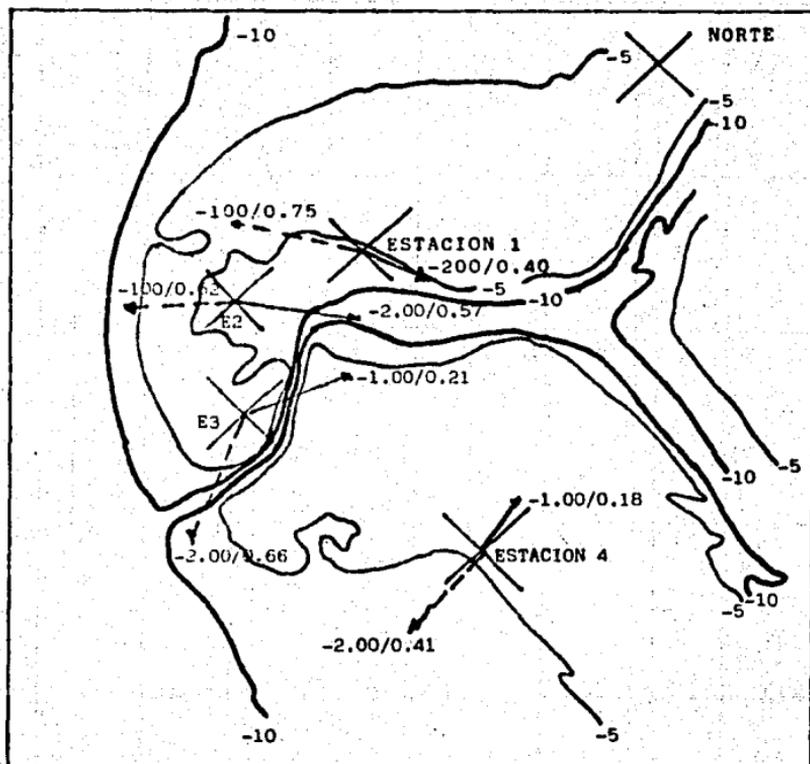


FIGURA N° 1 MEDICIÓN DE CORRIENTES (MAREAS VIVAS)

----- VACIANTE
————— LLENANTE

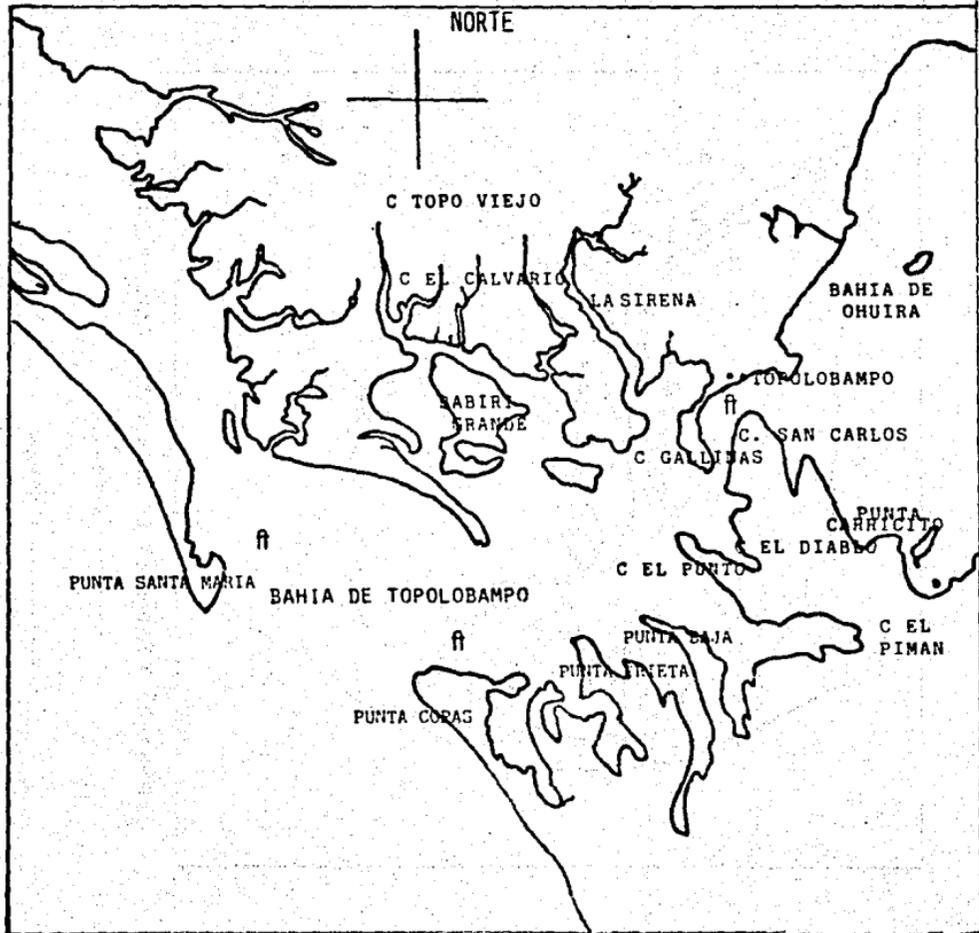


FIGURA N° 2 MEDICIÓN DE MAREAS

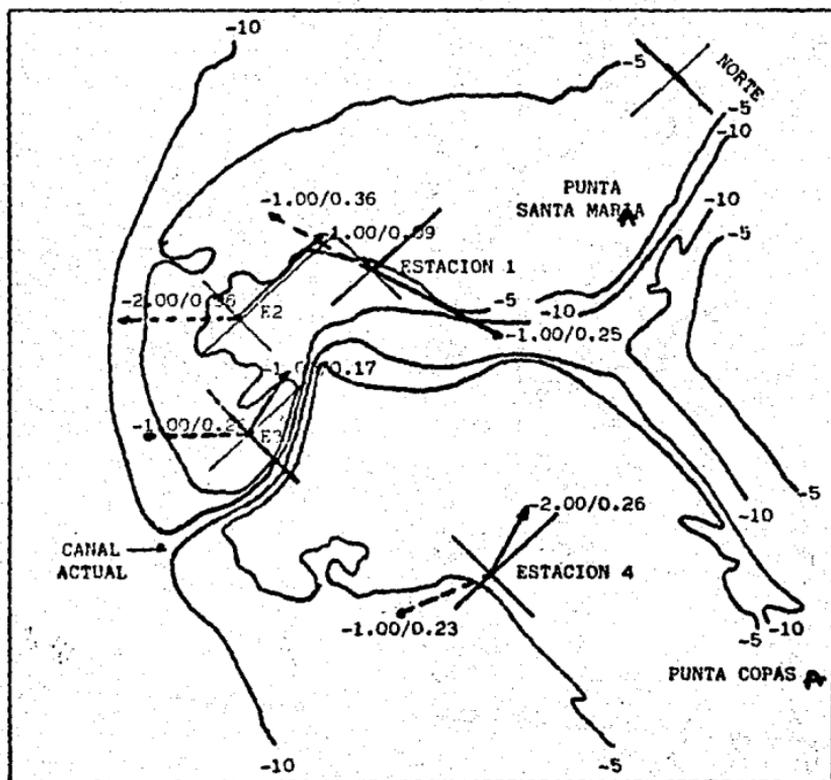


FIGURA N° 3 MEDICIÓN DE CORRIENTES (MAREAS MUERTAS)

----- VACIANTE

————— LLENANTE

PARA CADA UNA DE LAS ESTACIONES DE MEDICIÓN SE DETERMINÓ LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN M/SEG. ASÍ COMO LA DIRECCIÓN DE LA MISMA INDICANDO PARA EL CASO DE VACIANTE Y PARA EL DE LLENANTE, COMO SE INDICA EN LAS FIGURAS 1 Y 3 CORRESPONDIENTES A MAREA VIVA Y MAREA MUERTA RESPECTIVAMENTE. EN LOS PLANOS 25 A 28 APARECEN LAS GRÁFICAS DE LAS MEDICIONES Y LOS RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CORRIENTES.

PRIMERA CAMPAÑA

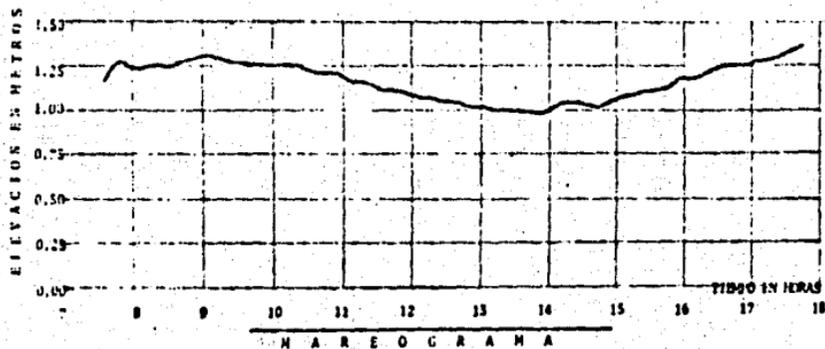
MAREAS MUERTAS

	LLENANTE	VACIANTE
	M/SEG	M/SEG
ESTACIÓN 1	0.25	0.36
ESTACIÓN 2	0.09	0.36
ESTACIÓN 3	0.17	0.26
ESTACIÓN 4	0.21	0.23

SEGUNDA CAMPAÑA

MAREAS VIVAS

	LLENANTE	VACIANTE
	M/SEG	M/SEG
ESTACIÓN 1	0.40	0.75
ESTACIÓN 2	0.57	0.62
ESTACIÓN 3	0.21	0.63
ESTACIÓN 4	0.18	0.41



SIMBOLOGIA

- CORRIENTE SUPERFICIAL.
 - - - - - QUANTILE EN 1 M
 - - - - - QUANTILE EN 2 M



EL VECTOR INDICA LA DIRECCION
 E INTENSIDAD DE LA CORRIENTE.

HORA	08:08	09:07	10:05	10:58	11:40	12:28	13:10	13:58	15:05	16:58	18:42
PEQUEÑO ANCHO CORRIENTE	-6.75	-6.81	-6.74	-6.70	-6.60	-6.55	-6.51	-6.48	-6.58	-6.67	-6.72

SUPERFICIA	0.20	0.14	0.19	0.34	0.72	0.34	0.74	0.17	0.25	0.30	0.30
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

1.00 M	0.20	0.24	0.39	0.54	2.14	1.95	1.08	0.45	1.37	1.48	1.48
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

2.00 M	0.20	0.24	0.39	1.20	1.45	0.84	0.70	0.54	1.06	1.00	1.14
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

ESTACION 1

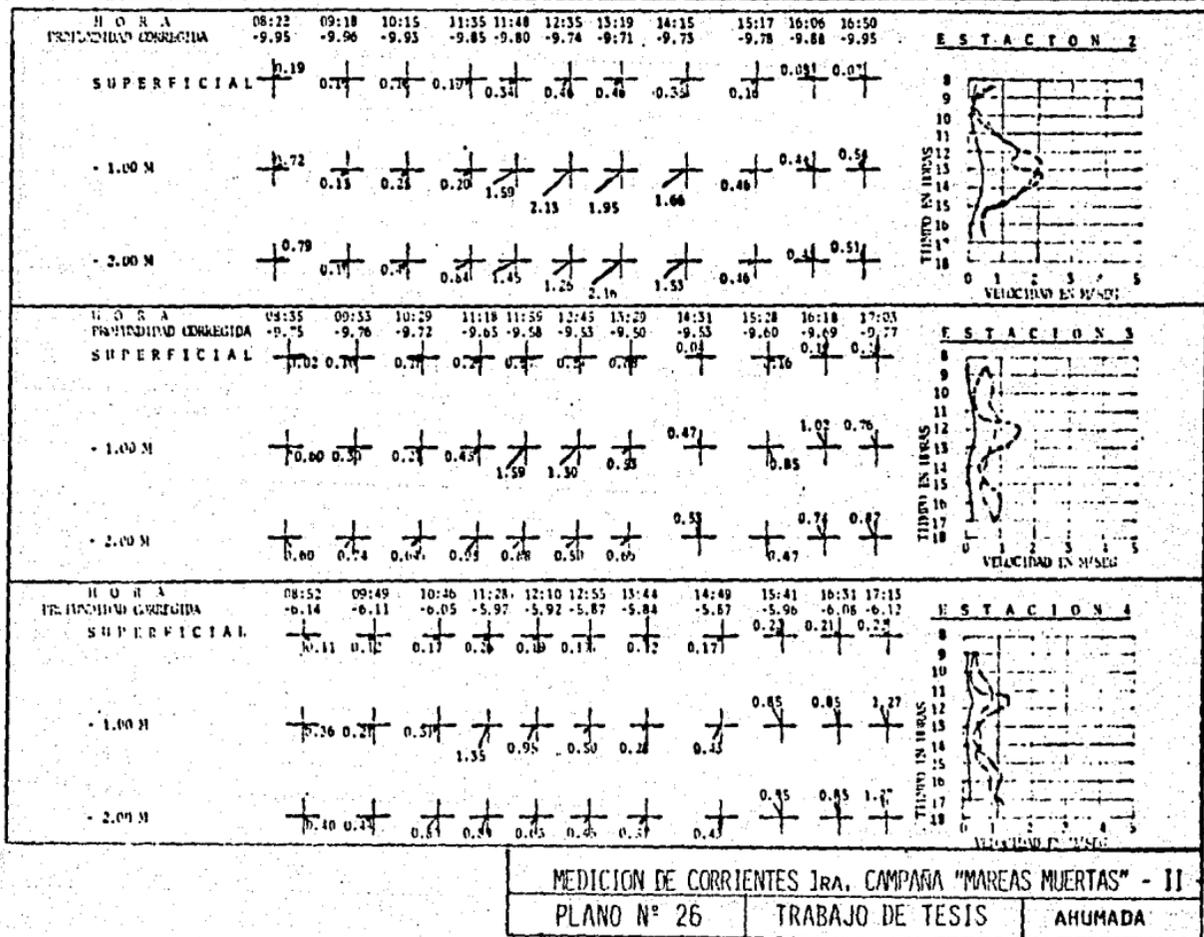


MEDICION DE CORRIENTES 1RA. CAMPAÑA "MAREAS MUERTAS" - I -

PLANO N° 25

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

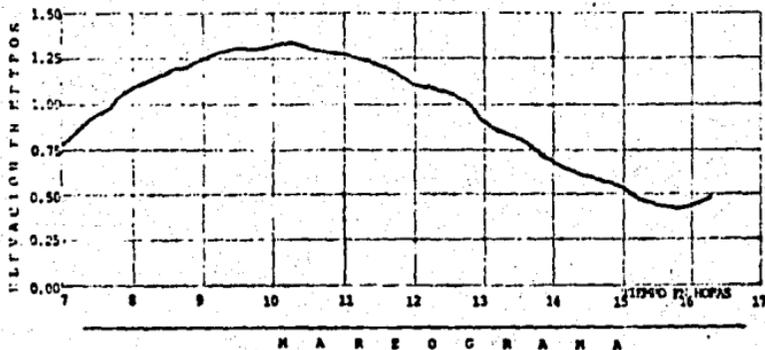


MEDICION DE CORRIENTES 1RA, CAMPAÑA "MAREAS MUERTAS" - II

PLANO Nº 26

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA



S I M B O L O G I A

———— CORRIENTE SUPERFICIAL

----- CORRIENTE EN - 1.00 M

----- CORRIENTE EN - 2.00 M



EL VECTOR INDICA LA DIRECCION
E INTENSIDAD DE LA CORRIENTE.

H O R A	07:25	08:41	09:44	10:40	11:42	12:32	14:05	15:01
PROFUNDIDAD CONSIDERADA	-6.42	-6.70	-6.79	-6.78	-6.67	-6.55	-6.16	-6.62
SUPERFICIAL	0.45	0.35	0.23	0.16	0.24	0.72	0.40	0.41
- 1.00 M	2.27	1.73	1.39	0.81	1.58	4.52	3.16	2.36
- 2.00 M	1.77	2.39	1.24	0.67	1.72	4.16	3.25	2.98

E S T A C I O N 1

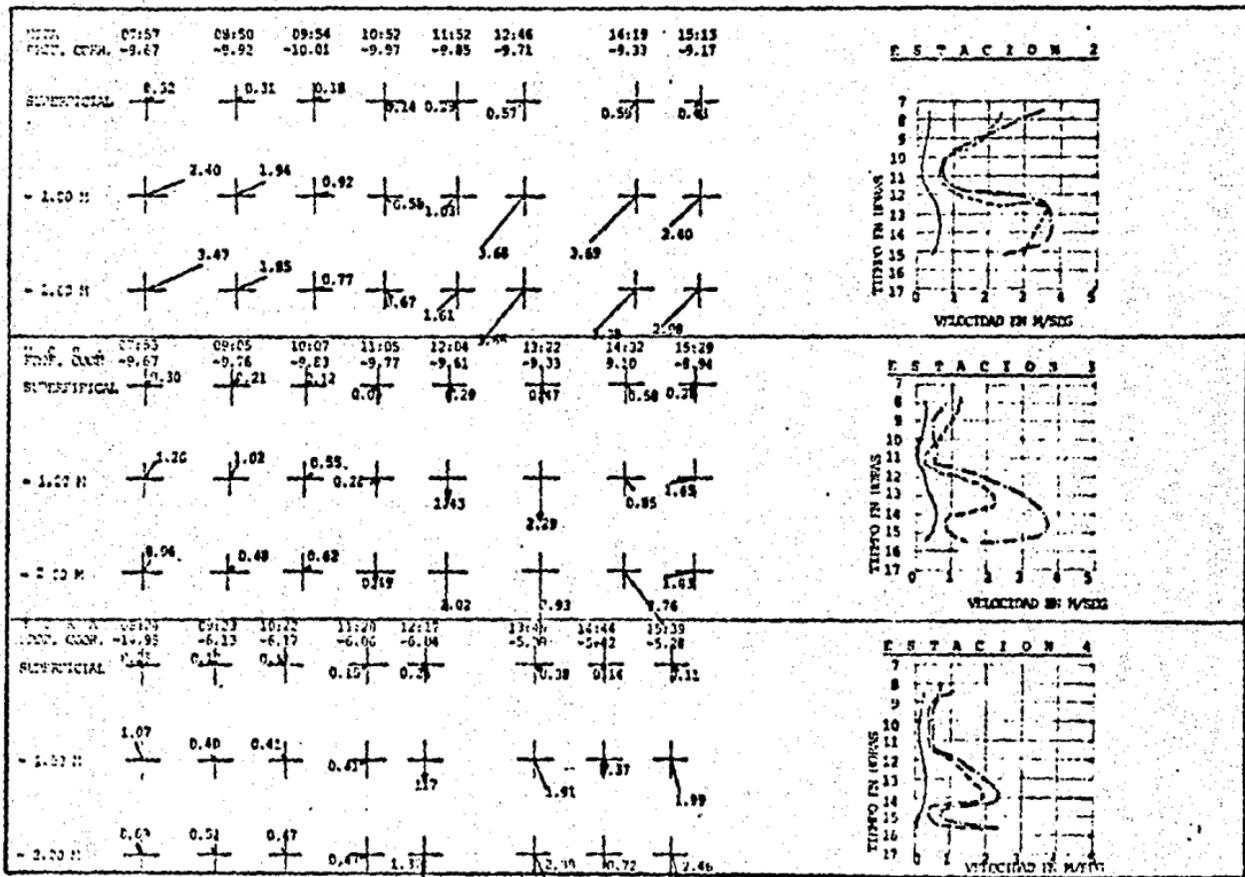


MEDICION DE CORRIENTES 2DA. CAMPAÑA "MAREAS VIVAS" - I -

PLANO N° 27

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA



MEDICION DE CORRIENTES 2DA. CAMPAÑA "MAREAS VIVAS" - II -

PLAND N° 28

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

IV: 4 MUESTREO DEL MATERIAL DE FONDO.

UNO DE LOS FACTORES MÁS IMPORTANTES EN EL TRANSPORTE DE MATERIAL SON LAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DEL MISMO. DADO QUE DURANTE LOS ESTUDIOS REALIZADOS PARA DEFINIR LA FACTIBILIDAD DEL PUERTO INDUSTRIAL DE TOPOLOBAMPO, SE REALIZÓ UN ESTUDIO GENERAL DE TIPO GEOLÓGICO Y EN ESPECIAL DEL MATERIAL CONSTITUTIVO DE LA BARRA Y SU ESTRATIGRAFÍA, SE DECIDIÓ VERIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL MISMO SOBRE EL EJE DEL FUTURO CANAL DE ACCESO. LOS SITIOS DONDE SE REALIZARON LOS MUESTREOS, INCLUYEN 3 PUNTOS EN EL EJE DEL CANAL PROPUESTO, UNO EN LA ZONA DEL CANAL ACTUAL Y DOS MÁS EN PUNTOS DE INTERÉS PARA EL MOVIMIENTO DEL MATERIAL COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA N° 4.

EL MUESTREO SE LLEVÓ A CABO EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1984, MEDIANTE UNA ALMEJA DE FONDO, COMPLEMENTADA CON UN CHIFLÓN PARA VERIFICAR LA CONSISTENCIA DEL MATERIAL DE FONDO.

LAS PROFUNDIDADES A LAS QUE SE OBTUVIERON LAS MUESTRAS SON LAS SIGUIENTES:

ESTACIÓN 1	5,50 M
ESTACIÓN 2	8,70 M
ESTACIÓN 2'	6,40 M
ESTACIÓN 2"	5,20 M
ESTACIÓN 3	8,50 M
ESTACIÓN 4	4,85 M

LOS RESULTADOS OBTENIDOS, COMO CONCLUSIÓN DE DICHS ESTUDIOS, INDICAN QUE EL DIÁMETRO MEDIO (D_{50}) ESTÁ COMPRENDI-

DO ENTRE 0.13 Y 0.25 MM. EL SONDEO CON CHIFLÓN LLEVADO HASTA UNA PROFUNDIDAD DE -12 METROS, MOSTRÓ QUE EL FONDO EN EL EJE DEL CANAL ESTÁ CONSTITUIDO POR MATERIAL ARENOSO FÁCILMENTE DRAGABLE.

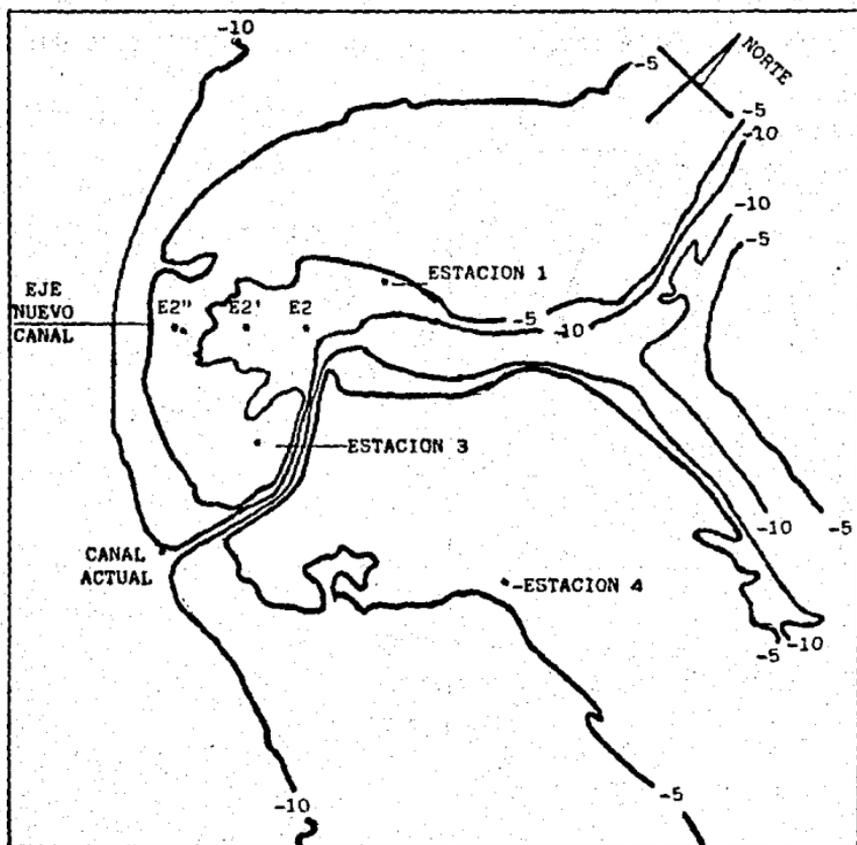
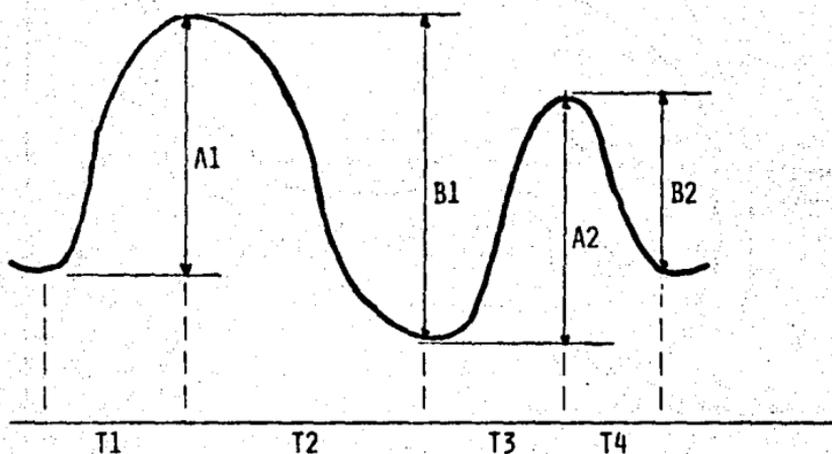


FIGURA N° 4 MUESTREO DE FONDO
ESTACIONES 1, 2, 2', 2'', 3 Y 4

IV: 5 MAREAS.

CON LOS DATOS DE LAS TABLAS DE PREDICCIÓN DE 1984, SE SELECCIONARON LOS PARÁMETROS: AMPLITUD-TIEMPO PARA LAS CONDICIONES MÁXIMAS, MEDIAS Y MÍNIMAS DE CADA MES; PARA LUEGO DETERMINAR LAS MEDIAS REPRESENTATIVAS ANUALES DE ESTOS RANGOS. EN LAS TABLAS 1, 2 Y 3 SE MUESTRAN ESTOS CÁLCULOS EN DONDE LOS PARÁMETROS TIENEN LA SIGUIENTE INTERPRETACIÓN:



A, B AMPLITUDES T = TIEMPO

FIGURA N° 5

T A B L A 1
MAREA MINIMA MENSUAL Y MAREA MEDIA MINIMA ANUAL
AÑO 1984

M E S	A1	B1	A2	B2	T1	T2	T3	T4
ENERO	0.39	0.06	0.03	0.42	9:23	4:59	2:48	7:56
FEBRERO	0.64	0.10	0.03	0.54	7:29	4:43	3:17	8:19
MARZO	0.67	0.03	0.09	1.00	8:25	2:48	4:23	9:12
ABRIL	0.70	0.06	0.61	1.11	6:46	3:13	6:34	8:13
MAYO	0.67	0.27	0.03	0.40	8:25	6:47	2:49	7:05
JUNIO	0.79	0.03	0.19	0.83	8:18	2:41	5:19	8:18
JULIO	0.43	0.03	0.03	0.49	8:31	4:52	3:35	7:56
AGOSTO	0.67	0.15	0.03	0.52	7:23	5:13	3:50	8:50
SEPTIEMBRE	0.70	0.03	0.03	0.86	8:41	2:42	3:46	9:38
OCTUBRE	0.76	0.09	0.61	1.19	7:00	3:08	6:22	8:18
NOVIEMBRE	0.76	0.15	0.03	0.67	8:35	4:48	3:30	8:25
DICIEMBRE	0.67	0.06	0.06	0.61	7:49	3:52	4:42	8:05
T O T A L	0.65	0.09	0.15	0.72	8:03	4:09	4:14	8:21

T A B L A 2
MAREA MEDIA MENSUAL Y MEDIA ANUAL
AÑO 1984

M E S	A1	B1	A2	B2	T1	T2	T3	T4
ENERO	1.14	0.75	0.24	0.67	8:28	5:59	3:37	6:49
FEBRERO	1.25	0.78	0.37	0.82	7:19	5:42	4:09	7:05
MARZO	1.17	0.75	0.51	1.08	7:40	4:40	4:53	7:34
ABRIL	1.06	0.62	0.72	1.09	6:37	4:43	6:05	7:07
MAYO	1.15	0.68	0.14	0.60	8:01	6:56	3:19	6:26
JUNIO	1.26	0.64	0.24	0.80	8:04	4:59	4:36	6:58
JULIO	1.11	0.70	0.26	0.69	8:01	5:54	4:04	6:49
AGOSTO	1.19	0.75	0.41	0.82	7:11	5:52	4:32	7:18
SEPTIEMBRE	1.15	0.72	0.55	1.06	7:42	4:31	4:43	7:49
OCTUBRE	1.14	0.62	0.60	1.07	6:55	4:46	5:46	6:55
NOVIEMBRE	1.22	0.69	0.24	0.79	7:50	5:43	4:09	7:09
DICIEMBRE	1.16	0.63	0.17	0.67	7:40	5:28	4:29	6:58
T O T A L	1.17	0.70	0.37	0.85	7:37	5:26	4:32	7:05

T A B L A 3
MAREA MAXIMA MENSUAL Y MAREA MEDIA MAXIMA ANUAL
AÑO 1984

M E S	A1	B1	A2	B2	T1	T2	T3	T4
ENERO	1.89	1.43	0.45	0.91	7:34	7:00	4:25	5:42
FEBRERO	1.86	1.46	0.70	1.10	7:08	6:41	5:00	5:50
MARZO	1.68	1.47	0.92	1.16	6:54	6:31	5:22	5:57
ABRIL	1.43	1.18	0.82	1.07	6:28	6:13	5:36	6:00
MAYO	1.64	1.09	0.24	0.79	7:37	7:05	3:56	5:46
JUNIO	1.73	1.25	0.28	0.76	7:49	7:16	3:52	5:38
JULIO	1.79	1.37	0.49	0.88	7:31	6:55	4:34	5:42
AGOSTO	1.71	1.34	0.79	1.12	7:00	6:31	5:14	5:47
SEPTIEMBRE	1.61	1.40	1.07	1.25	6:43	6:20	5:40	6:00
OCTUBRE	1.52	1.16	0.58	0.94	6:50	6:24	5:09	5:52
NOVIEMBRE	1.68	1.22	0.45	0.91	7:05	6:37	4:48	5:53
DICIEMBRE	1.65	1.19	0.27	0.73	7:30	7:04	4:10	5:50
T O T A L	1.68	1.30	0.59	0.97	7:11	6:43	4:49	5:48

EN EL PLANO 29 SE RESUMEN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS MENSUAL TANTO PARA LAS MAREAS MÁXIMAS COMO LAS MÍNIMAS Y LA MEDIA RESULTANTE.

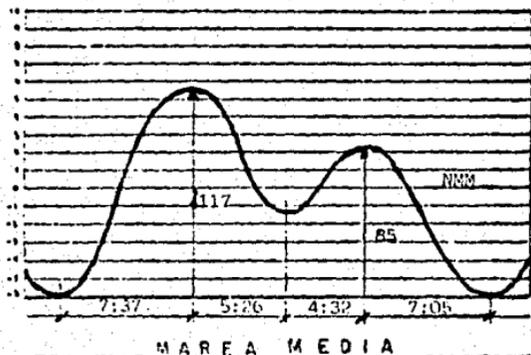
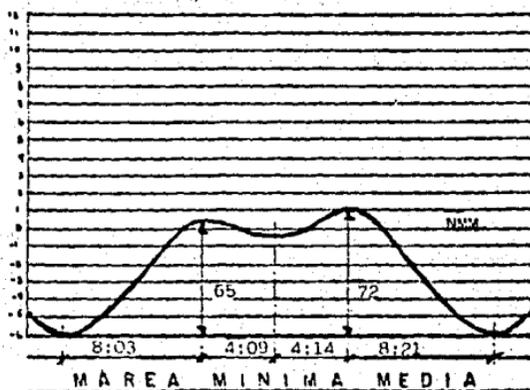
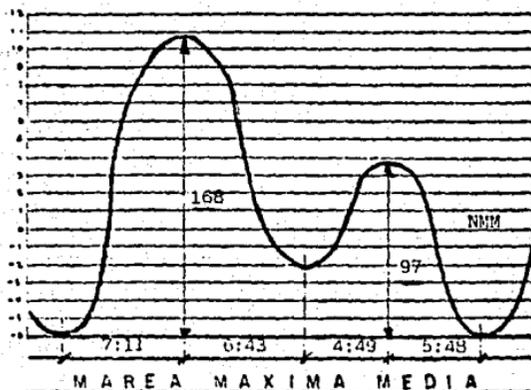
IV: 6 VIENTOS.

EL CIENTO ES UNO DE LOS FACTORES PRINCIPALES EN EL ACARREO DE MATERIALES, POR TAL MOTIVO SE REALIZÓ UN ANÁLISIS DE VIENTOS, TOMANDO COMO FUENTE LOS DATOS DE LA MEMORIA NUMERO 20 DE ESTUDIOS DE VIENTOS DE DIFERENTES PUERTOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA, DEL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y LABORATORIOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS MARÍTIMAS, CON EL FIN DE DETERMINAR LOS VIENTOS DOMINANTES Y REINANTES EN EL PUERTO DE TOPOLOBAMPO.

EN EL PLANO 30 APARECEN LOS DIFERENTES DIAGRAMAS DE LENZ EN LOS QUE SE DÁ ATENCIÓN ESPECIAL A LA FRECUENCIA (N), LA VELOCIDAD MÁXIMA (VM), LA VELOCIDAD MÁXIMA AL CUADRADO (VM)², Y AL PRODUCTO DE LA FRECUENCIA POR LA VELOCIDAD MEDIA (NV) CONSIDERADA PARA CADA DIRECCIÓN DE LA ROSA DE LOS VIENTOS. SE PUEDE CONCLUIR QUE LOS VIENTOS MÁS FRECUENTES (REINANTES) O MÁS INTENSOS (DOMINANTES) PROVIENEN DEL NOROESTE, ALCANZANDO VELOCIDADES MÁXIMAS HASTA DE 28.20 M/SEG, Y MEDIOS DEL ORDEN DE 19.00 M/SEG.

IV: 7 OLEAJE.

LOS OLEAJES ANÁLIZADOS SE OBTUVIERON DEL ATLAS OF SEA AND SWELL CHARTS NORTHEASTERN PACIFIC OCEAN, PUBLICADAS POR THE UNITED STATES NAVY HYDROGRAPHIC OFFICE, LAS CUALES PRESENTAN EN FORMA GRÁFICA LAS OBSERVACIONES REALIZADAS DU-



DATOS DE MAREAS

MAREAS	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂	T-1	T-2	T-3	T-4
MAXIMA	168	150	59	97	10h 50m	8h 43m	6h 48m	5h 46m
MINIMA	117	78	37	85	7h 37m	5h 26m	4h 32m	7h 05m
MEGIMA	83	9	18	77	1h 05m	9h 09m	6h 34m	6h 26m

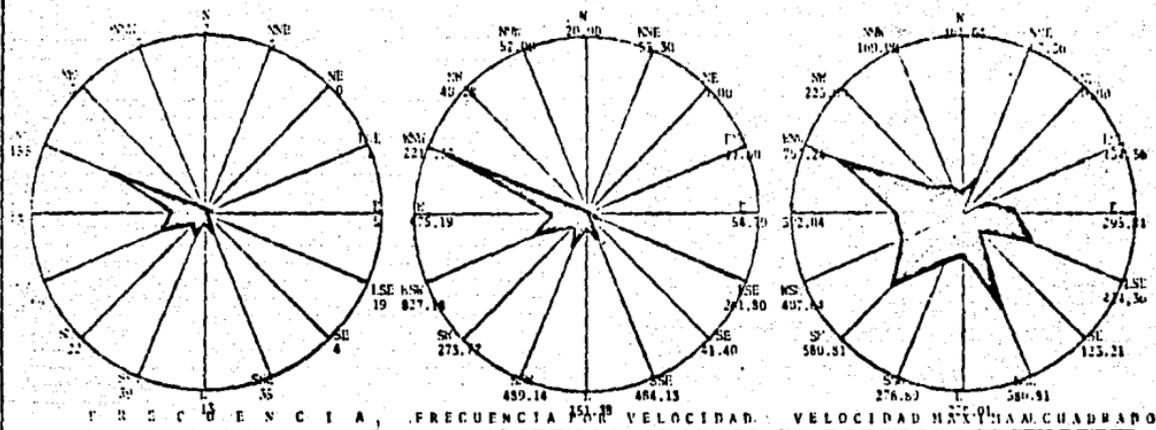
- Las mareas medidas representadas en este plano son las promedio de las tablas de Predicción de Mareas correspondientes al año de 1964.
- Elevaciones en centímetros referidas al MBM.
- Tiempo en Horas y Minutos.

RESUMEN DE MAREAS EN LA ZONA

PLANO N° 29

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA



DATOS DE VIENTOS

DIRECCION	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNE
FRECUENCIA	2	5	0	1	5	19	2	35	15	30	22	45	155	5	5	
VELOCIDAD MÁXIMA CUADRADO	20.00	55.50	0.00	11.40	54.70	261.80	41.40	484.15	151.75	480.14	275.77	927.18	175.19	2217.35	45.25	52.00
VELOCIDAD MÁXIMA 2	10.00	27.75	0.00	5.70	27.35	130.90	20.70	242.07	75.87	240.07	137.88	463.59	87.59	1108.67	22.62	26.00
VELOCIDAD MÁXIMA 3	10.18	14.50	0.00	11.60	17.20	20.60	11.10	24.17	15.10	16.70	24.17	20.18	19.50	28.20	15.00	15.00

- NOTAS
- * Los datos fueron tomados del estudio de vientos de diferentes puntos de la Republica Mexicana editado por INEGI
 - * Método de Observaciones 1095
 - * Cálculos h/o.
 - * Velocidades en metros sobre segundo

RESUMEN DE VIENTOS EN LA ZONA

PLANO N° 30

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

RANTE 11 AÑOS, POR EMBARCACIONES TANTO OCEANOGRÁFICAS COMO DE OTROS TIPOS, EN UNA VARIEDAD DE ZONAS PERFECTAMENTE UBICADAS, DICHAS OBSERVACIONES SON PROCESADAS ESTADÍSTICAMENTE PARA SU UTILIZACIÓN PRÁCTICA.

LOS DATOS DE OLEAJE SON PROPORCIONADOS EN CARTAS MENSUALES, SOBRE UNA ROSA DE VIENTOS Y PARA DOS TIPOS: EL "SEA" Y EL "SWELL", EL OLEAJE "SEA" CORRESPONDE AL LOCAL Y SE ENTIENDE POR TAL, AL OLEAJE GENERADO POR UN VIENTO LOCAL, O EN OTRAS PALABRAS, ES UN OLEAJE MEDIDO EN UNA ZONA DONDE EXISTE VIENTO QUE LO ESTÁ AFECTANDO. EL "SWELL" CORRESPONDE AL DISTANTE Y ES EL QUE ES PRODUCIDO POR UN VIENTO LEJANO Y HA SIDO OBSERVADO EN UNA ZONA DE CALMA.

EL PRIMERO ESTÁ CARACTERIZADO POR PERÍODOS MÁS CORTOS Y ALTURAS MÁS BAJAS QUE EL SEGUNDO. ESTO ACONTECE PORQUE EL OLEAJE DISTANTE ES UN OLEAJE TOTALMENTE DESARROLLADO, ES DECIR UN OLEAJE QUE RESULTÓ DE UNA ACUMULACIÓN DE LA ENERGÍA DEL VIENTO.

LAS CARTAS ANTERIORMENTE CITADAS, CLASIFICAN LAS ALTURAS DE LAS OLAS POR RANGOS, TANTO PARA EL OLEAJE LOCAL COMO PARA EL DISTANTE COMO SIGUE:

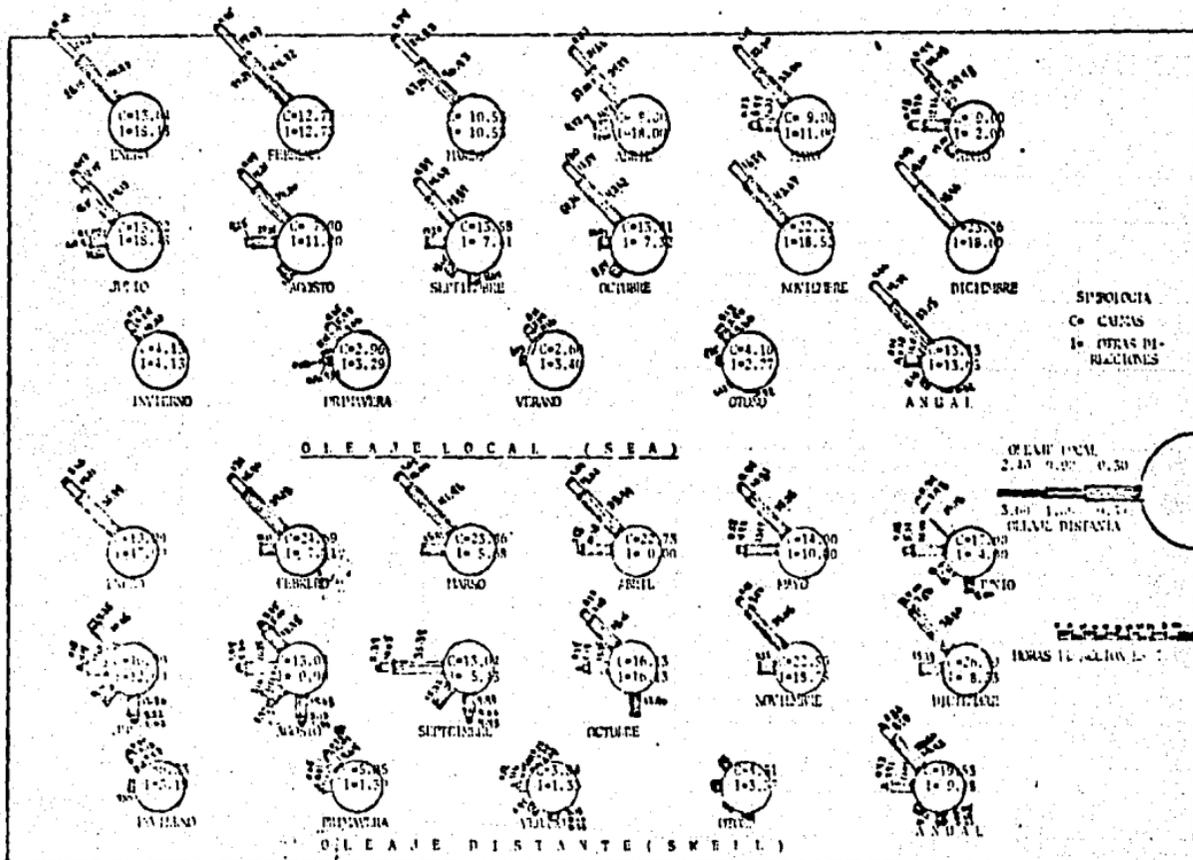
DENOMINACIÓN	OLEAJE LOCAL	
	ALTURA EN M.	VALOR MEDIO
CALMAS	0	
BAJAS	0.30 A 0.90	0.60
MEDIAS	0.90 A 2.40	1.65
ALTAS	2.40 A 3.60	3.60

DENOMINACIÓN	OLEAJE DISTANTE	
	ALTURA EN M	VALOR MEDIO
CALMAS	0	
BAJAS	0.30 A 1.80	1.10
MEDIAS	1.80 A 3.60	2.70
ALTAS	MAYORES DE 3.60	3.60

DEL ANÁLISIS MENSUAL DE AMBOS OLEAJES SE OBTUVIERON LAS TABLAS RESUMEN -DE LA 4 A LA 15- QUE CONTIENEN: EL TIPO DE OLEAJE, YA SEA LOCAL O DISTANTE, EL MES, EL NUMERO DE OBSERVACIONES DURANTE EL MES, LAS CALMAS EN PORCIENTO DE ESAS OBSERVACIONES Y EL NÚMERO DE HORAS DE ACCIÓN DEL OLEAJE, TODO ELLO PARA CADA DIRECCIÓN Y CADA RANGO. AL PIE DE LA TABLA SE HAN OBTENIDO LAS SUMAS.

EN LAS TABLAS SUBSECUENTES -DE LA 16 A LA 25- APARECEN LOS DATOS RESUMEN DE OLEAJES PARA CADA ESTACIÓN Y COMO CONCLUSIÓN UN RESUMEN ANUAL Y EL PLANO 31 CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL RESUMEN DE OLEAJE EN LA ZONA.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



RESUMEN MENSUAL DE OLAJE

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLAJE EN PORCENTAJE

CAPITULO IV

PAGINA 81

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = CALMAS I = OTRAS DIREC. N°O = NUMERO DE O.	BAJO	P _B N _B	P' _B N' _B	P'' _B N'' _B	P* _B N* _B
	MEDIO	P _M N _M	P' _M N' _M	P'' _M N'' _M	P* _M N* _M
	ALTO	P _A N _A	P' _A N' _A	P'' _A N'' _A	P* _A N* _A
	SUMA	N _T	N' _T	N'' _T	N* _T
	DISTANTE "SWELL"	BAJO			
	MEDIO				
	ALTO				
	SUMA				

MES: _____

 NOTACION: C = CALMAS
 I = OTRAS DIRECCIONES
 N°O = NUMERO DE OBSERVACIONES

$N_T + N'_T + N''_T + N^*_T + C + I = 100.00\%$ (NUMERO DE OBSERVACIONES)
 $P_B + P'_B + P''_B + P^*_B = 100.00\%$ (PORCENTAJE PARCIAL DE LA DIRECCION OBSER-
 VADA EN ESTE CASO "SUR")

TABLA 4

RESUMEN MENSUAL DE OLEAJE

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLEAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 13.64% I = 18.18% N°O= 893	BAJO				59 40.23
	MEDIO				40 27.27
	ALTO				1 0.68
	SUMA				68.18
DISTANTE "SWELL" C = 25.00% I = 22.37% N°O= 759	BAJO				68 35.79
	MEDIO				27 14.21
	ALTO				5 2.63
	SUMA				52.63

MES: ENERO
 NOTACION: C= CALMAS
 I= OTRAS DIRECCIONES
 N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

T A B L A 5
RESUMEN MENSUAL DE OLAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 12.73% I = 12.73% N°O= 885	BAJO				60 44.72
	MEDIO				39 29.07
	ALTO				1 0.75
	SUMA				74.54%
DISTANTE "SWELL" C = 24.69% I = 7.41% N°O= 769	BAJO			160 11.11	69 39.18
	MEDIO				28 15.90
	ALTO				3 1.71
	SUMA			11.11%	56.79%

MES: FEBRERO

NOTACION: C= CALMAS
I= OTRAS DIRECCIONES
N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

TABLA 6
RESUMEN MENSUAL DE OLAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 10,53% I = 10,53% N°O= 1080	BAJO			100 11,84	61 40,93
	MEDIO				37 24,83
	ALTO				2 1,34
	SUMA			11,84%	67,10%
DISTANTE "SWELL" C = 23,86% I = 5,68% N°O= 929	BAJO			100 15,91	76 41,46
	MEDIO				22 12,00
	ALTO				2 1,09
	SUMA			15,91%	54,55%

MES: MARZO

NOTACION: C= CALMAS
 I= OTRAS DIRECCIONES
 N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

TABLA 7
RESUMEN MENSUAL DE OLEAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLEAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 8.00% I = 18.00% N°O= 1028	BAJO			74 12.58	61 34.77
	MEDIO			26 4.42	38 21.66
	ALTO				1 0.57
	SUMA			17.00%	57.00%
DISTANTE "SWELL" C = 22.73% I = 0.00% N°O= 897	BAJO			85 20.28	73 38.99
	MEDIO			15 3.58	25 13.35
	ALTO				2 1.07
	SUMA			23.86%	53.41%

MES: ABRIL

NOTACION: C= CALMAS
I= OTRAS DIRECCIONES
N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

T A B L A 8
RESUMEN MENSUAL DE OLEAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLEAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 9,00% I = 11,00% N°O= 1072	BAJO			71 16.33	58 33.06
	MEDIO			28 6.44	40 22.80
	ALTO			1 0.23	2 1.14
	SUMA			23.00%	57.00%
DISTANTE "SWELL" C = 14,00% I = 10,00% N°O= 977	BAJO			81 23.49	75 35.25
	MEDIO			17 4.93	23 10.81
	ALTO			2 0.58	2 0.94
	SUMA			29.00%	47.00%

MES: MAYO

NOTACION: C= CALMAS
I= OTRAS DIRECCIONES
N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

TABLA 9
RESUMEN MENSUAL DE OLAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	ESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 9.00% I = 12.00% N°O= 920	BAJO		100 7.00	67 18.76	67 29.48
	MEDIO			32 8.96	32 14.08
	ALTO			1 0.28	1 0.44
	SUMA		7.00%	28.00%	44.00%
DISTANTE "SWELL" C = 17.00% I = 4.00% N°O= 825	BAJO	100 9.00	100 8.00	80 22.40	77 26.18
	MEDIO			19 5.32	22 7.48
	ALTO			1 0.28	1 0.44
	SUMA	9.00%	8.00%	28.00%	34.00%

MES: JUNIO

NOTACION: C= CALMAS
 I= OTRAS DIRECCIONES
 N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

T A B L A 10
RESUMEN MENSUAL DE OLAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 15.22% I = 18.48% N°O= 1209	BAJO			76 14.87	73 34.13
	MEDIO			23 4.50	26 12.14
	ALTO			1 0.19	1 0.47
	SUMA			19.56%	46.74%
DISTANTE "SWELL" C = 16.00% I = 12.00% N°O= 1153	BAJO	77 13.68	100 11.00	76 13.68	83 20.75
	MEDIO	14 2.52		23 4.14	17 4.25
	ALTO	9 1.62		1 0.18	
	SUMA	18.00%	11.00%	18.00%	25.00%

MES: JULIO

NOTACION: C= CALMAS
I= OTRAS DIRECCIONES
N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

T A B L A 11
RESUMEN MENSUAL DE OLEAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLEAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 7.00% I = 11.00% N°0= 643	BAJO		100 8.00	83 20.75	70 34.30
	MEDIO			17 4.25	29 14.21
	ALTO				1 0.40
	SUMA		8.00%	25.00%	49.00%
DISTANTE "SWELL" C = 13.04% I = 0.00% N°0= 648	BAJO	75 14.68	71 11.57	78 20.35	71 17.75
	MEDIO	16 3.13	20 3.26	18 4.70	20 5.00
	ALTO	9 1.76	9 1.47	4 1.04	9 2.25
	SUMA	19.57%	16.30%	26.09%	25.00%

MES: AGOSTO

NOTACION: C= CALMAS
I= OTRAS DIRECCIONES
N°0= NUMERO DE OBSERVACIONES

T A B L A 12
RESUMEN MENSUAL DE OLAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLAJE EN PORCENTAJE

C A R A C T E R I S T I C A S		D I R E C C I O N			
		S U R	S U R O E S T E	O E S T E	N O R O E S T E
L O C A L "S E A" C = 13,58% I = 7,41% N°O= 883	B A J O	100 8,64	100 8,64	100 17,28	65 28,89
	M E D I O				33 14,67
	A L T O				2 0,89
	S U M A	8,64%	8,64%	17,28%	44,45%
D I S T A N T E "S W E L L" C. = 13,04% I = 5,43% N°O= 854	B A J O	54 9,99	100 15,22	74 35,39	
	M E D I O	22 4,06		21 10,05	
	A L T O	24 4,43		5 2,39	
	S U M A	18,48%	15,22%	47,83%	

MES: SEPTIEMBRE

NOTACION: C= CALMAS
I= OTRAS DIRECCIONES
N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

T A B L A 13
RESUMEN MENSUAL DE OLEAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLEAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 13.41% I = 7.32% N°0= 902	BAJO		100 8.54	100 10.97	73 43.62
	MEDIO				26 15.54
	ALTO				1 0.60
	SUMA		8.54%	10.97%	59.76%
DISTANTE "SWELL" C = 16.13% I = 16.13% N°0= 902	BAJO	100 12.90		84 15.35	77 28.15
	MEDIO			12 2.19	21 7.68
	ALTO			4 0.74	2 0.73
	SUMA	12.90%		18.28%	36.56%

MES: OCTUBRE

NOTACION: C= CALMAS
I= OTRAS DIRECCIONES
N°0= NUMERO DE OBSERVACIONES

T A B L A 14

RESUMEN MENSUAL DE OLAJE

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLAJE EN PORCENTAJE

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 22,22% I = 18,52% N°0= 925	BAJO				72 42,67
	MEDIO				28 16,59
	ALTO				
	SUMA				59,26%
DISTANTE "SWELL" C = 22,50% I = 18,75% N°0= 796	BAJO			100 11,25	78 37,05
	MEDIO				20 9,50
	ALTO				2 0,95
	SUMA			11,25%	47,50%

MES: NOVIEMBRE

NOTACION: C= CALMAS
 I= OTRAS DIRECCIONES
 N°0= NUMERO DE OBSERVACIONES

PAGINA 92

T A B L A 15
RESUMEN MENSUAL DE OLEAJE
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION DE INCIDENCIA DE OLEAJE EN PORCENTAJE

CARACTERISTICAS		DIRECCION			
		SUR	SUROESTE	OESTE	NOROESTE
LOCAL "SEA" C = 23,26% I = 18,60% N°O= 870	BAJO				67 38,96
	MEDIO				32 18,60
	ALTO				1 0,58
	SUMA				58,14%
DISTANTE "SWELL" C = 26,39% I = 8,33% N°O= 754	BAJO			100 15,28	77 38,50
	MEDIO				15 7,50
	ALTO				8 4,00
	SUMA			15,28%	50,00%

MES: DICIEMBRE

NOTACION: C= CALMAS
I= OTRAS DIRECCIONES
N°O= NUMERO DE OBSERVACIONES

T A B L A 16
OLEAJE LOCAL "SEA"
PRIMAVERA

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 0.90	0.90 - 2.40	2.40 o MAS	SUMA %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	9.06	5.77	0.25	15.08
SUR	0.00	0.00	0.00	0.00
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
OESTE	3.40	0.91	0.02	4.33
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	12.46	6.68	0.27	19.41

CALMAS = 2.92%

OTRAS DIRECCIONES = 3.29%

T A B L A 17.
OLEAJE LOCAL "SEA"
VERANO

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 0.90	0.90 - 2.40	2.40 O MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	8.16	3.37	0.11	11.64
SUR	0.00	0.00	0.00	0.00
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	1.25	0.00	0.00	1.25
OESTE	4.53	1.46	0.04	6.03
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	13.94	4.83	0.15	18.92

CALMAS = 2.00%

OTRAS DIRECCIONES = 3.46%

T A B L A 18
OLEAJE LOCAL "SEA"
OTOÑO

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 0.90	0.90 - 2.40	2.40 o MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	9.60	3.90	0.13	13.63
SUR	0.72	0.00	0.00	0.72
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	1.43	0.00	0.00	1.43
OESTE	2.35	0.00	0.00	2.35
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	14.10	3.90	0.13	18.13

CALMAS = 4.10%

OTRAS DIRECCIONES = 2.77%

T A B L A 19
OLEAJE LOCAL "SEA"
INVIERNO

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 0.90	0.90 - 2.40	2.40 o MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	10.33	6.24	0.17	16.74
SUR	0.00	0.00	0.00	0.00
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
OESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	10.33	6.24	0.17	16.74

CALMAS = 4.13%

OTRAS DIRECCIONES = 4.13%

T A B L A 20
OLEAJE DISTANTE "SWELL"
PRIMAVERA

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 1.80	1.80 - 3.60	3.60 o MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	9.64	3.01	0.26	12.91
SUR	0.00	0.00	0.00	0.00
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
OESTE	4.97	0.71	0.05	5.73
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	14.61	3.72	0.31	18.64

CALMAS = 5.05%

OTRAS DIRECCIONES = 1.30%

T A B L A 21
OLEAJE DISTANTE "SWELL"
VERANO

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 1.80	1.80 - 3.60	3.60 o MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	5.39	1.39	0.22	7.00
SUR	3.13	0.47	0.28	3.88
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	2.55	0.27	0.12	2.94
OESTE	4.70	1.18	0.12	6.00
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	15.77	3.31	0.74	19.82

CALMAS = 3.84%

OTRAS DIRECCIONES = 1.33%

T A B L A 22
OLEAJE DISTANTE "SWELL"
OTOÑO

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 1.80	1.80 - 3.60	3.60 o MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	5.43	1.43	0.14	7.00
SUR	1.91	0.34	0.37	2.62
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	1.27	0.00	0.00	1.27
OESTE	5.17	1.02	0.26	6.45
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	13.78	2.79	0.77	17.34

CALMAS = 4.30%

OTRAS DIRECCIONES = 3.37%

T A B L A 23
OLEAJE DISTANTE "SWELL"
INVIERNO

D I R E C C I O N	A L T U R A S D E O L A			
	0.30 - 1.80	1.80 - 3.60	3.60 o MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	9.47	3.13	0.70	13.30
SUR	0.00	0.00	0.00	0.00
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
OESTE	2.20	0.00	0.00	2.20
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
T O T A L	11.67	3.13	0.70	15.50

CALMAS = 6.33%

OTRAS DIRECCIONES = 3.18%

T A B L A 24

OLEAJE LOCAL

A N U A L

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 0.90	0.90 - 1.80	1.80 o MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	37.15	19.28	0.66	57.09
SUR	0.72	0.00	0.00	0.72
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	2.68	0.00	0.00	2.68
OESTE	10.28	2.37	0.06	12.72
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	50.83	21.65	0.72	73.20

CALMAS = 13.15%

OTRAS DIRECCIONES = 13.65%

T A B L A 25
OLEAJE DISTANTE
A N U A L

DIRECCION	ALTURAS DE OLA			
	0.30 - 1.80	1.80 - 3.60	3.60 o MAS	SUMAS %
NORTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NORESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
NOROESTE	29.93	8.96	1.32	40.21
SUR	5.04	0.81	0.65	6.50
SURESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
SUROESTE	3.82	0.27	0.12	4.21
OESTE	17.04	2.91	0.43	20.38
ESTE	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	55.83	12.95	2.52	71.30

CALMAS = 19.52%

OTRAS DIRECCIONES = 9.18%

IV: 8 CORRIENTES.

DE ACUERDO CON LA SITUACIÓN GEOGRÁFICA LAS CORRIENTES LITORALES SON LAS DE MAYOR INFLUENCIA EN EL MECANISMO DE TRANSPORTE LITORAL.

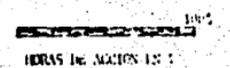
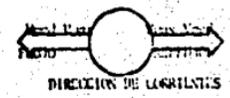
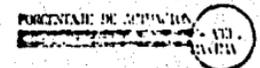
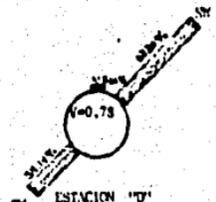
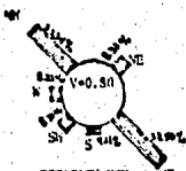
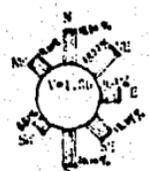
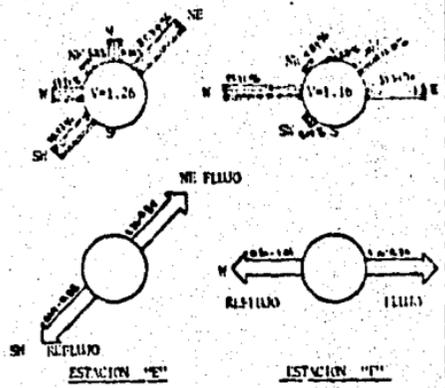
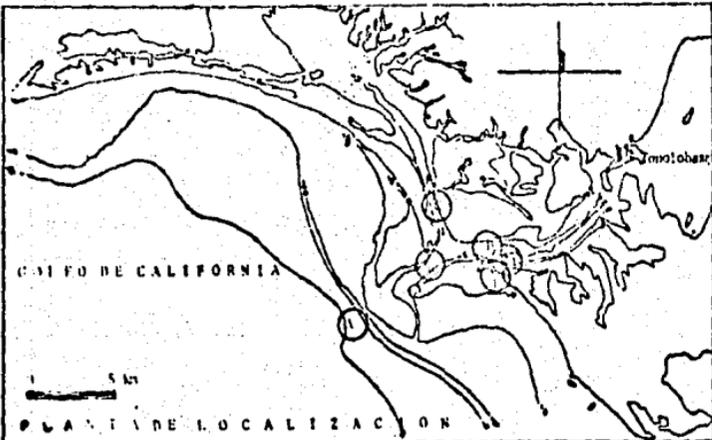
LAS CORRIENTES LITORALES GUARDAN UNA ESTRECHA RELACIÓN CON LOS OLEAJES QUE LAS GENERAN Y CONSECUENTEMENTE SU DISTRIBUCIÓN Y DIRECCIÓN DEPENDE DE LAS DIRECCIONES DE LOS OLEAJES.

TOMANDO EN CUENTA QUE ESTOS EFECTOS ESTÁN ÍNTIMAMENTE LIGADOS AL TRANSPORTE LITORAL, SU ANÁLISIS SE HACE AL MISMO TIEMPO QUE EL OLEAJE CON EL FIN DE DETERMINAR LAS DIRECCIONES E INTENSIDADES DEL TRANSPORTE LITORAL.

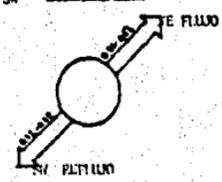
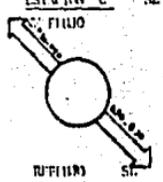
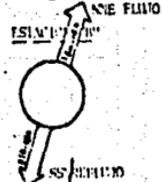
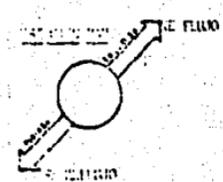
OTRO ASPECTO IMPORTANTE ES LA GRAN EXTENSIÓN DE LA BAHÍA, MOTIVO POR EL CUAL LAS MAREAS SON FUNDAMENTALES EN EL MOVIMIENTO DE GRANDES MASAS DE AGUA.

DE ESTUDIOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD AL PRESENTE SE OBTIENE EL SIGUIENTE RESUMEN DE CORRIENTES, EL CUAL TAMBIÉN APARECE EN EL PLANO 32.

	FLUJO		REFLUJO	
	DIRECCION	VELOCIDAD MAXIMA	DIRECCION	VELOCIDAD MAXIMA
ESTACIÓN A	NE	1.80 M/SEG.	SW	0.40 M/SEG.
ESTACIÓN B	NNE	1.80 M/SEG.	SWW	0.80 M/SEG.
ESTACIÓN C	NW	0.40 M/SEG.	SE	0.80 M/SEG.
ESTACIÓN D	NE	0.76 M/SEG.	SW	0.78 M/SEG.
ESTACIÓN E	NE	1.26 M/SEG.	SW	0.88 M/SEG.
ESTACIÓN F	E	1.16 M/SEG.	W	1.01 M/SEG.



- A ESTACION OCEANOGRAFICA
- B CANAL DE LA BARRA DE TONTOCINGUO
- C BARRA DE SANTA ROSA
- D BARRA DE TONTOCINGUO
- E PUNTA COPIAS
- F PUNTA COPIAS



RESUMEN DE CORRIENTES EN LA ZONA		
PLANO N° 32	TRABAJO DE TESIS	AHUMADA

IV: 8 CORRIENTES.

DE ACUERDO CON LA SITUACIÓN GEOGRÁFICA LAS CORRIENTES LITORALES SON LAS DE MAYOR INFLUENCIA EN EL MECANISMO DE TRANSPORTE LITORAL.

LAS CORRIENTES LITORALES GUARDAN UNA ESTRECHA RELACIÓN CON LOS OLEAJES QUE LAS GENERAN Y CONSECUENTEMENTE SU DISTRIBUCIÓN Y DIRECCIÓN DEPENDE DE LAS DIRECCIONES DE LOS OLEAJES.

TOMANDO EN CUENTA QUE ESTOS EFECTOS ESTÁN ÍNTIMAMENTE LIGADOS AL TRANSPORTE LITORAL, SU ANÁLISIS SE HACE AL MISMO TIEMPO QUE EL OLEAJE CON EL FIN DE DETERMINAR LAS DIRECCIONES E INTENSIDADES DEL TRANSPORTE LITORAL.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE ES LA GRAN EXTENSIÓN DE LA BAHÍA, MOTIVO POR EL CUAL LAS MAREAS SON FUNDAMENTALES EN EL MOVIMIENTO DE GRANDES MASAS DE AGUA.

DE ESTUDIOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD AL PRESENTE SE OBTIENE EL SIGUIENTE RESUMEN DE CORRIENTES, EL CUAL TAMBIÉN APARECE EN EL PLANO 32.

	F L U J O		R E F L U J O	
	DIRECCION	VELOCIDAD MAXIMA	DIRECCION	VELOCIDAD MAXIMA
ESTACIÓN A	NE	1.80 M/SEG.	SW	0.40 M/SEG.
ESTACIÓN B	NNE	1.80 M/SEG.	SWW	0.80 M/SEG.
ESTACIÓN C	NW	0.40 M/SEG.	SE	0.80 M/SEG.
ESTACIÓN D	NE	0.76 M/SEG.	SW	0.78 M/SEG.
ESTACIÓN E	NE	1.26 M/SEG.	SW	0.88 M/SEG.
ESTACIÓN F	E	1.16 M/SEG.	W	1.01 M/SEG.

OBSERVÁNDOSE EN EL CANAL DE NAVEGACIÓN CORRIENTES PARA FLUJO DE 1.80 METROS POR SEGUNDO CON DIRECCIÓN NORESTE Y REFLUJO DE 0.80 METROS POR SEGUNDO CON DIRACCION SUROESTE.

IV: 9 CALCULO DE TRANSPORTE LITORAL.

COMO YA SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE LA FORMACIÓN DE LA BARRA EN LA BAHÍA DE TOPOLOBAMPO CREA DIVERSOS PROBLEMAS PARA NAVEGACIÓN YA QUE EL CANAL ACTUAL PRESENTA DIVERSAS DIFICULTADES PARA MANTENERSE EN CONDICIONES OPTIMAS.

ADICIONALMENTE SE PREVÉ EL TRANSITO DE EMBARCACIONES DE 45,000 TONELADAS DE PESO MUERTO, QUE REQUIEREN UNA PROFUNDIDAD DE MENOS 12 METROS, REFERIDOS AL NIVEL DE BAJA MAR MEDIA INFERIOR.

EL OBJETIVO PRIMORDIAL EN LA EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE LITORAL, ES ESTABLECER UN MARCO DE REFERENCIA, PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE ACARREO LITORAL EN LA ZONA. ESTA EVALUACIÓN SE BASA EN LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE OLEAJE Y GRANULOMÉTRICOS OBTENIDOS DE ESTUDIOS ANTERIORES Y COMPLEMENTADOS CON LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS REALIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO.

EXISTEN DIVERSAS FORMAS DE EVALUACIÓN TEÓRICA DEL TRANSPORTE LITORAL, PERO BASADOS EN RESULTADOS DE OTROS PROBLEMAS DE ESTE TIPO, PUEDE APLICARSE LA EXPRESIÓN DE LARRÁS:

$$Q_s = K_g T H^2 (\text{SEN } 7/4) K_R^2$$

EN LA QUE:

Q_s = TRANSPORTE LITORAL EN M^3

K = COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL TIPO DE PLAYA Y GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL FORMADOR

T = PERÍODO DEL OLEAJE

K_r = COEFICIENTE DE REFLEXIÓN

G = ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD = 9.81 M/SEG^2

H = ALTURA DE OLA EN METROS

T = TIEMPO DE ACCIÓN EN SEGUNDOS

α = ANGULO DE INCIDENCIA DEL OLEAJE

SE CONSIDERA ADECUADA SU UTILIZACIÓN USANDO ÚNICAMENTE PARA EL VALOR DE K LA SIGUIENTE EXPRESIÓN:

$$K = 0.118 \times 10^{-5} \times (D_{50})^{-\frac{1}{2}} \times \left(\frac{L_0}{H_0}\right)$$

D_{50} = DIÁMETRO MEDIO DEL MATERIAL

L_0 = LONGITUD DE ONDA EN AGUAS PROFUNDAS

H_0 = ALTURA DE OLA EN AGUAS PROFUNDAS

DE ACUERDO CON LOS TIEMPOS DE INCIDENCIA, COEFICIENTES DE REFRACCIÓN, LOS ÁNGULOS DE INCIDENCIA DEL OLEAJE Y LAS ALTURAS DE OLAS, SE PROCEDIÓ A EVALUAR LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR ZONAS.

PORCENTAJE DE ACCIÓN DEL OLEAJE ANUAL
OLEAJE LOCAL

DIRECCION	ALTURA DE OLA			TOTAL %
	0.30 A 0.90	0.90 A 2.40	2.40 O MAS	
SSW	3.40	0.00	0.00	3.40
WNW	47.43	21.67	0.72	69.82
TOTAL	50.83	21.67	0.72	73.22

UN AÑO = $365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31'536.000$ SEGUNDOS

TOTAL ALTURA DE OLAS = 72.22 %

OTRAS DIRECCIONES = 13.65 %

CALMAS = 13.13 %

100.00 %

TOMANDO LA DIRECCIÓN DEL OLEAJE SSW PARA SACAR EL TIEMPO DE ACCIÓN:

DE 0.30 A 0.90 = $0.0340 \times 31'536,000 \times 0.50 = 536,112$ SEG.

TOMANDO LA DIRECCIÓN DEL OLEAJE WNW PARA SACAR EL TIEMPO DE ACCIÓN:

DE 0.30 A 0.90 = $0.4743 \times 31'536,000 \times 0.50 = 7'478,762$ SEG.

DE 0.90 A 2.40 = $0.2167 \times 31'536,000 \times 0.50 = 3'416,925$ SEG.

DE 2.40 O MAS = $0.0072 \times 31'536,000 \times 0.50 = 113,529$ SEG.

PORCENTAJE DE ACCIÓN DEL OLEAJE ANUAL
OLEAJE DISTANTE

DIRECCION	ALTURA DE OLA			TOTAL %
	0.30 A 1.80	1.80 A 3.60	3.60 O MAS	
SSW	8.86	1.08	0.77	10.71
WNW	46.96	11.88	1.74	61.58
TOTAL	52.82	12.96	2.51	71.29

TOTAL ALTURA DE OLAS = 71.29 %

OTRAS DIRECCIONES = 19.53 %

CALMAS = 9.18 %

100.00 %

TOMANDO LA DIRECCIÓN DEL OLEAJE SSW PARA SACAR EL TIEMPO DE ACCIÓN:

$$\begin{aligned} \text{De 0.30 a 1.80} &= 0.0886 \times 31'536.000 \times 0.50 = \\ &= 1'397.045 \text{ SEGUNDOS} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De 1.80 a 3.60} &= 0.0108 \times 31'536.000 \times 0.50 = \\ &= 170.294 \text{ SEGUNDOS} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De 3.60 o MAS} &= 0.0077 \times 31'536.000 \times 0.50 = \\ &= 121.413 \text{ SEGUNDOS} \end{aligned}$$

TOMANDO LA DIRECCIÓN DEL OLEAJE WNW PARA SACAR EL TIEMPO DE ACCIÓN:

$$\begin{aligned} \text{De 0.30 a 1.80} &= 0.4696 \times 31'536.000 \times 0.50 = \\ &= 7'404.653 \text{ SEGUNDOS} \end{aligned}$$

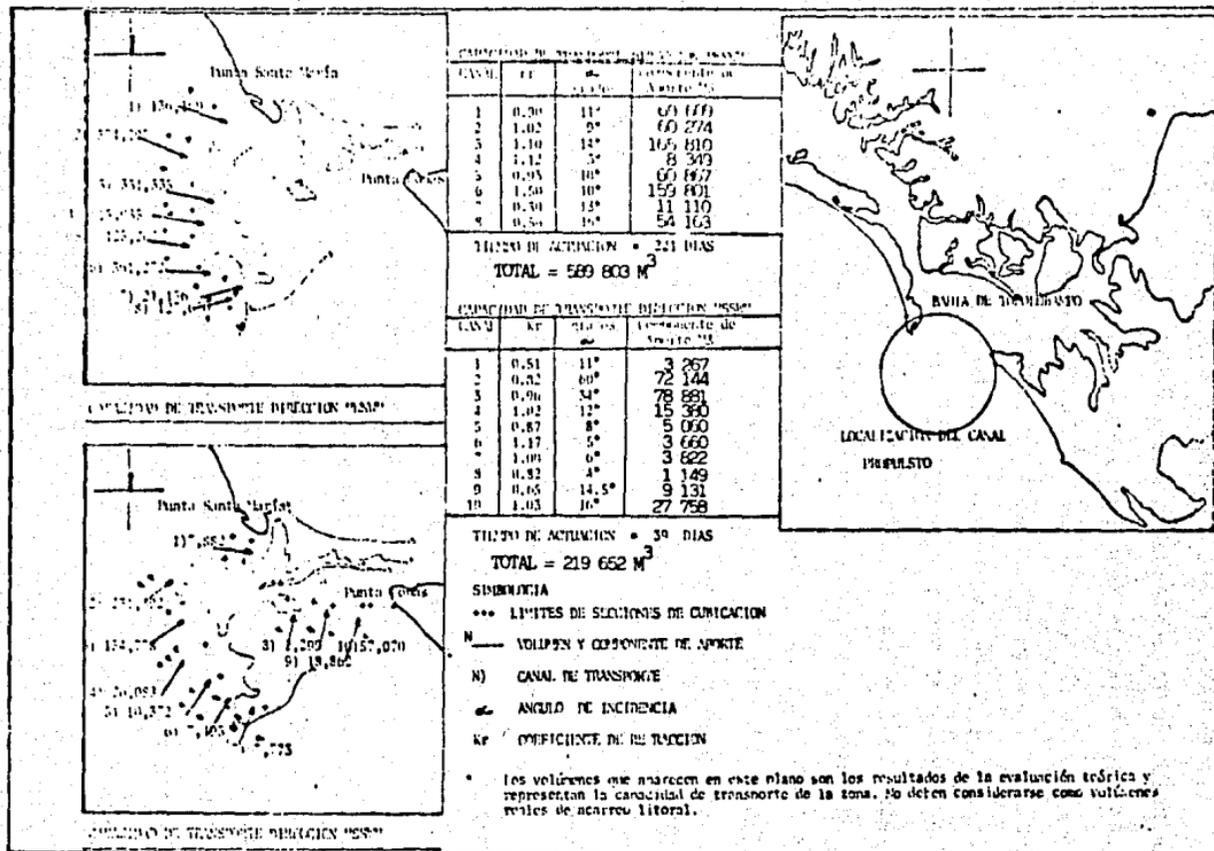
$$\begin{aligned} \text{De 1.80 a 3.60} &= 0.1188 \times 31'536.000 \times 0.50 = \\ &= 1'873.238 \text{ SEGUNDOS} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De 3.60 o MAS} &= 0.0174 \times 31'536.000 \times 0.50 = \\ &= 274.363 \text{ SEGUNDOS} \end{aligned}$$

LA EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE A LO LARGO DE LA BARRA DESDE PUNTA SANTA MARÍA HASTA PUNTA COPAS, SE MUESTRA EN LAS TABLAS SIGUIENTES -DE LA TABLA 26 A LA TABLA 29- Y EN EL PLANO N° 33, COMPLEMENTARIAMENTE AL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ACARREO LITORAL QUE PUEDE TENER EL OLEAJE SOBRE LA BARRA, SE PROCEDIÓ HA HACER CÁLCULOS ESPECÍFICOS DEL TRANSPORTE LITORAL QUE PODÍA PRESENTARSE SOBRE EL CANAL EN CUALQUIERA DE LAS POSICIONES PARA LO CUAL SE DETERMINO LA COMPONENTE DEL APORTE QUE PODÍA TENER INFLUENCIA SOBRE EL CANAL DE NAVEGACIÓN, EN LAS TABLAS 30 Y 31 SE ESTABLECE PARA CADA UNO DE LOS CANALES DE ENERGÍA LA COMPONENTE TOTAL QUE PUEDE PRESENTARSE, DEDUCIENDO QUE EL MÁXIMO TRANSPORTE DEL WNW, SERÍA DE $589,803 \text{ m}^3$ -CANALES- Y QUE LA DIRECCIÓN SSW SE TENDRÍA UN TRANSPORTE DE MATERIAL DE 219,652 METROS CUBICOS POR AÑO.

LO ANTERIOR PERMITE ESTIMAR QUE LA CIFRA MÁXIMA DE TRANSPORTE LITORAL SOBRE LA BARRA ES $809,455 \text{ m}^3/\text{AÑO}$.
IV: 10 ANALISIS DE ESTABILIDAD.

LA ESTABILIDAD DE UN CANAL SUJETO A LA INFLUENCIA DE LA MAREA PUEDE ANALIZARSE EN FUNCIÓN DE DOS ASPECTOS, YA SEA EN CUANTO A LA POSICIÓN DE LA ENTRADA RESPECTO A SU LOCALIZACIÓN EN PLANTA -ESTABILIDAD EN PLANTA U HORIZONTAL-; O BIEN, CONSIDERANDO LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL - ESTABILIDAD VERTICAL-.



TRANSPORTE LITORAL

PLANO N° 33

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

TRANSPORTE LITORAL
OLEAJE DISTANTE
DIRECCION "WNW"

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
DIRECCION	Ho (m)	Ho MEDIA (m)	D ^{-1/2} (mm)	Lo	Lo/Ho	K	(W/SEG ²)	Ho ²	KR ²	T(SEG)	α	SEN7/4	(M ² /SEG)	T ACTUACION (SEG)	VOLUMEN (M ³)
CANAL 1	0.30 A 1.80	1.05	2.132	99.84	95.09	2.51x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.810	8	11°	0.330	0.006	7 404 653	42 887
	1.80 A 3.60	2.70	2.132	224.64	83.20	2.09x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.810	12	11°	0.330	0.048	1 873 238	89 808
	3.60 O MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.810	14	11°	0.330	0.102	274 363	27 934
CANAL 2	0.30 A 1.80	1.05	2.132	99.84	95.09	2.51x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.040	8	9°	0.271	0.006	7 404 653	45 220
	1.80 A 3.60	2.70	2.132	224.64	83.20	2.09x10 ⁻⁴	9.81	7.29	1.040	12	9°	0.271	0.051	1 873 238	94 693
	3.60 O MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	1.040	14	9°	0.271	0.107	274 363	29 454
CANAL 3	0.30 A 1.80	1.05	2.132	99.84	95.09	2.51x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.220	8	14°	0.415	0.011	7 404 653	81 234
	1.80 A 3.60	2.70	2.132	224.64	83.20	2.09x10 ⁻⁴	9.81	7.29	1.220	12	14°	0.415	0.091	1 873 238	170 108
	3.60 O MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	1.220	14	14°	0.415	0.193	274 363	52 911
CANAL 4	0.30 A 1.80	1.05	2.132	99.84	95.09	2.51x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.250	8	3°	0.092	0.002	7 404 653	18 451
	1.80 A 3.60	2.70	2.132	224.64	83.20	2.09x10 ⁻⁴	9.81	7.29	1.250	12	3°	0.092	0.021	1 873 238	38 638
	3.60 O MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	1.250	14	3°	0.092	0.044	274 363	12 018
CANAL 5	0.30 A 1.80	1.05	2.132	99.84	95.09	2.51x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.857	8	10°	0.300	0.006	7 404 653	41 251
	1.80 A 3.60	2.70	2.132	224.64	83.20	2.09x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.857	12	10°	0.300	0.046	1 873 238	86 381
	3.60 O MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.857	14	10°	0.300	0.098	274 363	26 869
CANAL 6	0.30 A 1.80	1.05	2.132	99.84	95.09	2.51x10 ⁻⁴	9.81	1.10	2.250	8	10°	0.300	0.015	7 404 653	108 301
	1.80 A 3.60	2.70	2.132	224.64	83.20	2.09x10 ⁻⁴	9.81	7.29	2.250	12	10°	0.300	0.121	1 873 238	226 788
	3.60 O MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	2.250	14	10°	0.300	0.257	274 363	70 542
CANAL 7	0.30 A 1.80	1.05	2.132	99.84	95.09	2.51x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.094	8	13°	0.387	0.001	7 404 653	5 837
	1.80 A 3.60	2.70	2.132	224.64	83.20	2.09x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.094	12	13°	0.387	0.007	1 873 238	12 222
	3.60 O MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.094	14	13°	0.387	0.014	274 363	3 802
CANAL 8	0.30 A 1.80	1.05	2.132	99.84	95.09	2.51x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.312	8	16°	0.469	0.003	7 404 653	23 478
	1.80 A 3.60	2.70	2.132	224.64	83.20	2.09x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.312	12	16°	0.469	0.026	1 873 653	49 175
	3.60 O MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.312	14	16°	0.469	0.056	274 363	15 292

$$1.18 \times 10^{-4} X C X E = F$$

TABLA 26

$$F X G X H X I X J X L = M$$

$$M X N = O$$

TRANSPORTE LITORAL
OLEAJE LOCAL
DIRECCION "WNW"

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
DIRECCION	H ₀ (m)	H ₀ MEDIA (m)	T ² (seg)	L ₀	L ₀ /H ₀	K	G (M/SEG ²)	H ₀ ²	K ₀ ²	T (SEG)	α	SEN ² /4 _α	G _s (M ² /SEG)	T ACTUACION (SEG)	VOLUMEN (M ³)
CANAL 1	0.30 a 0.90	0.60	2.132	76.44	127.40	3.21x10 ⁻⁴	9.81	0.36	0.810	6	11°	0.330	0.002	7 478 763	13 597
	0.90 a 2.40	1.65	2.132	126.36	76.58	1.93x10 ⁻⁴	9.81	2.72	0.810	7	11°	0.330	0.010	3 416 926	32 925
	2.40 o MAS	2.40	2.132	263.64	109.85	2.76x10 ⁻⁴	9.81	5.76	0.810	8	11°	0.330	0.033	113 530	3 786
CANAL 2	0.30 a 0.90	0.60	2.132	76.44	127.40	3.21x10 ⁻⁴	9.81	0.36	1.040	6	9°	0.271	0.002	7 478 763	14 337
	0.90 a 2.40	1.65	2.132	126.36	76.58	1.93x10 ⁻⁴	9.81	2.72	1.040	7	9°	0.271	0.010	3 416 926	34 716
	2.40 o MAS	2.40	2.132	263.64	109.85	2.76x10 ⁻⁴	9.81	5.76	1.040	8	9°	0.271	0.035	113 530	3 992
CANAL 3	0.30 a 0.90	0.60	2.132	76.44	127.4	3.21x10 ⁻⁴	9.81	0.36	1.220	6	14°	0.415	0.003	7 478 763	25 755
	0.90 a 2.40	1.65	2.132	126.36	76.58	1.93x10 ⁻⁴	9.81	2.72	1.220	7	14°	0.415	0.018	3 416 926	62.364
	2.40 o MAS	2.40	2.132	263.64	109.85	2.76x10 ⁻⁴	9.81	5.76	1.220	8	14°	0.415	0.063	113 530	7 171
CANAL 4	0.30 a 0.90	0.60	2.132	76.44	127.40	3.21x10 ⁻⁴	9.81	0.36	1.250	6	3°	0.092	0.001	7 478 763	5 850
	0.90 a 2.40	1.65	2.132	126.36	76.58	1.93x10 ⁻⁴	9.81	2.72	1.250	7	3°	0.092	0.004	3 416 926	14 165
	2.40 o MAS	2.40	2.132	263.64	109.85	2.76x10 ⁻⁴	9.81	5.76	1.250	8	3°	0.092	0.014	113 530	1 629
CANAL 5	0.30 a 0.90	0.60	2.132	76.44	127.40	3.21x10 ⁻⁴	9.81	0.36	0.857	6	10°	0.300	0.002	7 478 763	13 079
	0.90 a 2.40	1.65	2.132	126.36	76.58	1.93x10 ⁻⁴	9.81	2.72	0.857	7	10°	0.300	0.009	3 416 926	31 669
	2.40 o MAS	2.40	2.132	263.64	109.85	2.76x10 ⁻⁴	9.81	5.76	0.857	8	10°	0.300	0.032	113 530	3 642
CANAL 6	0.30 a 0.90	0.60	2.132	76.44	127.40	3.21x10 ⁻⁴	9.81	0.36	2.250	6	10°	0.300	0.005	7 478 763	34 337
	0.90 a 2.40	1.65	2.132	126.36	76.58	1.93x10 ⁻⁴	9.81	2.72	2.250	7	10°	0.300	0.024	3 416 926	83 144
	2.40 o MAS	2.40	2.132	263.64	109.85	2.76x10 ⁻⁴	9.81	5.76	2.250	8	10°	0.300	0.084	113 530	9 561
CANAL 7	0.30 a 0.90	0.60	2.132	76.44	127.40	3.21x10 ⁻⁴	9.81	0.36	0.094	6	13°	0.387	0.000	7 478 763	1 850
	0.90 a 2.40	1.65	2.132	126.36	76.58	1.93x10 ⁻⁴	9.81	2.72	0.094	7	13°	0.387	0.001	3 416 926	4 481
	2.40 o MAS	2.40	2.132	263.64	109.85	2.76x10 ⁻⁴	9.81	5.76	0.094	8	13°	0.387	0.005	113 530	515
CANAL 8	0.30 a 0.90	0.60	2.132	76.44	127.40	3.21x10 ⁻⁴	9.81	0.36	0.312	6	16°	0.469	0.001	7 478 763	7 444
	0.90 a 2.40	1.65	2.132	126.36	76.58	1.93x10 ⁻⁴	9.81	2.72	0.312	7	16°	0.469	0.005	3 416 926	18 024
	2.40 o MAS	2.40	2.132	263.64	109.85	2.76x10 ⁻⁴	9.81	5.76	0.312	8	16°	0.469	0.018	113 530	2 073

$$1.18 \times 10^{-4} \times C \times E = F$$

TABLA 27

$$F \times G \times H \times I \times J \times L = M$$

$$M \times N = O$$

DIRECCION "SSH"

DIRECCION	Ho (M)	Ho MEDIA (M)	D ⁻² (PPI)	Lo	Lo/lb	K	g (M/SEG ²)	-Ho ²	KR ²	T(SEG)	α	SEN7/4	Qs (M ² /SEG)	T ACTUACION (SEG)	VOLUMEN (M ³)
CANAL 1	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.260	9	11°	0.330	0.003	1 397 045	3 527
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.260	11	11°	0.330	0.012	170 294	2 023
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.260	12	11°	0.330	0.028	121 413	3 401
CANAL 2	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.670	9	60°	0.966	0.019	1 397 045	26 608
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.670	11	60°	0.966	0.090	170 294	15 260
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.670	12	60°	0.966	0.211	121 413	25 656
CANAL 3	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.920	9	34°	0.862	0.023	1 397 045	32 603
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.920	11	34°	0.862	0.110	170 294	18 698
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.920	12	34°	0.862	0.259	121 413	31 436
CANAL 4	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.040	9	12°	0.358	0.011	1 397 045	15 306
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	1.040	11	12°	0.358	0.052	170 294	8 778
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	1.040	12	12°	0.358	0.122	121 413	14 759
CANAL 5	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.750	9	8°	0.242	0.005	1 397 045	7 462
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.750	11	8°	0.242	0.025	170 294	4 279
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.750	12	8°	0.242	0.059	121 413	7 159
CANAL 6	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.375	9	5°	0.152	0.006	1 397 045	8 592
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	1.375	11	5°	0.152	0.029	170 294	4 928
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	1.375	12	5°	0.152	0.068	121 413	8 285
CANAL 7	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.000	9	6°	0.182	0.005	1 397 045	7 482
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	1.000	11	6°	0.182	0.025	170 294	4 291
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	1.000	12	6°	0.182	0.059	121 413	7 214
CANAL 8	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.680	9	4°	0.121	0.002	1 397 045	3 383
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.680	11	4°	0.121	0.011	170 294	1 940
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.680	12	4°	0.121	0.027	121 413	3 262
CANAL 9	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.430	9	144°	0.429	0.005	1 397 045	7 584
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	0.430	11	144°	0.429	0.026	170 294	4 349
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	0.430	12	144°	0.429	0.060	121 413	7 312
CANAL 10	0.30 a 1.80	1.05	2.132	126.36	120.34	3.03x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.070	9	16°	0.469	0.015	1 397 045	20 631
	1.80 a 3.60	2.70	2.132	188.76	69.91	1.76x10 ⁻⁴	9.81	7.29	1.070	11	16°	0.469	0.069	170 294	11 832
	3.60 o MAS	3.60	2.132	305.76	84.93	2.14x10 ⁻⁴	9.81	12.96	1.070	12	16°	0.469	0.164	121 413	19 893

TABLA 28

TRANSPORTE LITORAL
OLEAJE LOCAL
DIRECCION "SSW"

DIRECCION	H ₀ (M)	H ₀ MEDIA (M)	D ^{-1/4} (MM)	C ₀	L ₀ /H ₀	K	G (M/SEG ²)	H ₀ ²	K ₀ ²	T(SEG)		SEN7/4	Q _S (M ² /SEG)	T ACTUACION (SEG)	VOLUMEN (M ³)
CANAL 1	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.260	8	11°	0.330	0.002	536 112	949
CANAL 2	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.670	8	60°	0.966	0.013	536 112	7 159
CANAL 3	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.920	8	34°	0.852	0.016	536 112	8 772
CANAL 4	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.040	8	12°	0.358	0.008	536 112	4 118
CANAL 5	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.750	8	8°	0.242	0.004	536 112	2 008
CANAL 6	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.375	8	5°	0.152	0.004	536 112	2 312
CANAL 7	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.000	8	6°	0.182	0.004	536 112	2 013
CANAL 8	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.680	8	4°	0.121	0.002	536 112	910
CANAL 9	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	0.430	8	14½°	0.429	0.005	536 112	2 040
CANAL 10	0.30 a 0.90	1.05	2.132	99.84	95.08	2.39x10 ⁻⁴	9.81	1.10	1.070	8	16°	0.469	0.010	536 112	5 551

TABLA 29

CAPACIDAD DE TRANSPORTE
DIRECCION "SSW"

CANAL	SEN Ø	TRANSPORTE (M ³)	TOTAL L + D	COMPONENTE DE APORTE
1	0.330	L= 949 D= 8.951	9.900	3.267
2	0.966	L= 7.159 D= 67.524	74.683	72.144
3	0.862	L= 8.772 D= 82.737	91.509	78.881
4	0.358	L= 4.118 D= 38.843	42.961	15.380
5	0.242	L= 2.008 D= 18.900	20.908	5.060
6	0.152	L= 2.312 D= 21.805	24.117	3.660
7	0.182	L= 2.013 D= 18.987	21.000	3.822
8	0.121	L= 910 D= 8.585	9.495	1.149
9	0.429	L= 2.040 D= 19.245	21.285	9.131
10	0.469	L= 5.551 D= 52.356	57.907	27.758

L = CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR OLEAJE LOCAL

D = CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR OLEAJE DISTANTE

TOTAL DE APORTE 219.652 M³

TABLA 30

CAPACIDAD DE TRANSPORTE
DIRECCION "WNW"

CANAL	SEN θ	TRANSPORTE (m^3)	TOTAL L + D	COMPONENTE DE APORTE
1	0.330	L= 50,308 D= 160,629	210,937	69,609
2	0.271	L= 53,045 D= 169,367	222,412	60,274
3	0.415	L= 95,290 D= 304,253	399,543	165,810
4	0.092	L= 21,644 D= 69,107	90,751	8,349
5	0.300	L= 48,390 D= 154,501	202,891	60,867
6	0.300	L= 127,042 D= 405,631	532,673	159,801
7	0.387	L= 6,846 D= 21,861	28,707	11,110
8	0.469	L= 27,541 D= 87,945	115,486	54,163

L = CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR OLEAJE LOCAL

D = CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR OLEAJE DISTANTE

T A B L A 31
TOTAL DE APORTE 589.803 m^3

SEGÚN LA ESTABILIDAD HORIZONTAL, LOS CANALES PUEDEN SER ESTABLES O MIGRATORIOS; TAL O CUAL CONDICIÓN DEPENDE DE LA EDAD DEL CANAL, DE LOS VOLÚMENES DE TRANSPORTE LITORAL, EL ÁREA DE ENTRADA Y LA LONGITUD DEL CANAL. PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD, SE LLAMARA M_T AL ACARREO LITORAL TOTAL FRENTE A LA BOCA; P EL PORCENTAJE DE ÉSTE QUE ES LLEVADO POR EL FLUJO AL CANAL; Y M_S LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE SÓLIDOS DEL MISMO DEBIDO AL FLUJO O REFLUJO. EN EL EXAMEN DE ESTABILIDAD, ES POSIBLE ASEGURARLA EN CIERTO GRADO, CUANDO SE CUMPLE LA RELACIÓN $M_S \cong PM_T$ Y EL CANAL NO ES EXAGERADAMENTE LARGO.

EN LO REFERENTE A LA ESTABILIDAD VERTICAL, SE ANALIZA BÁSICAMENTE CON LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CANAL, Y SOBRE LA CUAL ACTÚAN FACTORES QUE GENERAN ESTABILIDAD -INTERCAMBIO DE AGUA-, Y AGENTES QUE LA CONTRARRESTAN -ACARREO LITORAL-. EL FACTOR FUNDAMENTAL DE ANÁLISIS ES LA PRISMA DE MAREA (Ω), QUE ES EL VOLUMEN EN EL CUERPO DE AGUA COMPRENDIDA ENTRE EL NIVEL DE MAREAS MUERTAS Y EL DE MAREAS VIVAS; EL ÁREA MÍNIMA DE EQUILIBRIO DE LA ENTRADA DEL CANAL, ESTÁ CONTROLADA POR DICHO PRISMA, DE TAL FORMA QUE UNA REDUCCIÓN EN ÉL, TRAE COMO CONSECUENCIA UNA REDUCCIÓN DEL ÁREA DE LA SECCIÓN.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE EN EL PROBLEMA, LO ES EL ESFUERZO CORTANTE τ PROPICIADO POR LA VELOCIDAD DEL FLUJO, YA QUE LA RELACIÓN DE AMBOS PARÁMETROS ESTABLECE LA CONDICIÓN DE MOVIMIENTO DE SÓLIDOS. EL ESFUERZO CORTANTE Y LA VELOCIDAD, SE PUEDEN RELACIONAR POR LA FORMULA DE CHEZY:

$$\tau = \rho_g R S$$

$$V = C \sqrt{R S}$$

R = RADIO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN

S = PENDIENTE DEL CANAL.

C = COEFICIENTE DE CHEZY QUE MIDE LA RUGOSIDAD HIDRÁULICA $(30 + 5 \log A)$

A = ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CANAL

ρ_g = PESO ESPECÍFICO DEL AGUA

EL ESFUERZO CORTANTE SE ANALIZA A TRAVÉS DE VALORES ESPECÍFICOS TALES COMO EL ESFUERZO CRÍTICO (τ_c), Y EL ESFUERZO DE ESTABILIDAD (τ_s). EL VALOR DE DICHO ESFUERZO VA AFECTADO DIRECTAMENTE POR EL CONTENIDO DE MATERIAL SÓLIDO EN EL AGUA, Y EL PORCENTAJE "P" DE ACARREO LITORAL QUE TIENDE A CERRAR LA BOCA. BRUUN PROPONE COMO VALORES DE ESTABILIDAD PARA EL ESFUERZO, LOS SIGUIENTES:

TRANSPORTE DE FONDO Y SUSPENSIÓN CONSIDERABLE $\tau = 0.50 \text{ Kg/m}^2$

TRANSPORTE DE FONDO Y SUSPENSIÓN MEDIOS $\tau = 0.45 \text{ Kg/m}^2$

TRANSPORTE DE FONDO Y SUSPENSIÓN BAJOS $\tau = 0.35 \text{ Kg/m}^2$

LA EXPRESIÓN CORRESPONDIENTE AL ÁREA DE ESTABILIDAD

ES:

$$A_s = \frac{Q_m}{C \sqrt{\frac{\tau_s}{\rho_g}}}$$

EN CUANTO AL CANAL PROPIAMENTE DICHO, ÉSTE PODRÁ TENER UNA CIERTA CAPACIDAD DE TRANSPORTE M_s , QUE ES FUNCIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE Y DE LA VELOCIDAD DEL FLUJO; DE ACUERDO CON KALINSKÉ EL VOLUMEN DE MATERIAL SÓLIDO MOVIDO POR LA CORRIEN-

TE ES:

$$Q_s = \frac{10 \tau^{5/2}}{\sqrt{e} \cdot D \gamma^2 (S_s - 1)^2}$$

DONDE:

D = DIÁMETRO DE MATERIAL EN MM

S_s = PESO ESPECÍFICO RELATIVO = 2.65 τ = ESFUERZO CORTANTE EN Kg/M² γ = PESO ESPECÍFICO DEL AGUAQ_s = GASTO SÓLIDO TOTAL

EXISTEN POR SU PARTE, UNA SERIE DE RELACIONES PARA ANALIZAR LA ESTABILIDAD DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL GRADO DE EQUILIBRIO DE LA ENTRADA, Y DE LAS POSIBILIDADES DE MANTENER LIBRE DE AZOLVES EL CANAL POR LAS CORRIENTES DE MAREA.

EN CUANTO AL GRADO DE ESTABILIDAD LA RELACIÓN QUE DA EL MEJOR ÍNDICE, ES LA ESTABLECIDA ENTRE EL PRISMA DE MAREA Y EL ACARREO LITORAL NETO (M_N), SEGÚN BRUUN Y GERRITSEN, CUANDO Λ/M_N ES MENOR A 100, EXISTE GRAN TENDENCIA A LA FORMACIÓN DE BAJOS, Y LA CAPACIDAD DE DRAGADO DE LAS CORRIENTES DE MAREA ES PEQUEÑA; LO ANTERIOR CREARÁ LA TENDENCIA DEL CANAL DE DIVAGAR Y BIFURCAR REDUCIENDO LA EFICIENCIA HIDRÁULICA. POR OTRO LADO LOS MISMO AUTORES ESTABLECEN QUE: CUANDO Λ/M_N ES MAYOR A 150 O A 200, EL GRADO DE ESTABILIDAD ES ACEPTABLE, SIENDO ÓPTIMO, CUANDO EL VALOR ES SUPERIOR A 300. DE ACUERDO CON LOS VALORES DE ESTAS RELACIONES, SE PUEDE SELECCIONAR EL ESFUERZO CORTANTE DE ESTABILIDAD; ESTO ES, SI Λ/M_N ES MAYOR A 600, $\tau_s = 0.45 \text{ Kg/M}^2$; SI VARÍA ENTRE 150 Y 600, $\tau_s = 0.50 \text{ Kg/M}^2$

Y PARA VALORES MENORES DE 150, $\tau_s = 0.51 \text{ Kg/m}^2$.

EL ANÁLISIS MÁS COMPLETO, ES QUIZÁ EL QUE TOMA EN CUENTA LAS RELACIONES ENTRE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE Y EL PORCENTAJE DE ACARREO LITORAL QUE ENTRA AL CANAL; EL ESFUERZO CORTANTE EN LA SECCIÓN Y EL DE ESTABILIDAD; DICHO ESFUERZO Y LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL SÓLIDO; EL ÁREA DE LA SECCIÓN Y LA DE ESTABILIDAD; Y FINALMENTE EL PORCENTAJE DE SÓLIDOS TRANSPORTADOS.

DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, SE TIENEN LAS SIGUIENTES LIMITACIONES:

$$0.5 < \frac{M_s}{PMT} < 1.5$$

$$0.8 < \frac{\tau}{\tau_s} < 1.2$$

$$0.7 < P = \frac{M_s}{M_T} < 1.6$$

$$0.8 < \frac{A}{AS} < 1.2, 0 \frac{A}{AS} > 1.5$$

DENTRO DE LAS EXPERIENCIAS ANOTADAS, EXISTEN PARÁMETROS CON ESPECIAL INFLUENCIA EN EL PROBLEMA. ESTO ES, SI MT ES GRANDE Y EL PRISMA DE MAREA PEQUEÑO, EL ACCESO O BOCA TENDRÁ A CERRARSE; POR EL CONTRARIO, SI "A" ES GRANDE, ES MÁS PROBABLE QUE SE DESARROLLE UNA CONDICION DE ESTABILIDAD. POR OTRA PARTE LA CONDICIÓN IDEAL ES QUE "P" Y "A/AS" SE MANTENGAN CERCA DE LA UNIDAD, O EN SU CASO, SI "A/AS" CRECE CONSI-

DERABLEMENTE, EL CANAL TENDERÁ A UN CASO DE NO EROSIÓN QUE PUEDE SER ESTABLE, SI EN CAMBIO "A/AS" TIENDE AL LÍMITE INFERIOR, EXISTIRÁ TENDENCIA A LA FORMACIÓN DE BAJOS EN EL CANAL, LLEGANDO A CERRARSE CUANDO $A/AS = 0.4$.

CONSIDERANDO LO ANTERIOR Y TOMANDO EN CUENTA LOS REQUERIMIENTOS DE NAVEGACIÓN DE UN CANAL DE 200 METROS DE PLANILLA Y PROFUNDIDAD DE 12 METROS, SE PROCEDIÓ A ANALIZAR SU ESTABILIDAD DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

$$A = 3.120 \text{ m}^2$$

$$V_M = 1 \text{ M/SEG}$$

$$Q_M = 3.120 \text{ M}^3/\text{SEG}$$

$$\tau_s = 0.50 \text{ KG/M}^2$$

$$M_T = 589.803 \text{ M}^3$$

1 ESFUERZO CORTANTE DE LA CORRIENTE

$$\tau = \gamma \frac{Q_M^2}{A^2 C^2}$$

DONDE:

$$C = 30 + 5 \text{ LOG } A$$

$$C = 30 + 5 \text{ LOG. } (3.120)$$

$$C = 47.42$$

$$\gamma = 1.026 \text{ KG/M}^3$$

$$Q_M = 3.120 \text{ M}^2 \times 1 \text{ M/SEG} = 3.120 \text{ M}^3/\text{SEG}$$

POR LO TANTO:

$$\tau = 1.026 \left(\frac{3.120}{3.120 \times 47.42} \right)^2 = 0.456 \text{ KG/M}^2$$

2 PRISMA DE MAREA

$$\Lambda = 3,120 \text{ m}^3/\text{SEG} \times 30,600 \text{ SEG} = 9,55 \times 10^7 \text{ m}^3$$

DE ACUERDO CON LARRAS EL TRANSPORTE LITORAL TOTAL QUE LLEGA A LA BOCA DEL CANAL SERÁ:

$$M_T = 589,903 \text{ m}^3$$

QUE ES LA SUMA DE LAS DIRECCIONES "WNW" Y "SSW"

3 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CANAL

$$Q_S = \frac{10 (0,456)^{5/2}}{10,22 \times 2,2 \times 10^{-4} \times (1,026)^2 (1,65)^2}$$

$$Q_S = 2,17 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{SEG/M.}$$

$$M_S = 2,17 \times 10^{-4} \times 200 \times 30,600 \times 365 = 485,329 \text{ m}^3$$

CAPACIDAD DE AUTOCONSERVACIÓN DEL CANAL

LA VELOCIDAD CRÍTICA PARA UNA ARENA DE $D_{50} = 0,22 \text{ MM}$ (DE LARRAS) $V_C = 0,30 \text{ M/SEG.}$

4 EL ÁREA DE LA SECCIÓN CRÍTICA VIENE DADA POR:

$$A_S = \frac{Q_M}{C \sqrt{\frac{\tau_s}{\rho_g}}} = \frac{3,120}{47,42 \sqrt{\frac{0,50}{(1,026)}}} = 2,980 \text{ m}^2$$

INDICES DE ESTABILIDAD

$$\frac{\tau}{\tau_s} = \frac{0,456}{0,50} = 0,91 \text{ ADECUADO}$$

$$\frac{M_s}{M_T} = \frac{485,329}{589,803} = 0.82 = P \quad \text{ADECUADO}$$

$$\frac{A}{A_s} = \frac{3,120}{2,980} = 1.05 \quad \text{ADECUADO}$$

LA RELACIÓN $V_m/V_c = 1.00/0.30 = 3.33$, LO CUAL INDICA QUE LAS VELOCIDADES EN EL CANAL SON MAYORES EN UN 70% DEL TIEMPO, EN CONSECUENCIA LA CONDICIÓN SE SATISFACE.

GRADO DE ESTABILIDAD

$$\frac{W}{M_T} = \frac{9.55 \times 10^3}{589,803} = 162$$

GRADO DE ESTABILIDAD ACEPTABLE.

IV: 11 PROYECTO DEL CANAL DE NAVEGACION.

DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS PLANTEADOS POR PETRÓLEOS MEXICANOS, PARA PERMITIR EL ACCESO A UNA EMBARCACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SIGUIENTES:

TAMAÑO:	45,000	TPM
ESLORA:	223	M
MANGA:	20.5	M
PUNTAL:	15.2	M
CALADO:	11.2	M

SE NECESITA UN CANAL CON UNA PLANTILLA MÍNIMA DE 200 M Y PROFUNDIDAD REFERIDA AL NIVEL DE BAJA MAR MEDIA INFERIOR DE -12 METROS.

IV: 12 DISEÑO DE PLANTA.

PARA EL DISEÑO DE PLANTA DEL CANAL DE NAVEGACIÓN SE TOMARON COMO BASE, LAS RECOMENDACIONES DEL PIANC EN CUANTO A RADIOS DE CURVATURA Y ÁNGULOS DE DEFLEXIÓN, PARA EL PRIMER CASO, EL RADIO DE CURVATURA DEBERÁ SER MAYOR A 5 VECES LA ESLORA DEL BARCO, ES DECIR, UN RADIO MAYOR A:

$$R = 5 \times 223 = 1,115 \text{ m.}$$

POR LO QUE RESPECTA A EL ÁNGULO DE DEFLEXIÓN, ESTE NO PODRÁ SER MAYOR DE 30°. CONSIDERANDO POR OTRA PARTE LA TENDENCIA NATURAL QUE PRESENTA EL CANAL, SE ANALIZARON DIFERENTES DIRECCIONES A DAR AL NUEVO CANAL DE ACCESO, DETERMINANDOSE QUE LA DIRECCIÓN NE 51° SW, ES LA QUE PERMITE OBTENER POR UNA PARTE LOS MENORES VOLÚMENES DE DRAGADO; Y POR OTRA AL CONSERVAR LA

DIRECCIÓN DEL CANAL ACTUAL UN MAYOR FLUJO DE CORRIENTE DE VACIANTE QUE PERMITIRÁ INCREMENTAR LAS POSIBILIDADES DE AUTODRAGADO DEL MISMO.

A FIN DE EVITAR LAS CURVAS QUE ACTUALMENTE PRESENTA EL CANAL EXISTENTE Y FACILITAR LAS MANIOBRAS DE LAS EMBARCACIONES, SE DECIDIÓ EL MANTENER UN SOLO ALINEAMIENTO, LO QUE REPRESENTÓ QUE SE TENGA ENTRE LA BATIMÉTRICA -12 METROS, Y SU UNIÓN CON EL CANAL NATURAL, UNA LONGITUD DE CANAL DE 5,865 METROS.

IV: 13 SECCION ESTABLE.

EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD MOSTRÓ QUE LA SECCIÓN ANALIZADA DE $3,120 \text{ m}^2$ FORMADA POR UNA PROFUNDIDAD DE 12 M, PLANTILLA DE 200 M Y TALUDES DE 5:1, SE PODRÁ MANTENER EN CONDICIONES DE NAVEGACIÓN ADECUADAS, EXISTIENDO UNA TENDENCIA A INCREMENTARSE AMPLIÁNDOSE EN SU ANCHO Y PROFUNDIDAD, HASTA LOGRAR UNA SECCIÓN COMPLETAMENTE ESTABLE QUE PUEDE TENER UN ANCHO CERCANO A LOS 500 METROS Y PROFUNDIDAD DEL ORDEN DE LOS 18 METROS. CONDICIONES ÉSTAS QUE TAL VEZ PODRÁN LOGRARSE AL QUEDAR CONSTITUIDO EL CANAL DE ACCESO PROPUESTO Y QUE EN CIERTA FORMA SE CONSIDERA FACTIBLE DADA LA MAGNITUD DEL CANAL EN SU PARTE PROTEGIDA DENTRO DE LA BARRA.

V DRAGADO

DRAGADO

V: 1 REFERENCIA HISTORICA DEL DRAGADO.

EL DRAGADO ES UNA EXCAVACIÓN TÉCNICA BAJO EL AGUA QUE TUVO SU ORIGEN EN LAS NACIONES MARÍTIMAS DE EUROPA Y EN LA NECESIDAD DE FACILITAR LA NAVEGACIÓN EN CANALES Y PUERTOS, TAN IMPORTANTES PARA EL DESARROLLO DEL COMERCIO NACIONAL E INTERNACIONAL.

SE SABE POR REFERENCIA, QUE LOS CHINOS HABIAN EMPLEADO EN UN REMOTO PASADO, HERRAMIENTAS PARA DRAGAR, Y LOS ROMANOS UTILIZARON LA PÉRTIGA CON SACO O CUCHARA QUE MÁS TARDE SE INTRODUJO EN HOLANDA -ALREDEDOR DE 1565-.

EN LA EDAD MEDIA, GRANDES INVENTORES IDEARON DISPOSITIVOS MECÁNICOS PARA DRAGAR; UNO DE ELLOS FUE LEONARDO DA VINCI, QUE CONSTRUYÓ ALREDEDOR DEL AÑO 1550 UNA DRAGA, QUE CONSISTÍA EN UNA RUEDA DE CUATRO BRAZOS CON UN CUBO DE CADA EXTREMO, EL EJE DE GIRO APOYABA EN UNOS SOPORTES MONTADOS EN UNOS PONTONES, LA OPERACIÓN SE HACÍA MANUALMENTE Y AL PASAR LOS CUBOS POR LA PARTE INFERIOR SE LLENABAN DE MATERIAL Y AL REBASAR EL PUNTO SUPERIOR SE VACIABAN EN UNA BARCA DISPUESTA ENTRE LOS PONTONES DE LA RUEDA QUE SE ENCARGABA DE LLEVAR EL AZOLVE FUERA DE LA ZONA DE DRAGADO.

CON ANTERIORIDAD SE HABÍA USADO EN HOLANDA, UNA EMBARCACIÓN ADAPTADA CON UN DISPOSITIVO MUY PRÁCTICO, QUE SE LLAMÓ LA KRABBELAAR O SCRAPER, TAMBIÉN NOMBRADA ALGUNAS VECES "MOLE". ESTA DRAGA CONSTRUIDA ALREDEDOR DEL AÑO 1435, SE DES-

PLAZABA MEDIANTE LA ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS VELAS, Y AL ARRIRARSE LA RASTRA DE QUE IBA PROVISTA, REMOVÍA EL FANGO QUE ERA ARRASTRADO POR EL REFLUJO Y LLEVADO MAR AFUERA.

LA DRAGA DE ALMEJA FUE DISEÑADA POR VARANTIUS Y COMENZÓ A DESARROLLARSE EN VENECIA ALREDEDOR DE 1590, SE PROBÓ Y RESULTÓ MUY PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO DE PUERTOS Y VÍAS NEVEGABLES.

LOS HOLANDESES MENCIONAN HABER CONSTRUIDO EN CAMPEN, EN 1562 UNA DRAGA DE ALMEJA.

LAS VIEJAS DRAGAS DE CANGILONES O ROSARIO QUE SE CONOCEN DESDE HACE MÁS DE UN SIGLO, TUVIERON NUMEROSOS ANTECEDENTES, EN EL AÑO DE 1600 SE INVENTÓ LA "AMSTERDAM MUD MILL" EN LA QUE TODAS SUS PIEZAS ERAN DE MADERA DURA, INCLUYENDO LOS ENGRANES Y LOS CANGILONES O CUBETAS.

LA BOMBA CENTRÍFUGA QUE CONSTITUYE LA PARTE MÁS IMPORTANTE DE LAS DRAGAS HIDRÁULICAS, TUVO SU ORIGEN EN LOS INVENTOS DE M. LE DEMOUR, QUE ENVIÓ SU DESCRIPCIÓN A LA ACADEMIA FRANCESA EN 1732, AUNQUE NO SE SABE A CIENCIA CIERTA POR QUIÉN FUE CONSTRUIDA, PERO SÍ ES EVIDENTE QUE EN EL AÑO DE 1850, LA BOMBA CENTRÍFUGA ERA YA BIEN CONOCIDA EN AMBOS LADOS DEL ATLÁNTICO, EN LA FORMA QUE SE APARTA MUY POCO DE LAS ACTUALES. LA MÁQUINA DE VAPOR QUE HABÍA SIDO PERFECCIONADA EN 1765, SE EMPLEÓ PARA IMPULSAR LA BOMBA CENTRÍFUGA.

A MEDIADOS DEL SIGLO PASADO COMENZÓ A DESARROLLARSE FORMALMENTE EL DRAGADO, PARA LO CUAL SE EMPLEARON EMBARCACIONES DE CASCO DE MADERA DE MAYORES DIMENSIONES A LAS QUE SE

HABÍAN UTILIZADO CON ANTERIORIDAD. CON LA BOMBA CENTRÍFUGA Y LA MANGUERA DE SUCCIÓN EL MATERIAL —POR LO REGULAR UN FLUIDO LODOSO— ERA ASPIRADO Y DESCARGADO POR MANGUERA A UNA TOLVA. AL LLENARSE ÉSTA, SE DESEMBRAGABA LA BOMBA Y ERA LLEVADA AL LUGAR DE DESCARGA, SE ABRÍAN UNAS CORREDERAS DEL FONDO DE LA TOLVA Y EL MATERIAL SE VACIABA POR LAS COMPUERTAS.

EL CORTADOR UTILIZADO EN LAS DRAGAS ESTACIONARIAS LO INVENTÓ ATKINSON EN 1862 Y LA CONEXIÓN ESFÉRICA, DE UN USO AMPLÍSIMO EN DRAGADO, FUE DESARROLLADO ALREDEDOR DE 1900.

TODOS ESTOS INVENTOS Y EL PERFECCIONAMIENTO DE LOS MISMOS A TRAVÉS DE LOS AÑOS, HAN CONTRIBUIDO A DRAGAR MATERIALES MÁS ECONÓMICAMENTE QUE EN CUALQUIER OTRA FORMA, Y PERMITIENDO EXTRAER ROCAS, TRABAJAR EN AGUAS NO ABRIGADAS SOMETIDAS A LA ACCIÓN DEL OLEAJE, DRAGAR A GRAN PROFUNDIDAD, ETC.

V: 2 GENERALIDADES DEL DRAGADO.

SE ENTIENDE POR DRAGADO LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES —ARENA, FANGO, GRAVA, ROCA, ETC.— DEL FONDO DE LOS PUERTOS, RÍOS Y CANALES CON EL FIN DE AUMENTAR LA PROFUNDIDAD Y DESCARGAR ESTOS AZOLVES EN LAS ZONAS DE DEPÓSITO, QUE PUEDE SER EL MAR, O UTILIZARLOS EN EL RELLENO DE ÁREAS BAJAS, PARA ASIENTO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES Y DE URBANIZACIÓN O SIMPLEMENTE PARA SANEAR TERRENOS PANTANOSOS QUE ORIGINAN CONDICIONES INSALUBRES EN ALGUNAS LOCALIDADES.

LAS OPERACIONES DE DRAGADO DEBEN CUMPLIR UNA DOBLE FUNCIÓN: EXTRAER EL MATERIAL Y LLEVARLO HASTA EL LUGAR DE DES-

CARGA. EL PRIMERO SE EFECTUA CUANDO ES PRECISO CREAR O AUMENTAR LA PROFUNDIDAD REQUERIDA PARA LA FLOTACION O NAVEGACION DE LOS BUQUES EN PUERTOS, DARSENAS, RIOS Y CANALES. EL SEGUNDO TIENE POR FINALIDAD MANTENER ESOS CALADOS OPERATIVOS, NEUTRALIZANDO LA ACCION DE LOS AZOLVES QUE SON ORIGINADOS POR CORRIENTES, MAREJADAS, ACARREOS DE LITORAL, ETC.

CUANDO DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCION DE UNA OBRA MARITIMA, ES NECESARIO EFECTUAR DRAGADOS DE IMPORTANCIA, ES CONVENIENTE EMPLEAR EL MATERIAL EXTRAIDO PARA RELLENO SI ESTE ES ADECUADO PARA TAL FIN; YA QUE ES PRACTICA USUAL Y ADEMAS ECONOMICA, LA COMBINACION DE ESTAS DOS FUNCIONES, LA EXCAVACION DEL MATERIAL SUBACUATICO PARA AUMENTAR EL TIRANTE DEL AGUA Y EL APROVECHAMIENTO DE ESTOS AZOLVES QUE SE DESCARGAN DIRECTAMENTE EN LA ZONA CON OBJETO DE ELEVAR LAS COTAS DE UN TERRENO.

EL DRAGADO DE CONSERVACION PUEDE SER DE TIPO PERIODICO O DISCONTINUO Y DE TIPO CONTINUO O PERMANENTE, EL PRIMERO SE EFECTUA CON CIERTA PERIODICIDAD O INTERVALO DE ACUERDO CON LA CANTIDAD QUE SE DEPOSITE EN LA ZONA.

ESTOS DRAGADOS SE LLEVAN A CABO EN LOS PUERTOS, CANALES, ETC., EN QUE LOS APORTES DE AZOLVE SON DE POCA IMPORTANCIA Y SE DIFUNDEN EN DARSENAS CON RESERVA DE PROFUNDIDAD. LA OBSERVACION PERIODICA MEDIANTE SONDEOS, INDICARA EL AGOTAMIENTO DE ESA RESERVA Y EL TIEMPO EN QUE DEBE DISPONERSE EL DRAGADO PARA ELIMINAR LOS DEPOSITOS EN UNA CRUZADA O CAMPAÑA CORTA Y ENÉRGICA.

LOS DRAGADOS CONTINUOS SE REALIZAN ESENCIALMENTE EN LOS CANALES DE NAVEGACIÓN, BARRAS DE LOS RÍOS, PUERTOS, ETC., EN QUE LOS ARRASTRES DE SEDIMENTOS SON DE TAL CONSIDERACIÓN QUE EXIGEN QUE CONTINUAMENTE SEAN RETIRADOS CON EL FIN DE MANTENER PERMANENTEMENTE LA MÁXIMA PROFUNDIDAD REQUERIDA POR LOS BUQUES QUE OPERAN EN LOS PUERTOS.

V: 3 CLASIFICACION DE LAS DRAGAS.

PODEMOS DEFINIR A LA DRAGA COMO UNA EMBARCACIÓN ESPECIALMENTE DISPUESTA Y CON LOS MEDIOS NECESARIOS PARA LIMPIAR O EXTRAER MATERIAL DEL FONDO DE LOS PUERTOS, RÍOS, DÁRSENAS, CANALES, ETC.

PODEMOS CLASIFICAR A LAS DRAGAS EN DOS GRANDES GRUPOS MECÁNICAS E HIDRÁULICAS. AL PRIMER GRUPO PERTENECEN LAS DE CANGILONES O DE ROSARIO, LAS DE GRUA -CON ALMEJA, GRANADA O GARFIOS-, Y LAS DE CUCHARÓN. TODAS ESTAS PODEMOS CONSIDERARLAS COMO TIPOS BÁSICOS DE LAS DRAGAS MECÁNICAS QUE DEBIDO A SU CONSTRUCCIÓN RELATIVAMENTE SENCILLA, FUERON LAS PRIMERAS QUE SE USARON Y EN CIERTAS CLASES DE OBRAS SON INSUSTITUIBLES A PESAR DE QUE SU ALCANCE DE DESCARGA ES MUY LIMITADO, POR LO QUE SE IMPONE EL USO DE GÁNGUILES O CHALANES TOLVAS Y REMOLCADORES PARA TIRAR EL MATERIAL EN LAS ZONAS DE DEPÓSITO.

CORRESPONDEN AL SEGUNDO GRUPO, LAS DRAGAS HIDRÁULICAS QUE COMBINAN LA OPERACIÓN DE EXTRAER EL MATERIAL CON EL DE SU TRANSPORTE HASTA EL LUGAR DE DEPÓSITO, MEZCLÁNDOLO EN EL AGUA Y BOMBEÁNDOLO COMO UN FLUIDO. ÉSTAS DRAGAS RESULTAN MÁS VER-

SÁTILES, ECONÓMICAS, Y EFICIENTES QUE LAS MECÁNICAS YA QUE REALIZAN LAS DOS OPERACIONES POR MEDIO DE UNA UNIDAD INTEGRAL.

LOS TIPOS BÁSICOS DE ESTE GRUPO SON LAS DRAGAS ESTACIONARIAS Y LAS DE AUTOPROPULSIÓN CON TOLVA.

AL PRIMER TIPO CORRESPONDEN LAS DRAGAS ESTACIONARIAS DE SUCCIÓN SIMPLE Y LAS ESTACIONARIAS DE SUCCIÓN CON CORTADOR. AL SEGUNDO TIPO CORRESPONDEN LAS DRAGAS DE AUTOPROPULSIÓN CON TOLVA Y SUCCIÓN, QUE PUEDE SER POR TUBO LATERAL O CON ESCALA DE DRAGADO A PROA, CENTRO O POPA.

LAS DRAGAS HIDRÁULICAS ESTACIONARIAS LLEVAN COMO UNIDADES BÁSICAS: LA BOMBA DE DRAGADO, EL CORTADOR Y EL WINCHE O CENTRAL DE WINCHES CON SUS MOTORES CORRESPONDIENTES. ESTAS UNIDADES PARA SER EFICACES DEBEN ESTAR PERFECTAMENTE EQUILIBRADAS EN LO QUE RESPECTA A DIMENSIONES Y POTENCIA.

LA BOMBA DE DRAGADO DEBE SER LO SUFICIENTEMENTE POTENTE PARA SUCCIONAR EL MATERIAL REMOVIDO POR EL CORTADOR Y TENER POTENCIA SUFICIENTE PARA DESALOJAR EL MATERIAL QUE SE VA A DRAGAR.

EL WINCHE QUE ACCIONA LOS TRAVESES DEBE TENER LA POTENCIA NECESARIA PARA FORZAR EL CORTADOR EN EL MATERIAL A DRAGAR. SI ALGUNA DE ESTAS UNIDADES ES MUCHO MÁS POTENTE EN RELACIÓN CON LAS OTRAS, SE DESPERDICIARÁ INÚTILMENTE SU POTENCIA Y TAMAÑO ADICIONAL.

POR LO ANTERIOR EL DISEÑO DE UNA DRAGA ES FACTOR BÁSICO Y DETERMINANTE EN SU ECONOMÍA Y EFICIENCIA PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO.

A FIN DE PODER CONTAR CON EL CANAL DE ACCESO PROPUESTO SE REQUIERE EL REALIZAR DRAGADOS DE CONSTRUCCIÓN SOBRE LA BARRA, CONSTITUIDA POR MATERIAL ARENOSO DE UN DIÁMETRO MEDIO DE 0.22 MM, SOBRE PROFUNDIDADES DE 3 A 4 METROS, QUE HACEN DIFÍCIL LA OPERACIÓN DE UNA DRAGA DE GRAN CALADO, POR LO QUE SE CONSIDERA QUE LA OPERACIÓN DE DRAGADO DEBERÁ EFECTUARSE POSIBLEMENTE CON DOS DRAGAS: UNA RELATIVAMENTE CHICA CON TUBO DE SUCCIÓN LATERAL QUE PERMITA INICIAR EL CANAL A PROFUNDIDADES DE 6 A 7 METROS, CON TIRO POR CAÑÓN PROCURANDO QUE ESTA OPERACIÓN SE REALICE EN VACIANTE, A FIN DE OBTENER MÁS RÁPIDAMENTE UNA SECCIÓN QUE FACILITE EL ACCESO DE UNA DRAGA MAYOR CON ESCALA AL CENTRO.

LA PRIMERA PODRÍA SER UNA DRAGA DE TIPO ESTACIONARIO Y LA SEGUNDA DE TOLVA AUTOPROPULSADA. YA QUE LAS DRAGAS DE TIPO ESTACIONARIO TIENEN UN CALADO DE 2.00 METROS O MENOS, Y LAS DE TOLVA AUTOPROPULSADAS TIENEN UN CALADO DE APROXIMADAMENTE 5.00 METROS Y SON MUCHO MAS EFICIENTES.

V: 4 ZONAS POR DRAGAR.

EXISTEN BÁSICAMENTE DOS ZONAS BIÉN DEFINIDAS POR DRAGAR, LA MÁS IMPORTANTE UBICADA SOBRE LA BARRA, QUE CORRESPONDE A LOS ÚLTIMOS 1.700 METROS DEL CANAL DE ACCESO Y OTRA LOCALIZADA EN EL PRIMER KILÓMETRO DEL MISMO QUE VIENE A SER PRÁCTICAMENTE UN PEQUEÑO DRAGADO DE RECTIFICACIÓN DE LAS MÁRGENES DEL CANAL NATURAL, A FIN DE MANTENER SIN CAMBIO DE DIRECCIÓN EL ENFILAMIENTO DEL CANAL DE ACCESO.

LAS DOS ZONAS POR DRAGAR, TIENEN CARACTERÍSTICAS DI-

FERENTES YA QUE EN ESTA ÚLTIMA SE TIENEN CONDICIONES DE CALMA DADAS POR LA PROPIA BARRA Y EN LA PRIMERA SE TIENEN CONDICIONES DE AGITACIÓN DESFAVORABLES POR SER LA ZONA DE BAJAS.

V: 5 VOLUMENES POR DRAGAR.

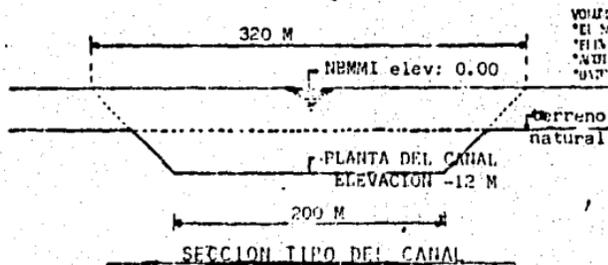
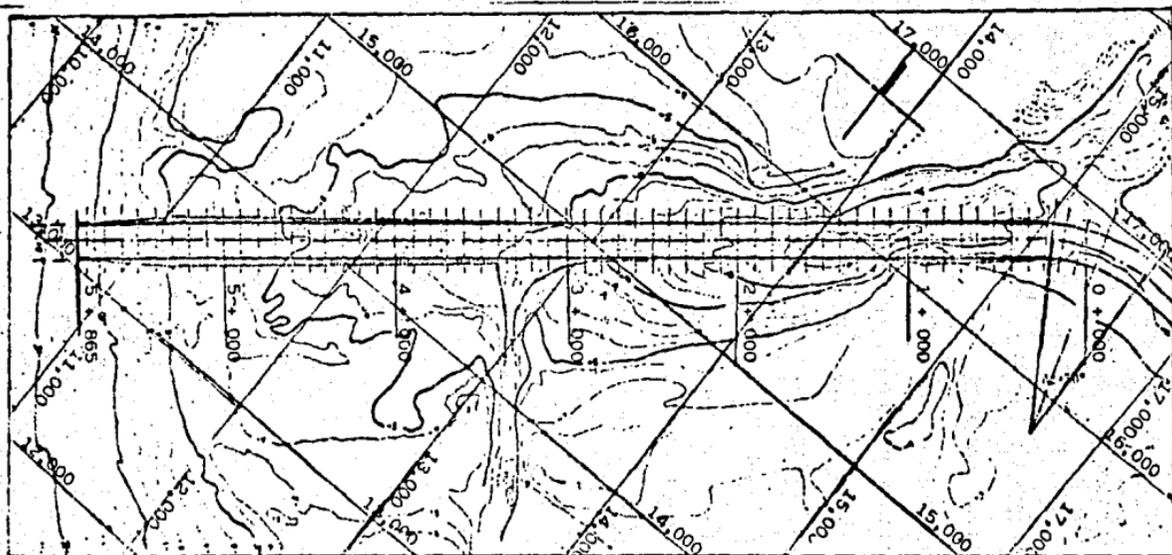
PARA CUANTIFICAR LOS VOLÚMENES POR DRAGAR, SE ESTABLECERÁN SECCIONES A CADA 100 METROS SOBRE EL EJE DEL CANAL SEGÚN PUEDE OBSERVARSE EN EL PLANO 34.

EN EL PRIMER TRAMO DEL CANAL, DEL CADENAMIENTO 0+000 AL 1+100, SE ESTIMARON 120,800 METROS CUBICOS Y EN EL TRAMO DE LA BARRA DEL CADENAMIENTO 2+700 AL 5+865, SE ESTIMÓ UN VOLÚMEN DE 3'196,245 METROS CUBICOS, SEGÚN SE PUEDE OBSERVAR EN EL DETALLE DE LAS ÁREAS POR DRAGAR EN CADA UNA DE LAS SECCIONES DEL CANAL. LO ANTERIOR DA UNA CIFRA TOTAL DE 3'317,045 METROS CUBICOS, COMO SE VE EN LAS SECCIONES MAS ADELANTE.

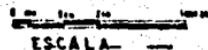
V: 6 ZONA DE TIRO DE MATERIAL DRAGADO.

DADAS LAS CARACTERÍSTICAS DE LA BARRA Y COMO YA SE INDICÓ, ES FACTIBLE QUE UNA PRIMERA ETAPA DEL DRAGADO SE PUEDA REALIZAR SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO DE TIRO POR CAÑÓN A FIN DE PODER DAR RÁPIDAMENTE CALADO SUFICIENTE PARA UNA DRAGA QUE PUEDA REALIZAR EN BUENAS CONDICIONES EL DRAGADO COMPLETO DEL CANAL DE ACCESO A TOPOLOBAMPO.

POSTERIORMENTE SE HA PREVISTO UNA ZONA DE TIRO LOCALIZADA A 13 KILÓMETROS DEL ÁREA DE DRAGADO, LO QUE PERMITIRÁ TENER RECORRIDAS DE LA DRAGA DEL ORDEN DE MEDIA HORA PARA VACIAR SUS TOLVAS.



VOLUMEN DE DRAGADO = 3,121,000.00 M³
 * EL MANTO CONSIDERADO ES EL SUPERFICIO
 * EL MANTO DEBES EN LOS PUNTOS QUE SE INDICAN AL 100%
 * INDICACIONES EN MILLONES
 * DATOS DE OBRAS
 * α = Ángulo de deflexión 30°
 * R = Radio de Curvatura 1115 M
 * α = Acimut



LOCALIZACION DE SECCIONES Y VOLUMENES DE DRAGADO
 PLANO N° 34 TRABAJO DE TESIS AHUMADA

LA ZONA SELECCIONADA PARA TIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE DRAGADO, GARANTIZA EL QUE ÉSTE NO REGRESE A LA BARRA Y CONSECUENTEMENTE NO SE PRODUZCAN RECIRCULACIONES INNECESARIAS DE MATERIAL DRAGADO A MATERIAL AZOLVADO.

DURANTE LA PRIMERA ETAPA EN LA CUAL SE PROPONE QUE SE HAGA UN DRAGADO DE TIRO POR CAÑON Y APROVECHANDO LA VELOCIDAD DE SALIDA DE LAS AGUAS QUE COMO YA HEMOS VISTO ALCANZAN VELOCIDADES DE HASTA 2 M/SEG., LO QUE GARANTIZARÍA POR UNA PARTE SU REMOCIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN Y POR OTRA UN ABASTECIMIENTO DE LA PLAYA DE LA ISLA DE SANTA MARÍA, QUE TENDRÍA COMO RESULTADO EL AFLORAMIENTO DE LOS BAJOS DEL OESTE Y TAL VEZ LA CONSOLIDACIÓN DE LA BARRA EN ESA ZONA.

VOLUMENES DE DRAGADO

SECCION	AREA M ²	AREA PROMEDIO M ²
0 + 000	118	121
0 + 100	123	111
0 + 200	99	64
0 + 300	28	14
0 + 400	0	19
0 + 500	38	60
0 + 600	81	61
0 + 700	40	30
0 + 800	20	221
0 + 900	422	355
1 + 000	288	148
1 + 100	8	4
1 + 200	0	0
1 + 300	0	0
1 + 400	0	0
1 + 500	0	0
1 + 600	0	0
1 + 700	0	0
1 + 800	0	0
1 + 900	0	0
2 + 000	0	0

TOTAL = 1.208

VOLUMEN = 1.208 X 100 = 120.800 M³

VOLUMENES DE DRAGADO

SECCION	AREA M ²	AREA PROMEDIO M ²
2 + 100	0	0
2 + 200	0	0
2 + 300	0	0
2 + 400	0	0
2 + 500	0	0
2 + 600	0	0
2 + 700	4	2
2 + 800	35	20
2 + 900	11	23
3 + 000	78	45
3 + 100	50	64
3 + 200	190	120
3 + 300	438	314
3 + 400	655	547
3 + 500	724	690
3 + 600	721	723
3 + 700	893	807
3 + 800	1.054	974
3 + 900	1.066	1.060
4 + 000	1.189	1.128

TOTAL = 6.517

VOLUMEN = 6.517 X 100 = 651.700 M³

VOLUMENES DE DRAGADO

SECCION	AREA M ²	AREA PROMEDIO M ²
4 + 100	1.155	1.172
4 + 200	1.257	1.206
4 + 300	1.363	1.310
4 + 400	1.380	1.372
4 + 500	1.398	1.389
4 + 600	1.498	1.448
4 + 700	1.676	1.587
4 + 800	1.651	1.664
4 + 900	1.674	1.663
5 + 000	1.748	1.711
5 + 100	1.860	1.804
5 + 200	2.037	1.949
5 + 300	1.924	1.981
5 + 400	1.587	1.756
5 + 500	1.073	1.330
5 + 600	804	939
5 + 700	576	690
5 + 800	226	401

 TOTAL = 25.372

 VOLUMEN = 25.372 X 100 = 2'537.200 M³

5 + 865	0	113
---------	---	-----

 TOTAL = 113

 VOLUMEN = 113 X 65 = 7.345 M³

VOLUMEN A DRAGAR TOTAL

DE 0 + 000 A 2 + 000 = 120.800 M³

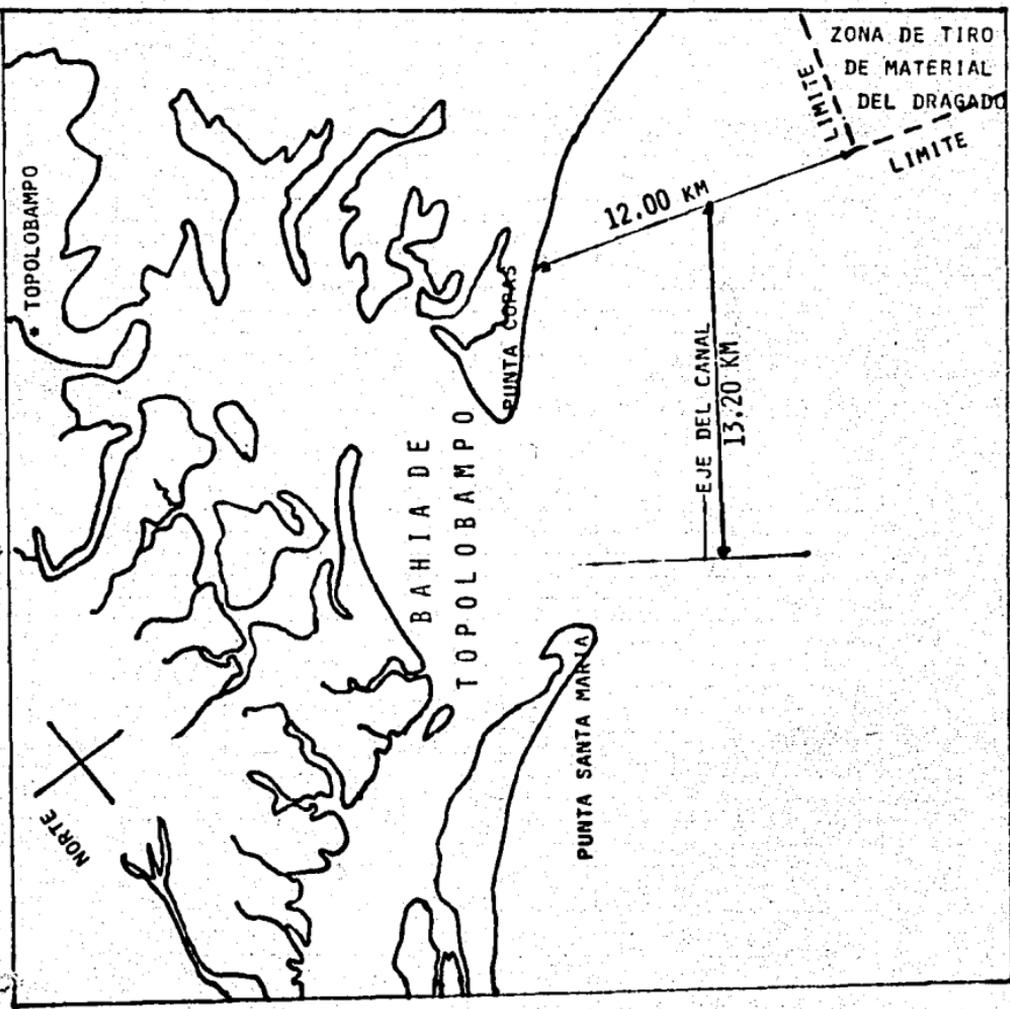
DE 2 + 000 A 4 + 000 = 651.700 M³

DE 4 + 000 A 5 + 800 = 2'537.200 M³

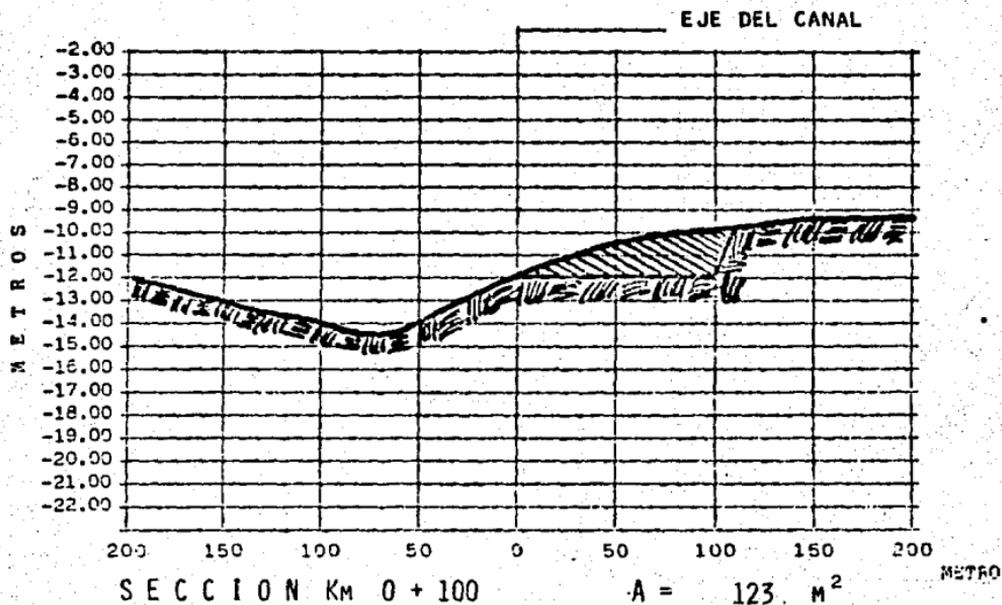
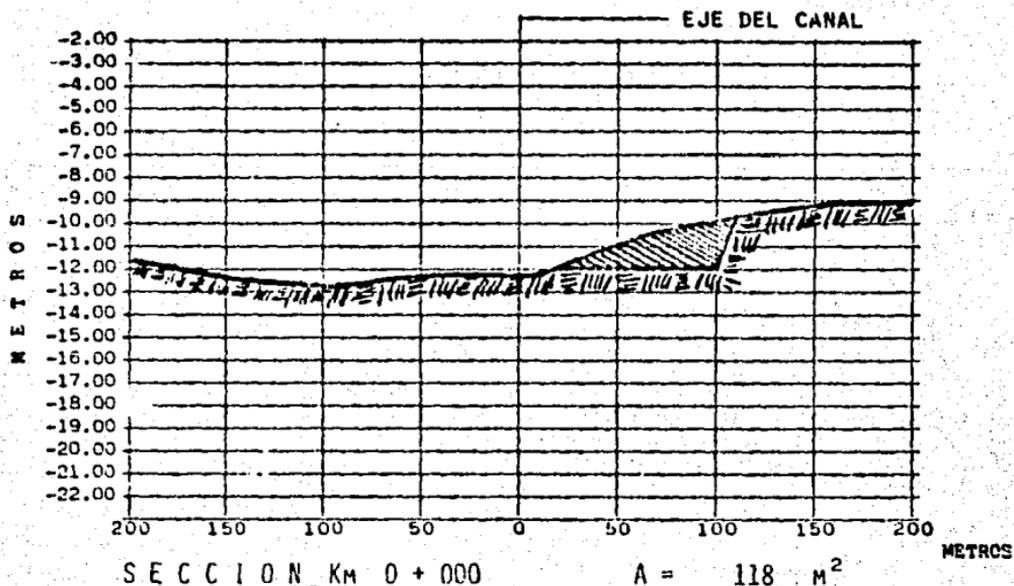
DE 5 + 800 A 5 + 865 = 7.345 M³

T O T A L = 3'317.045 M³

ZONA DE DESCARGA

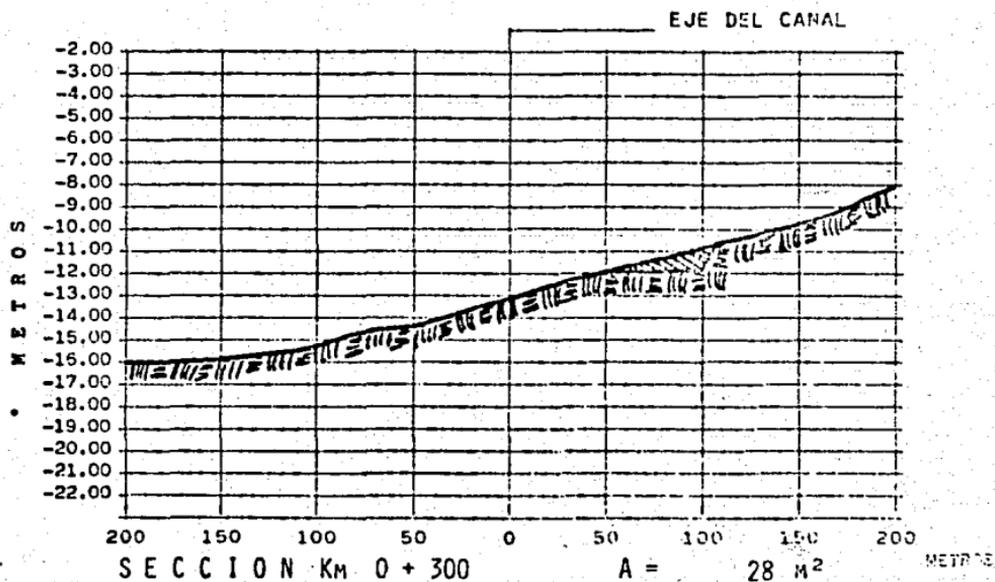
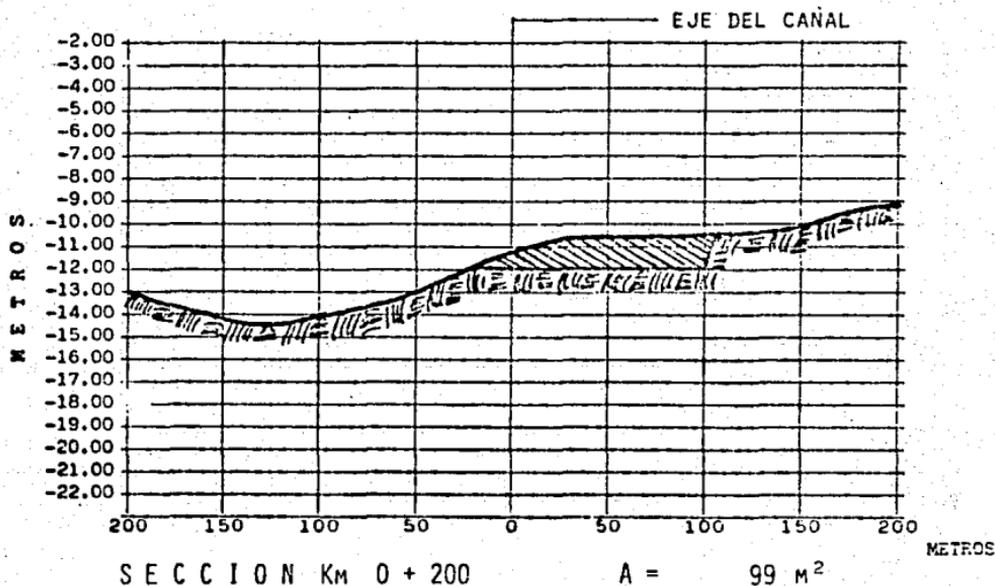


SECCIONES



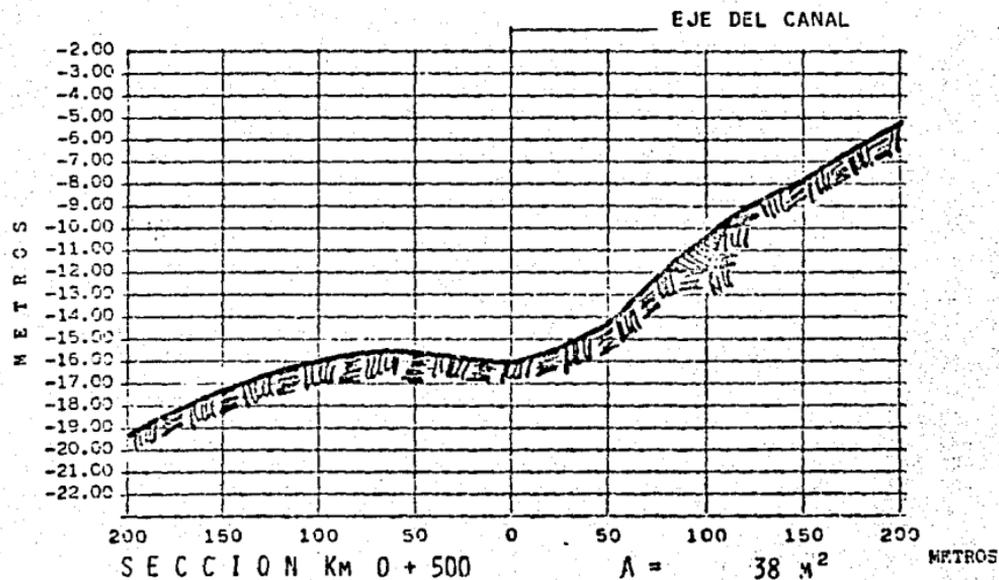
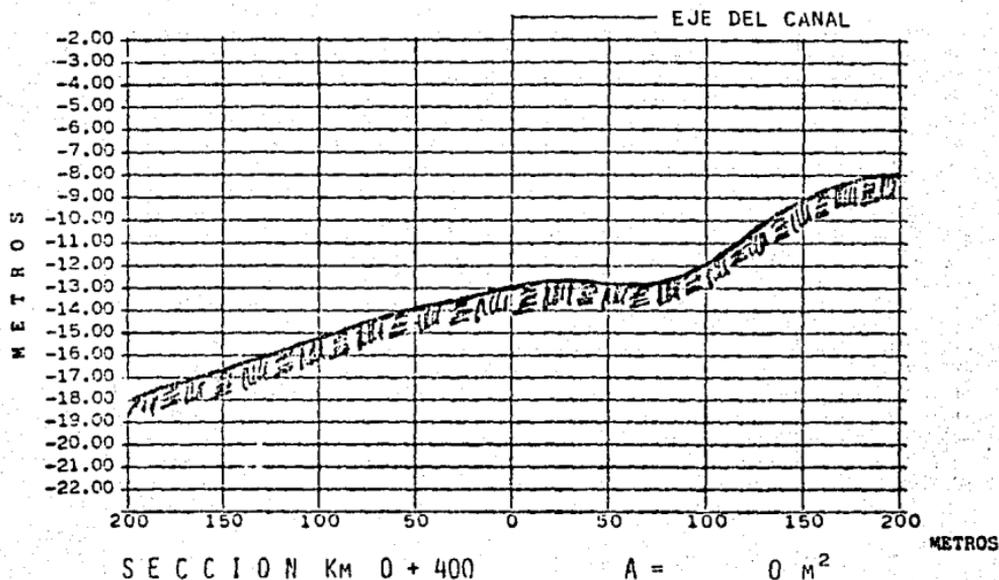
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMNI.

SECCIONES



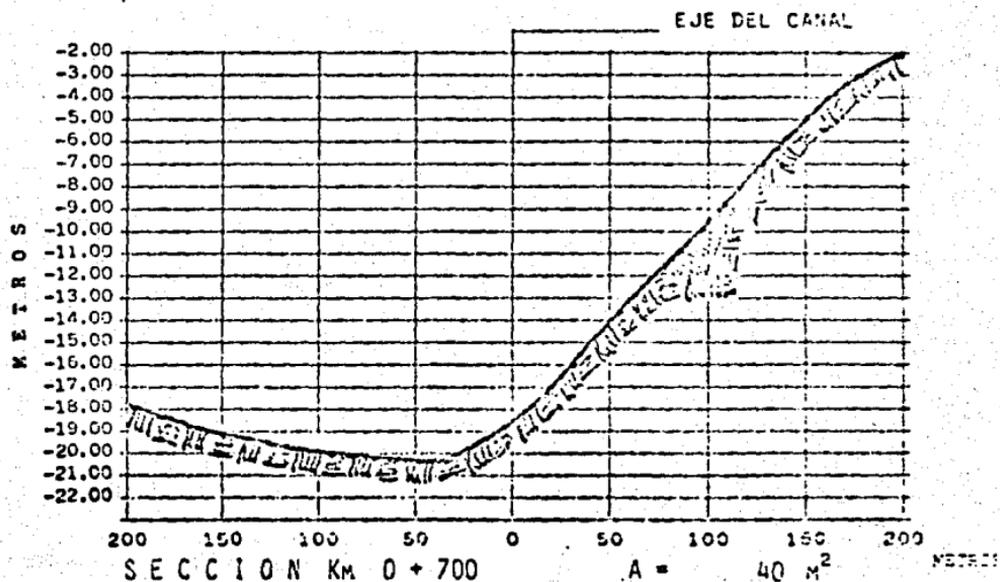
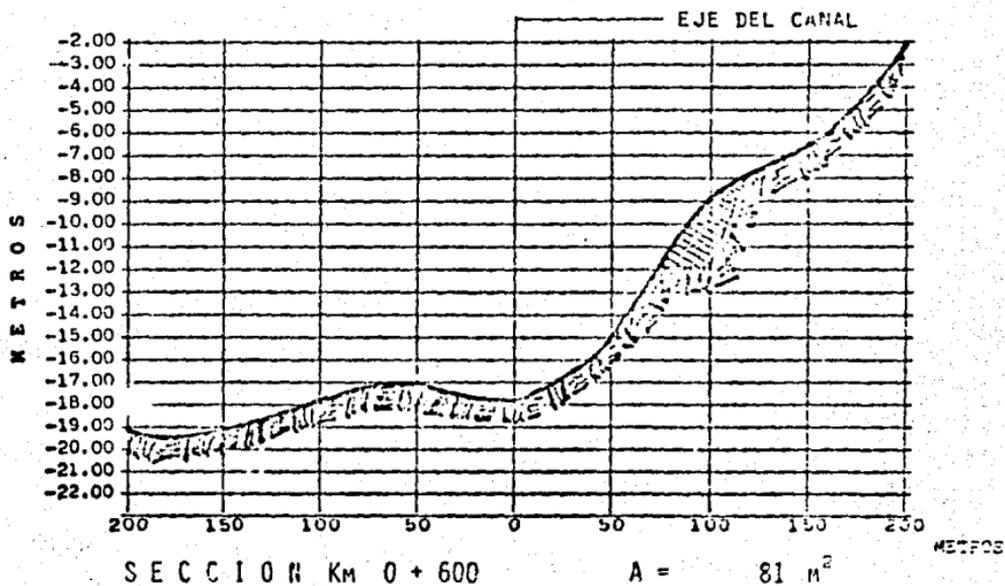
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMN1.

SECCIONES



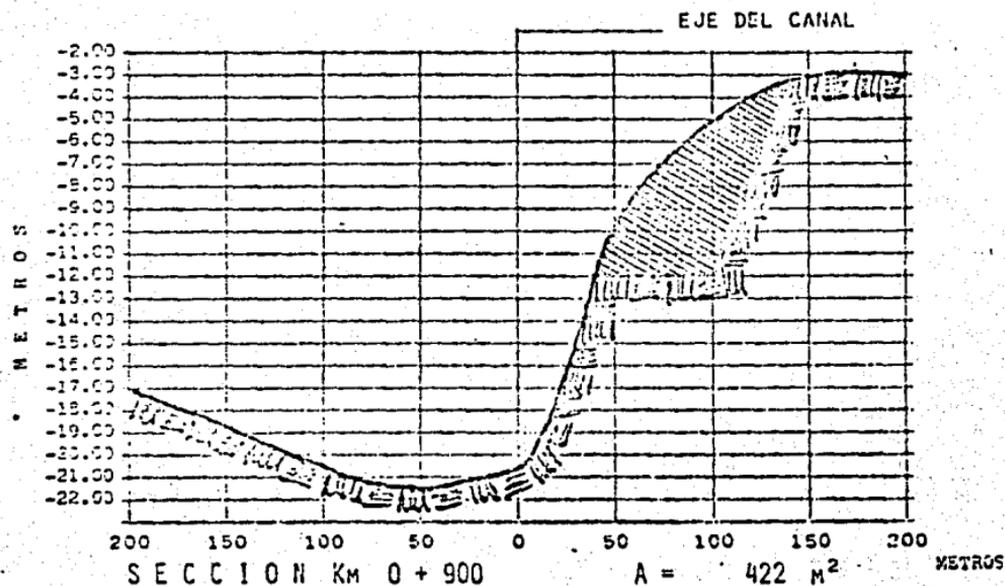
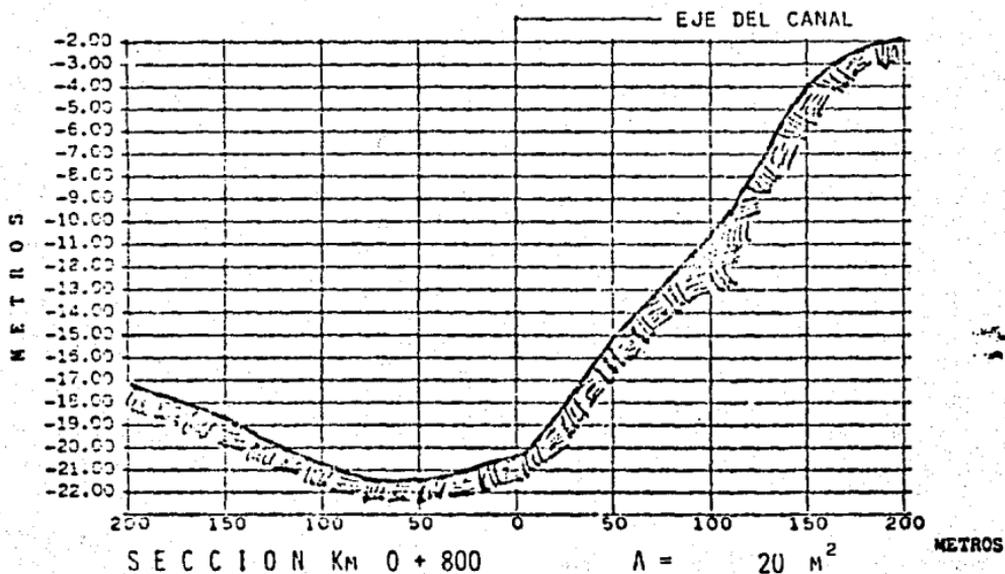
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMNI.

SECCIONES



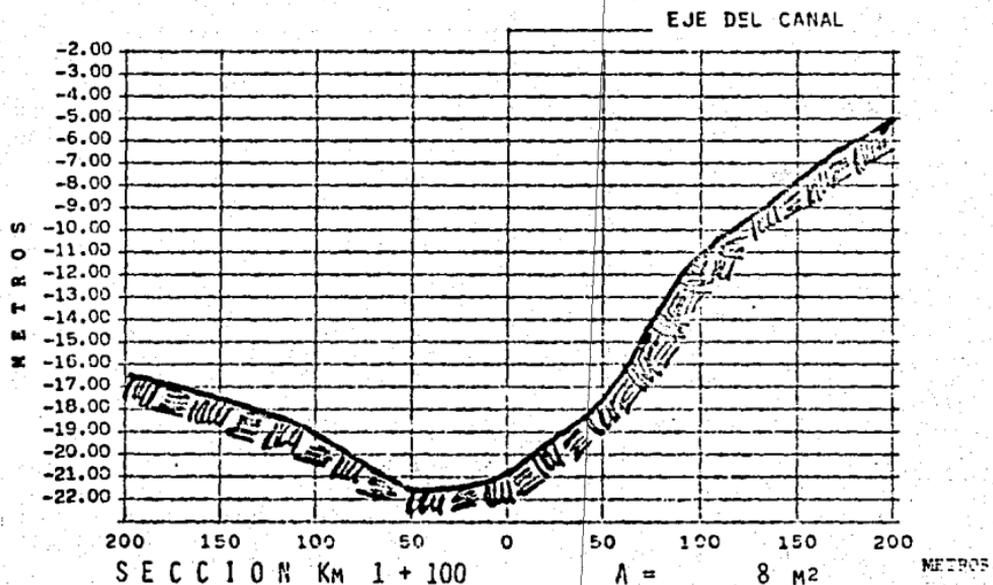
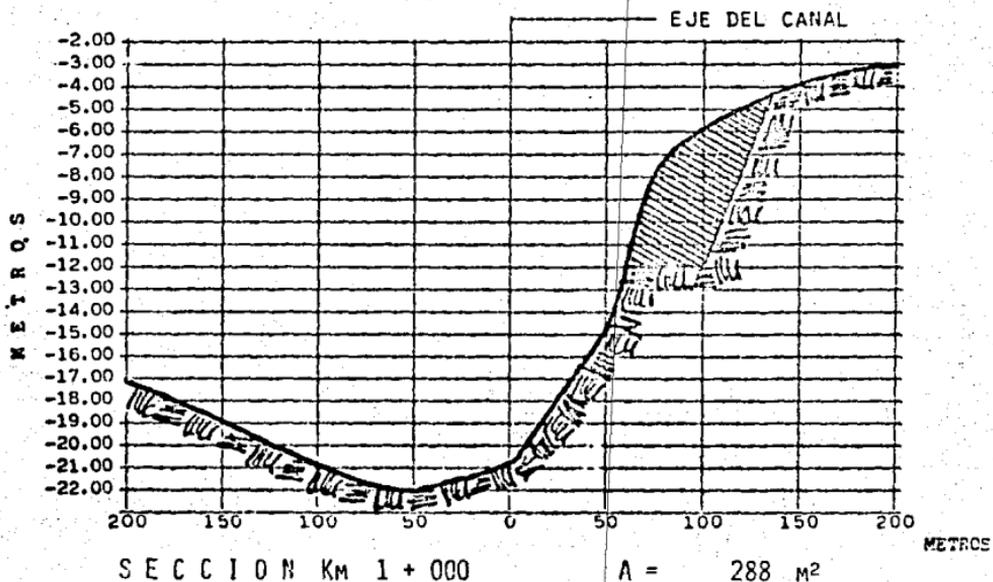
NOTA: Elevaciones en metros referidas al MBNN1.

SECCIONES



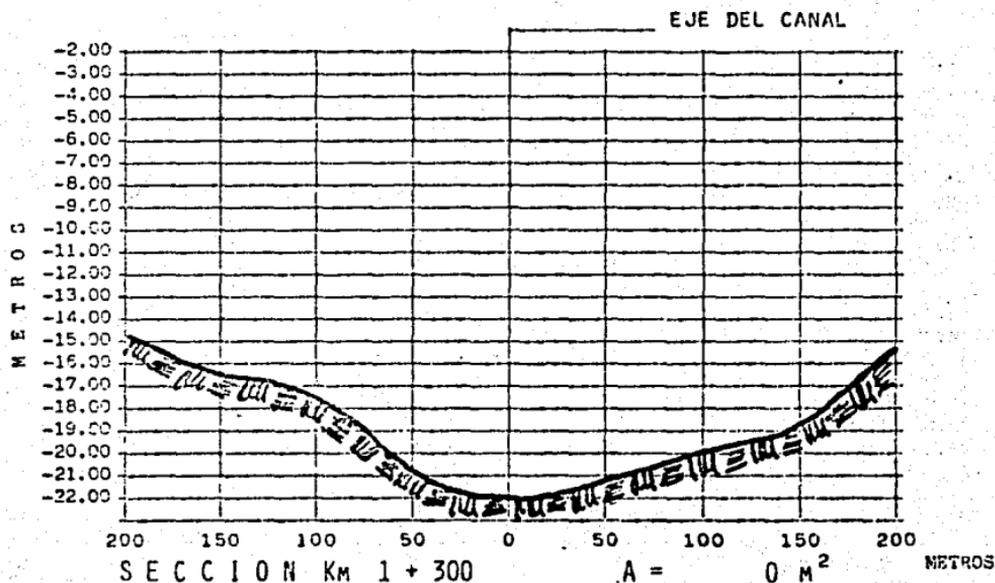
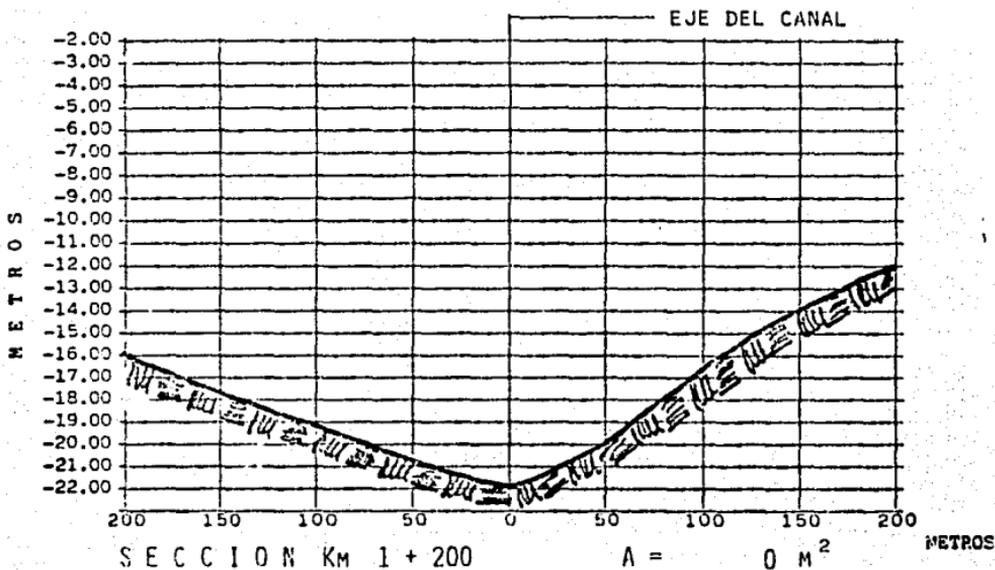
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMML.

SECCIONES



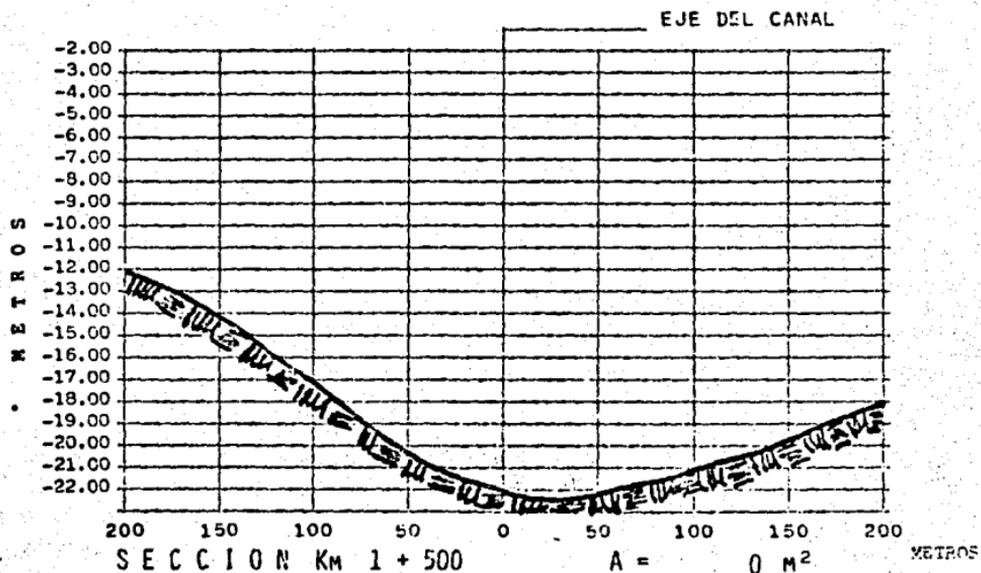
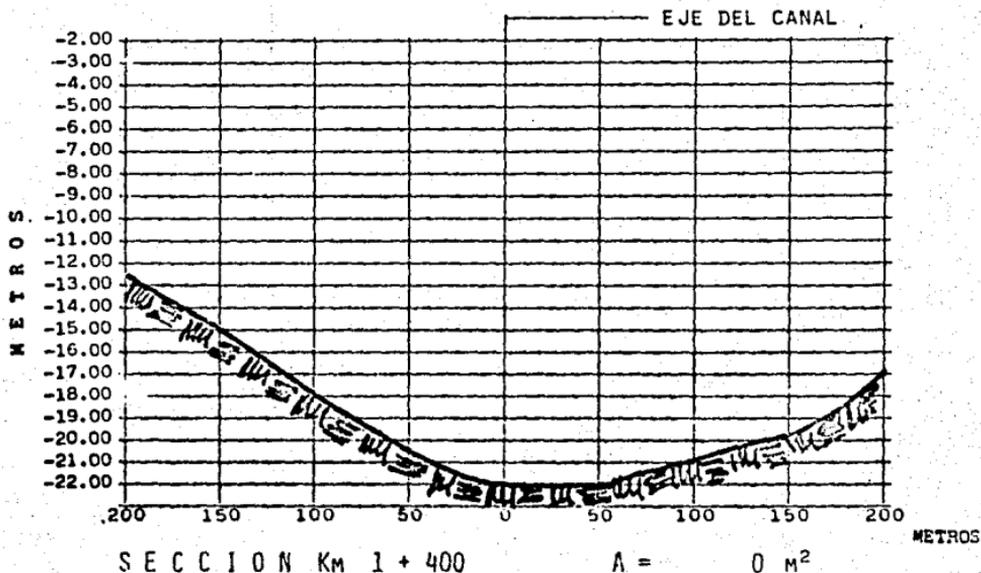
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NEMMI.

SECCIONES



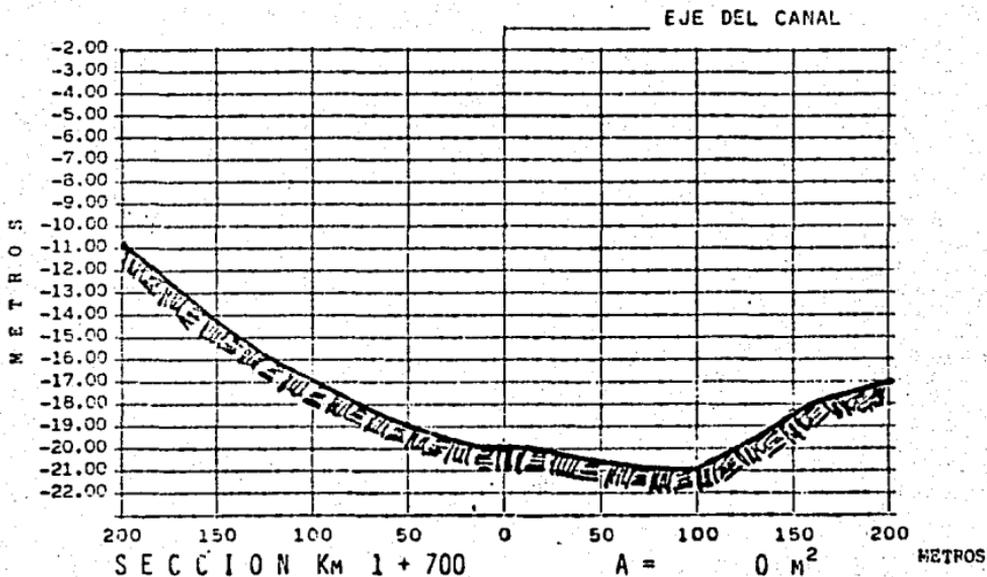
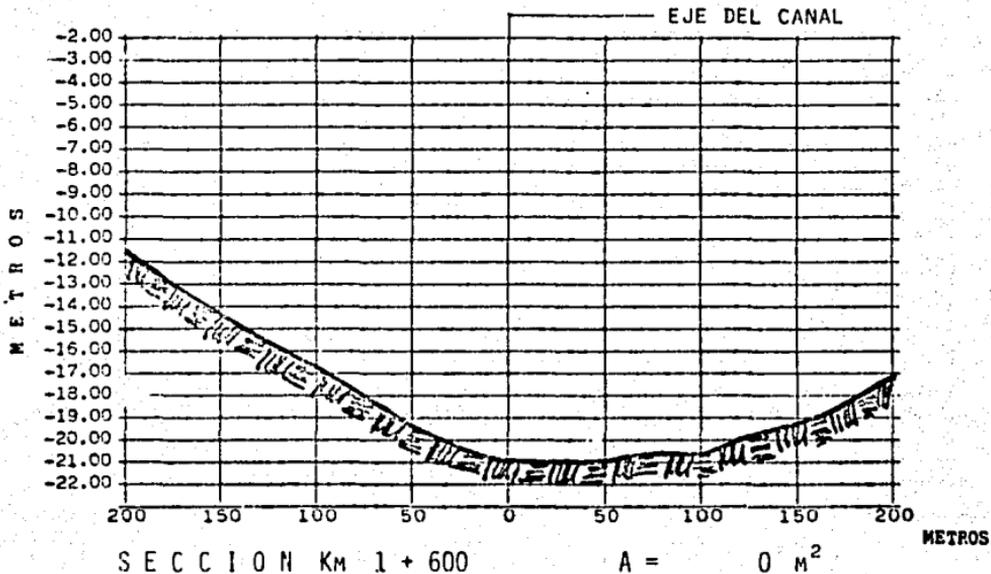
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMNI.

SECCIONES



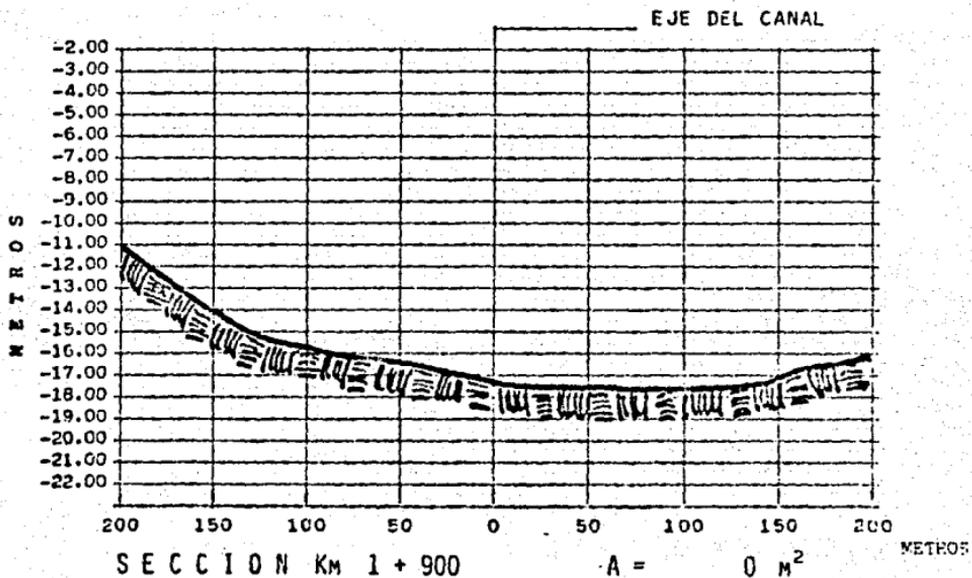
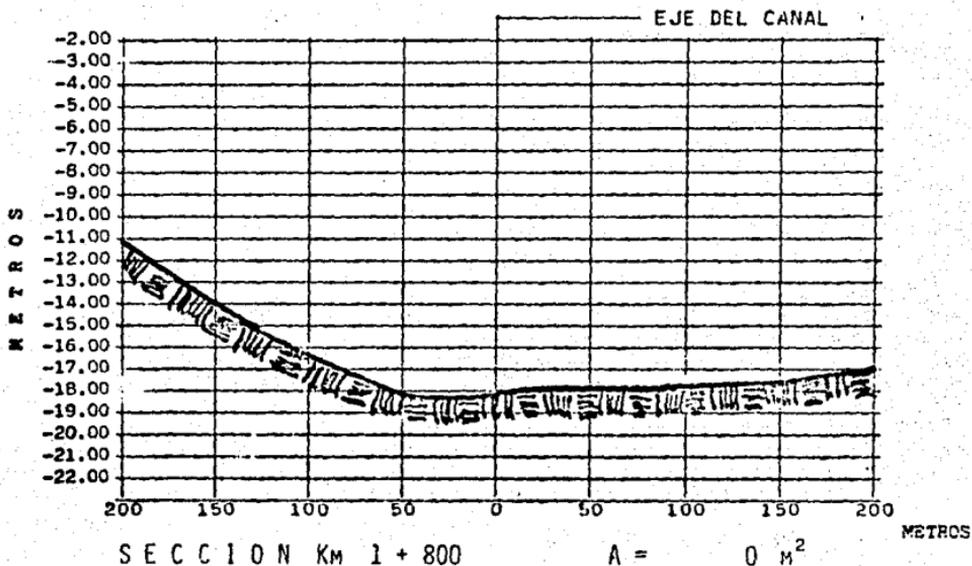
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMHI.

SECCIONES



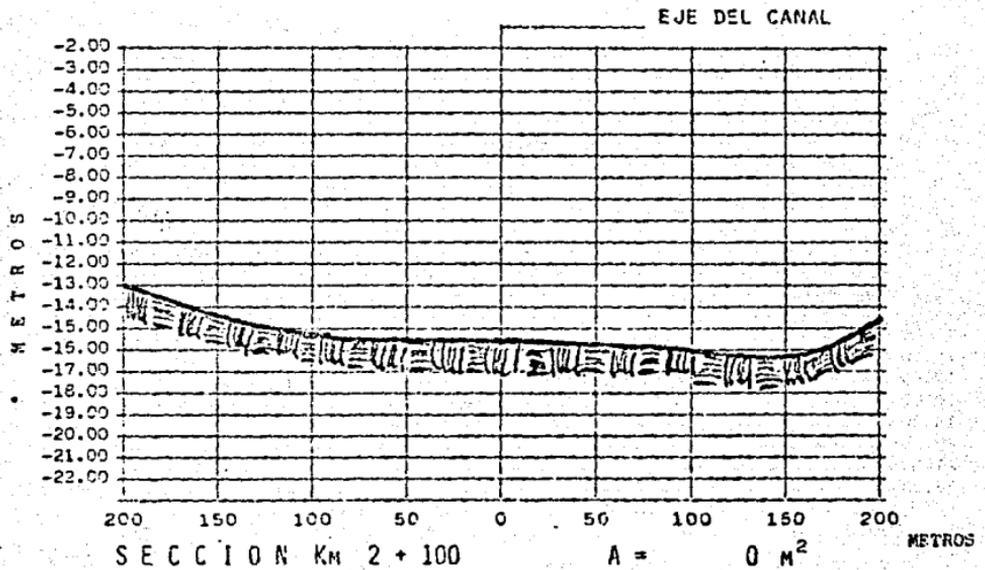
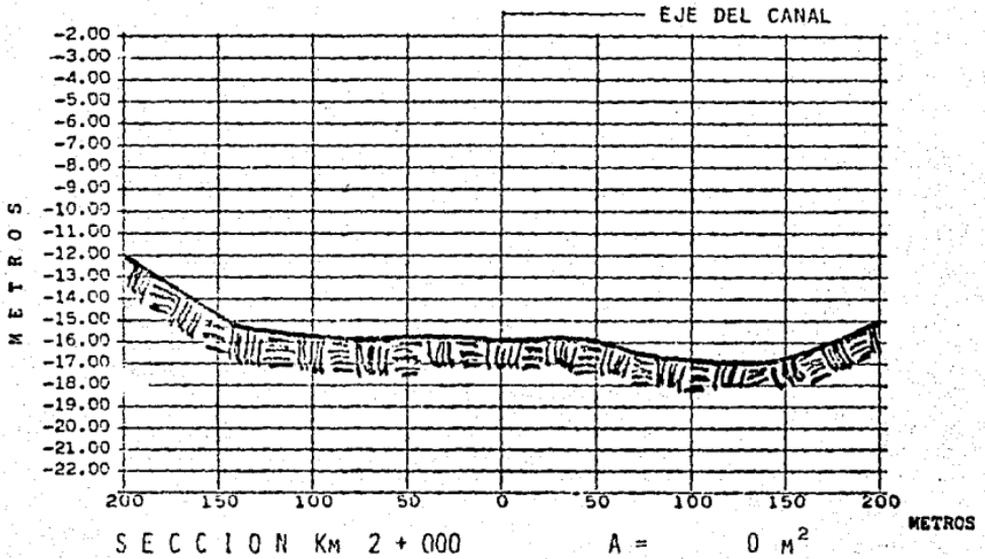
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMMI.

SECCIONES



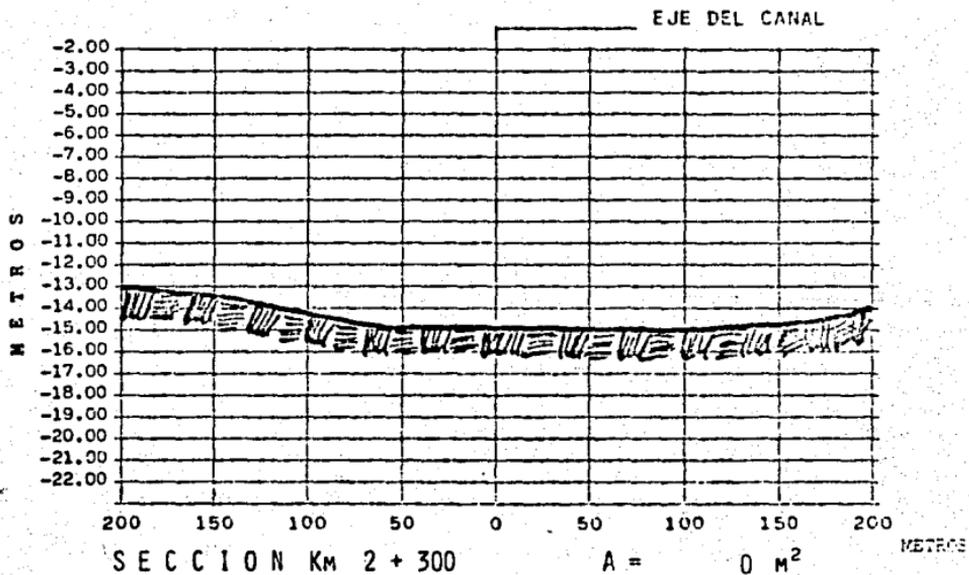
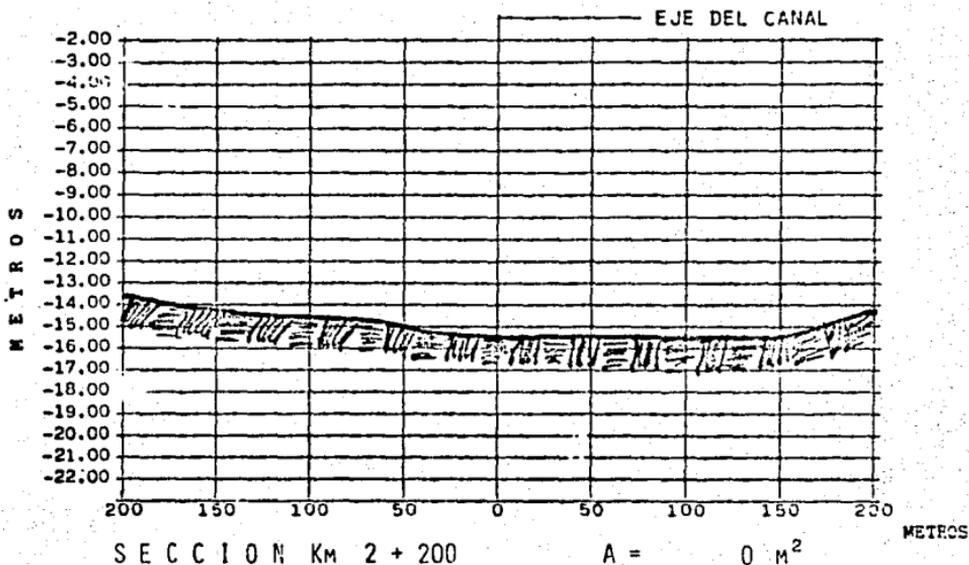
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBM81.

SECCIONES



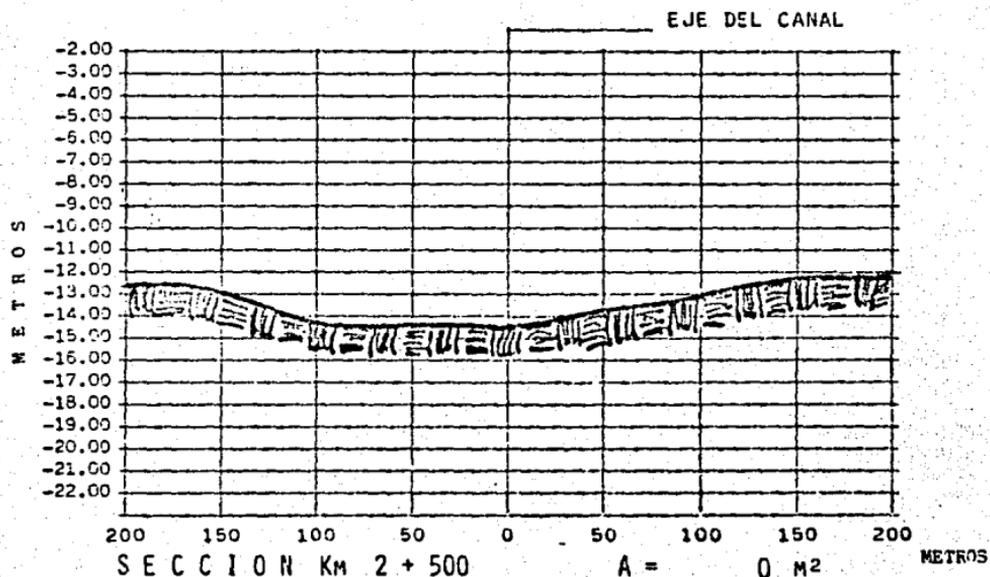
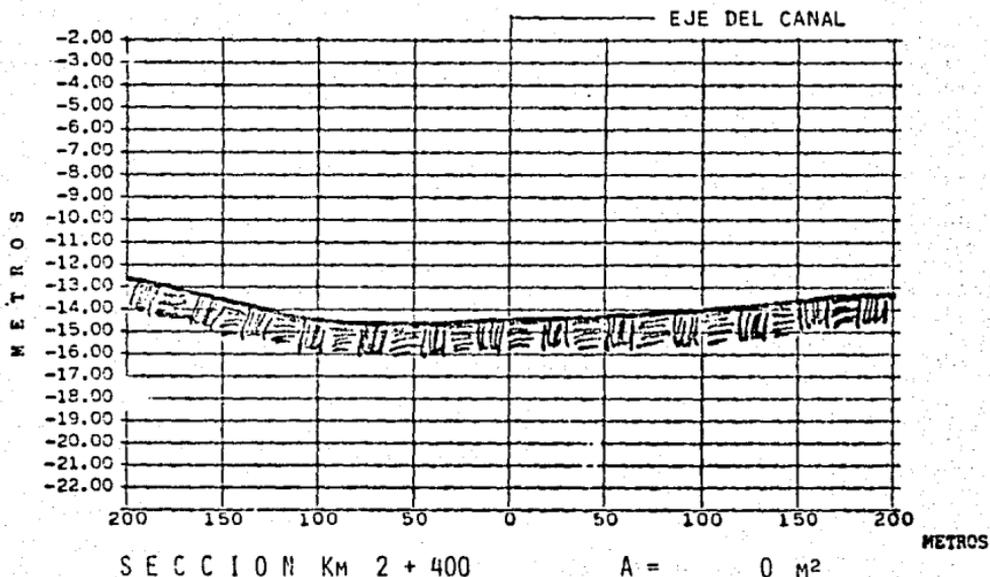
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMN1.

SECCIONES



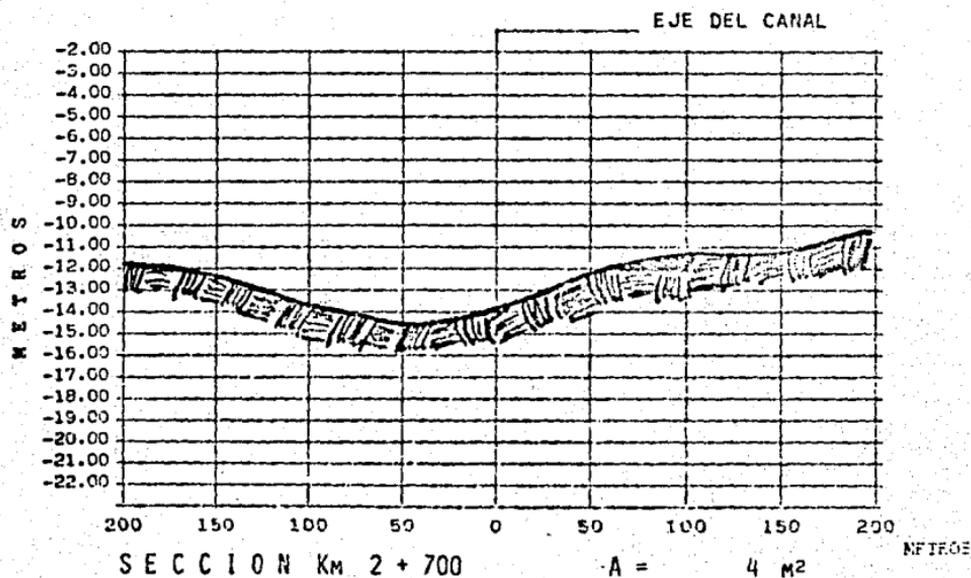
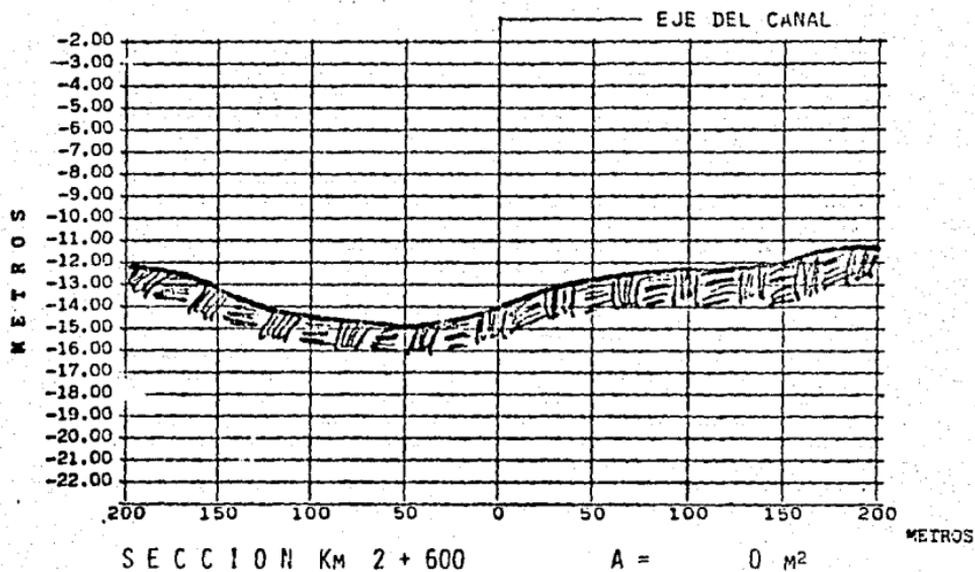
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMN1.

SECCIONES



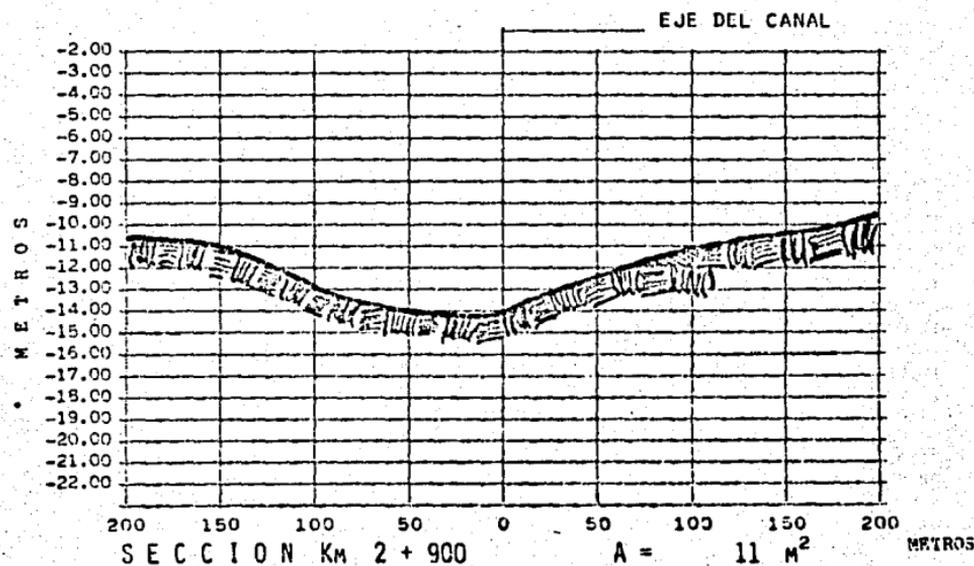
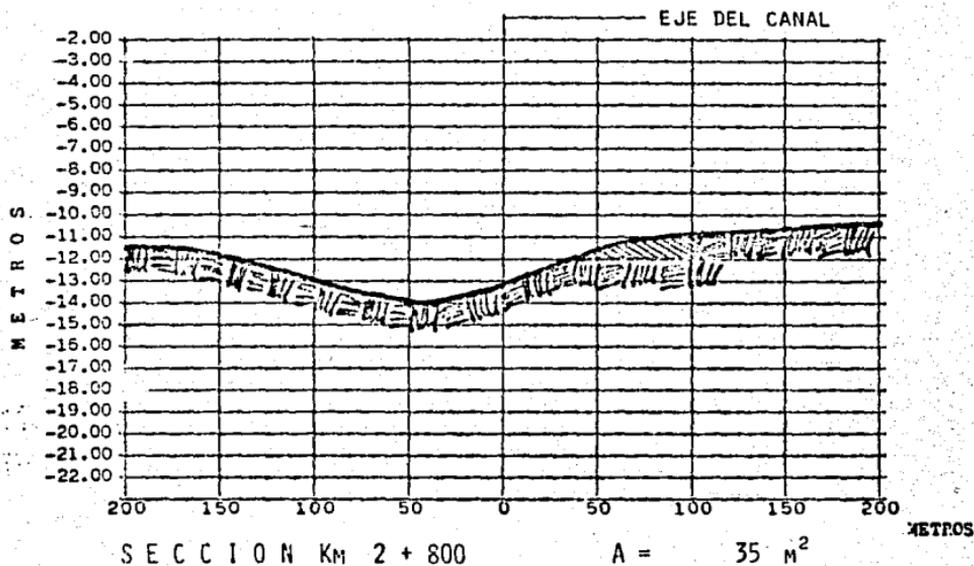
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMNI.

SECCIONES



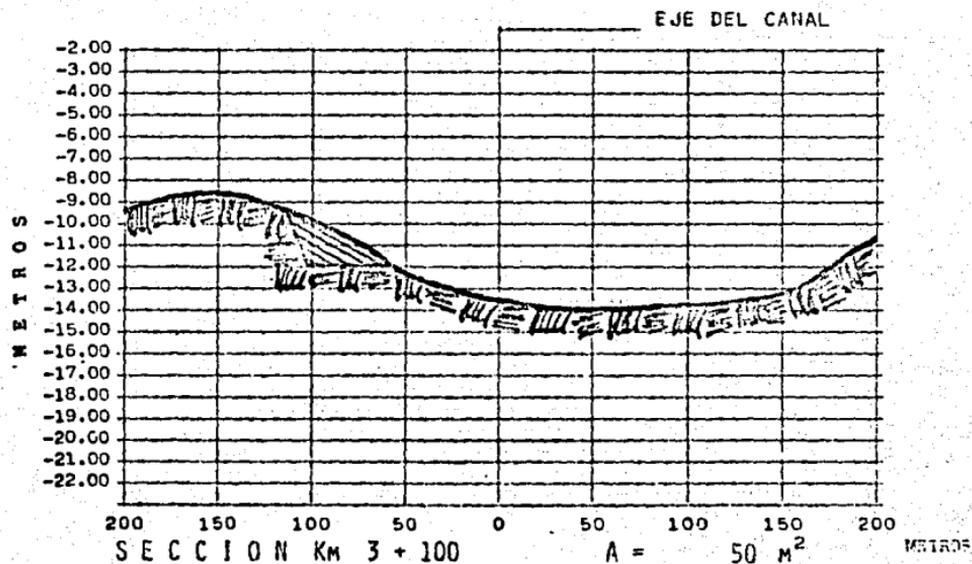
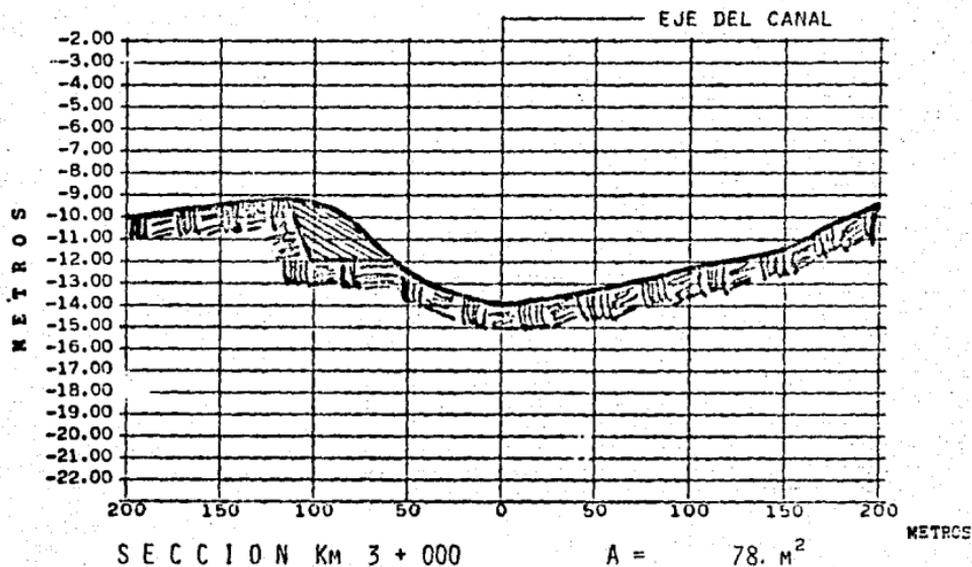
NOTA: Elevaciones en metros referidas al "N.M.M".

SECCIONES



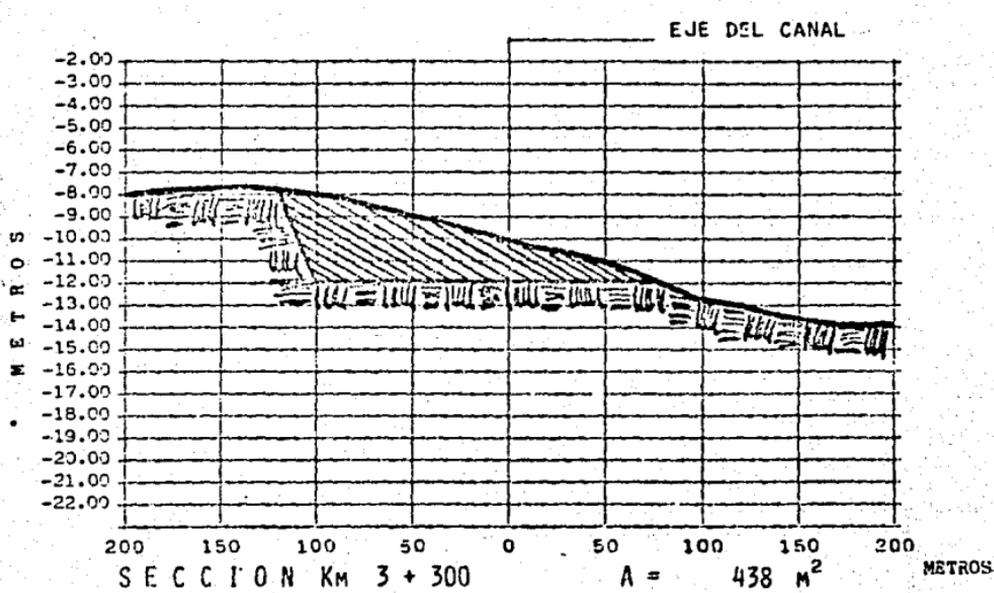
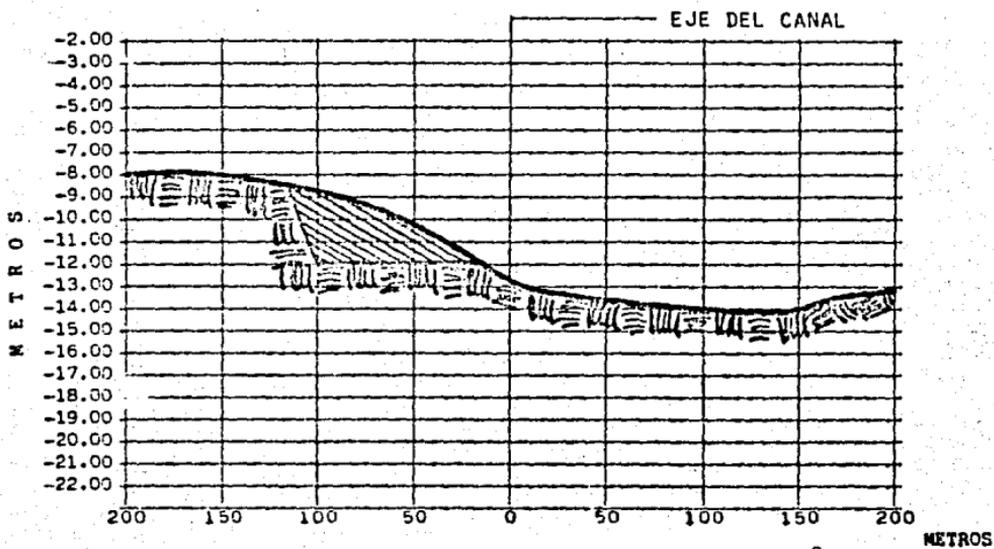
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMHT.

SECCIONES



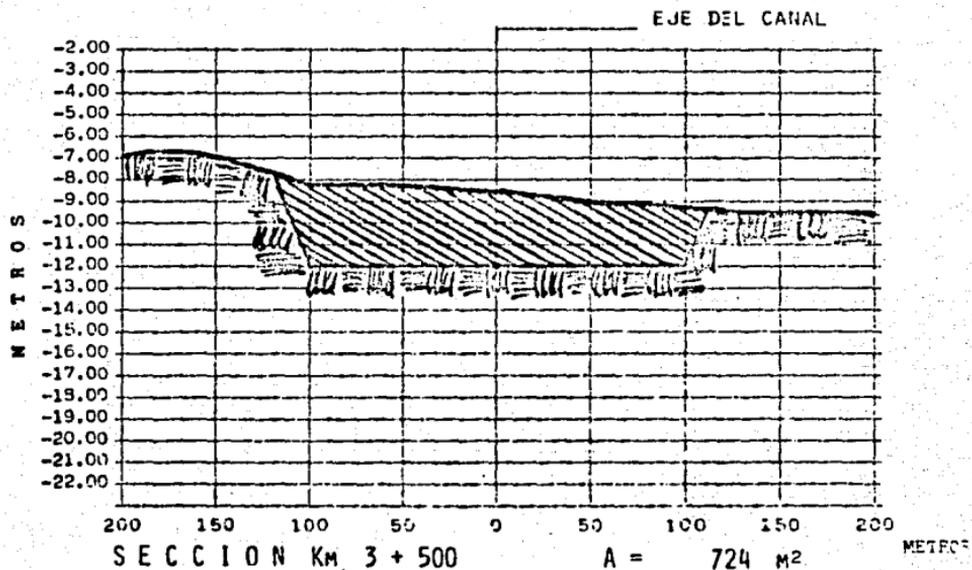
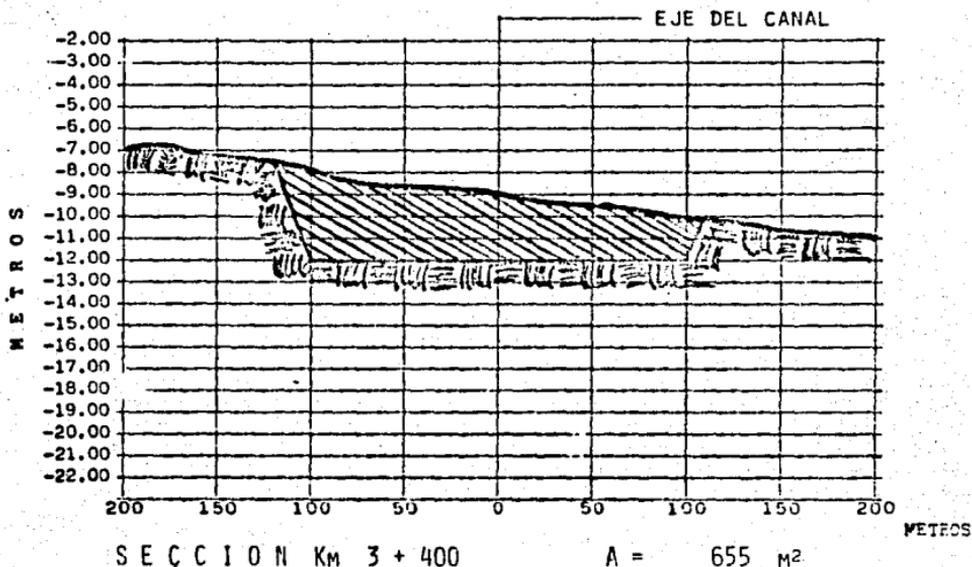
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NRM1.

SECCIONES



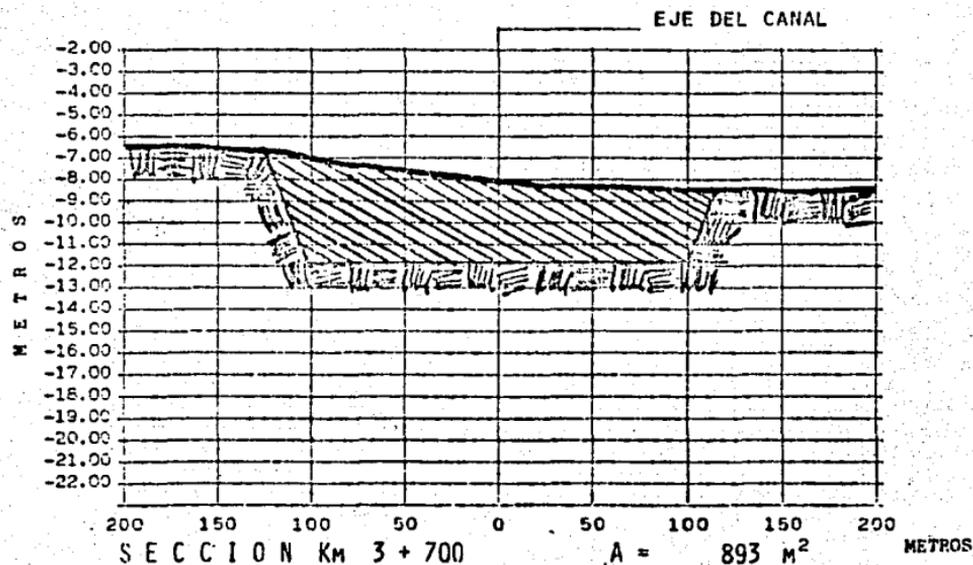
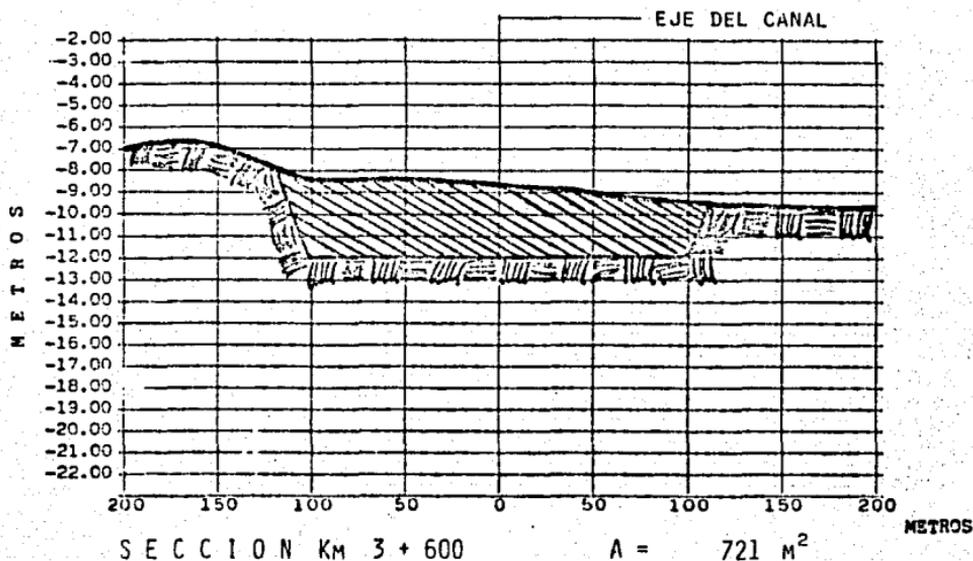
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMWL.

SECCIONES



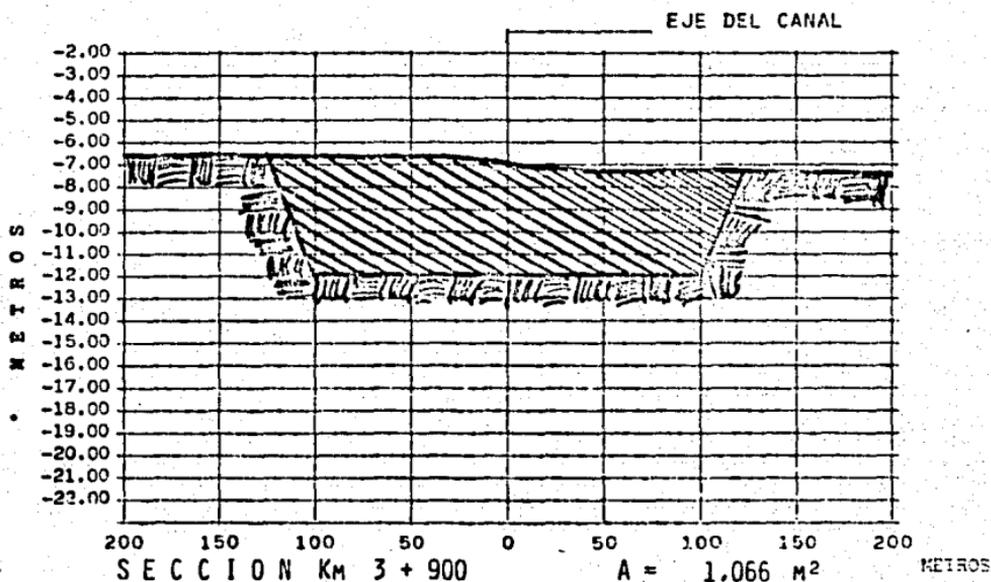
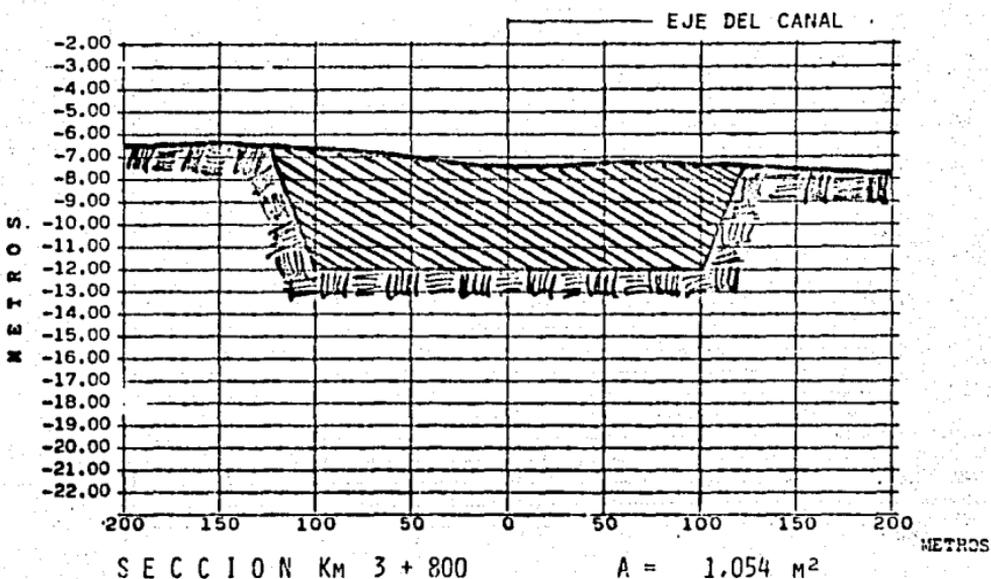
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NEMMI.

SECCIONES



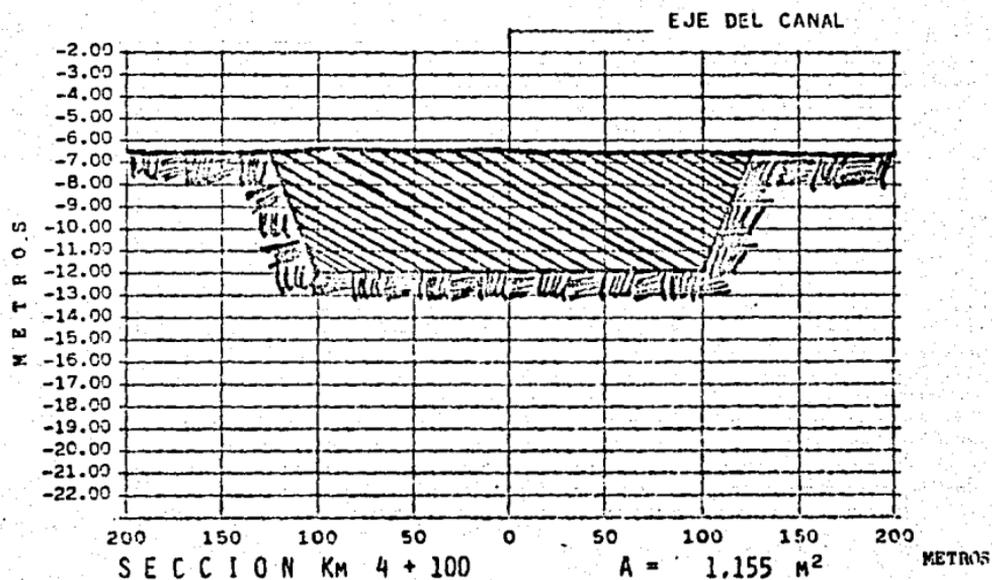
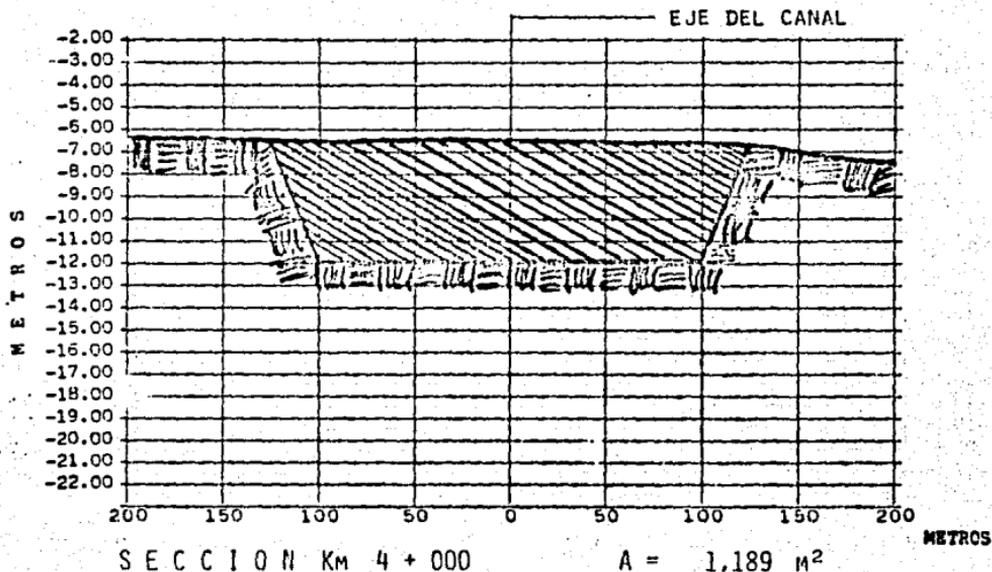
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBNMI.

SECCIONES



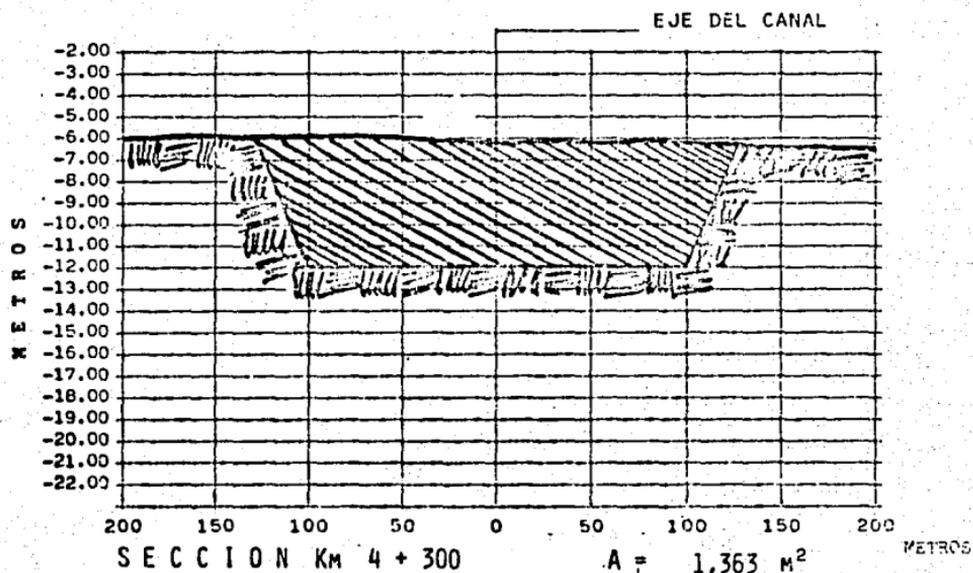
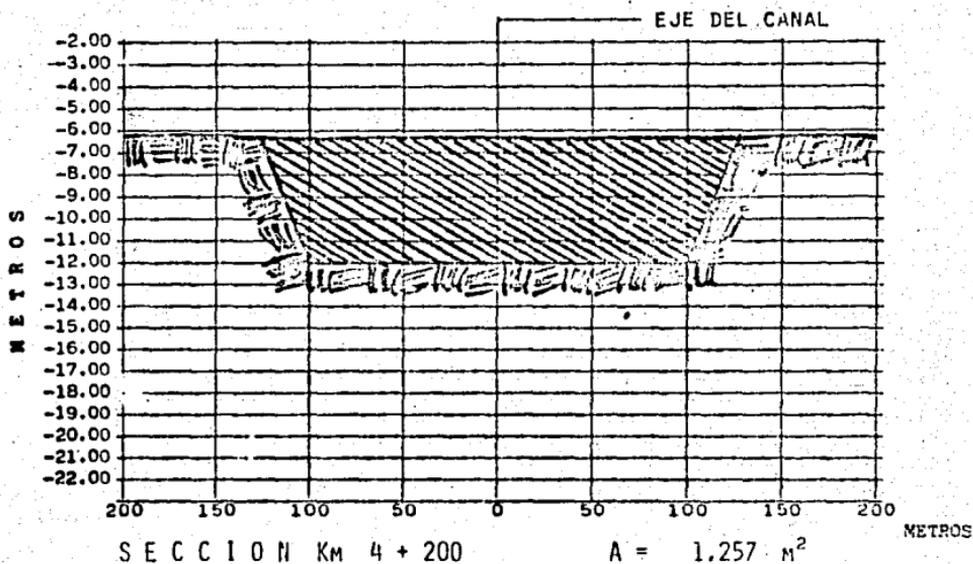
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NEMMI.

SECCIONES



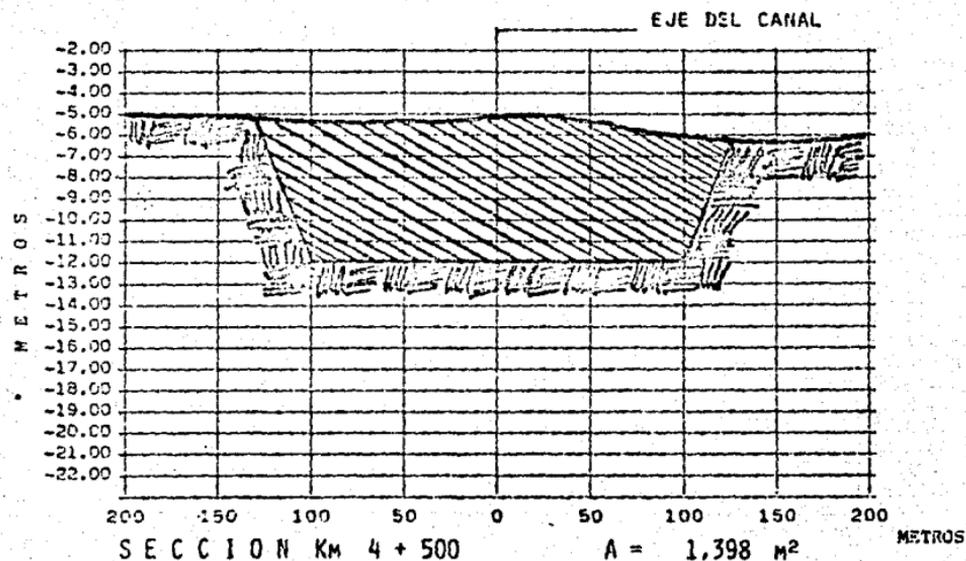
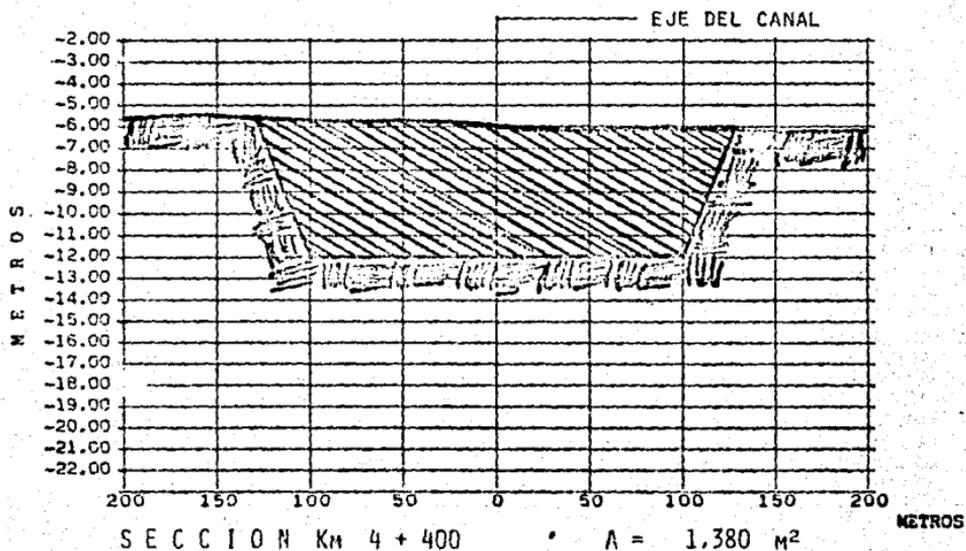
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NRMKI.

SECCIONES



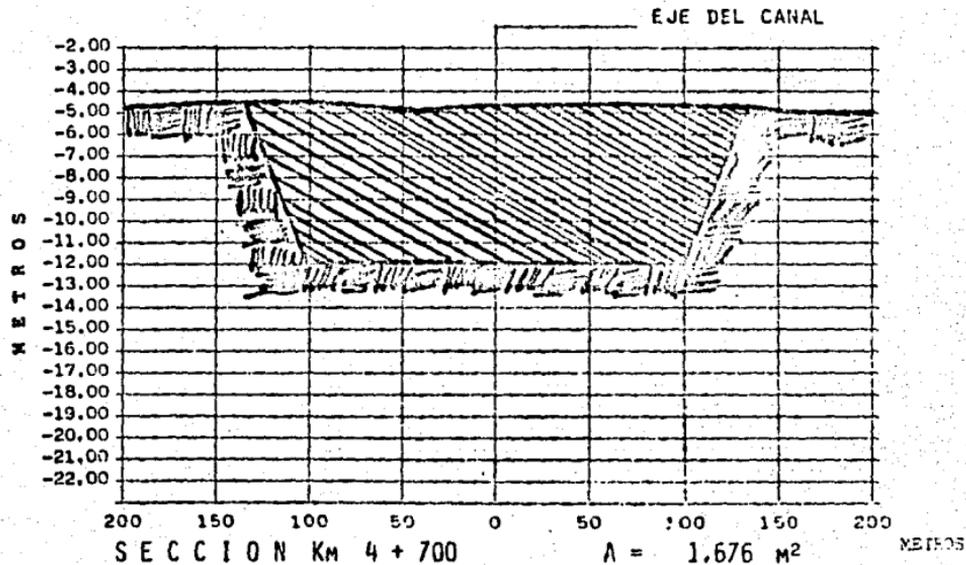
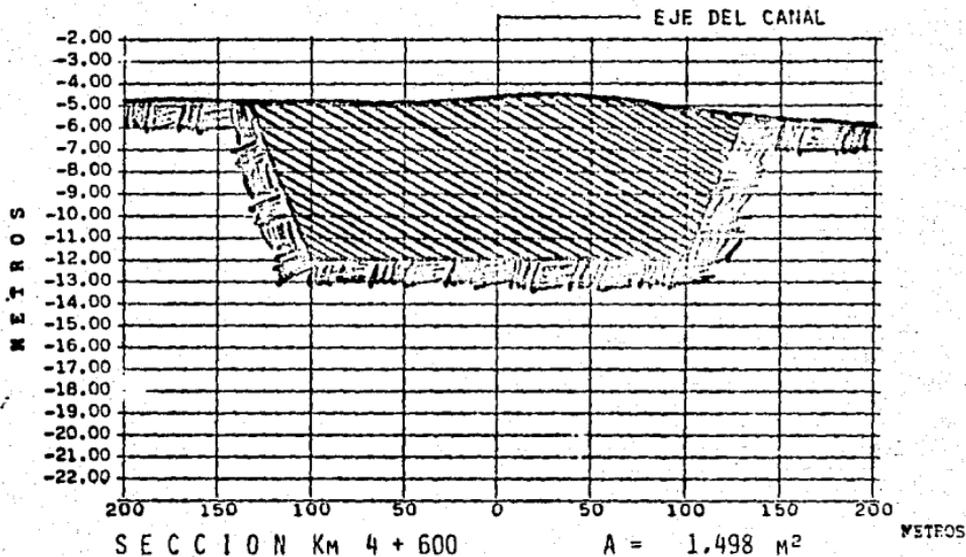
NOTA: Elevaciones en metros referidas al DNMN1.

SECCIONES

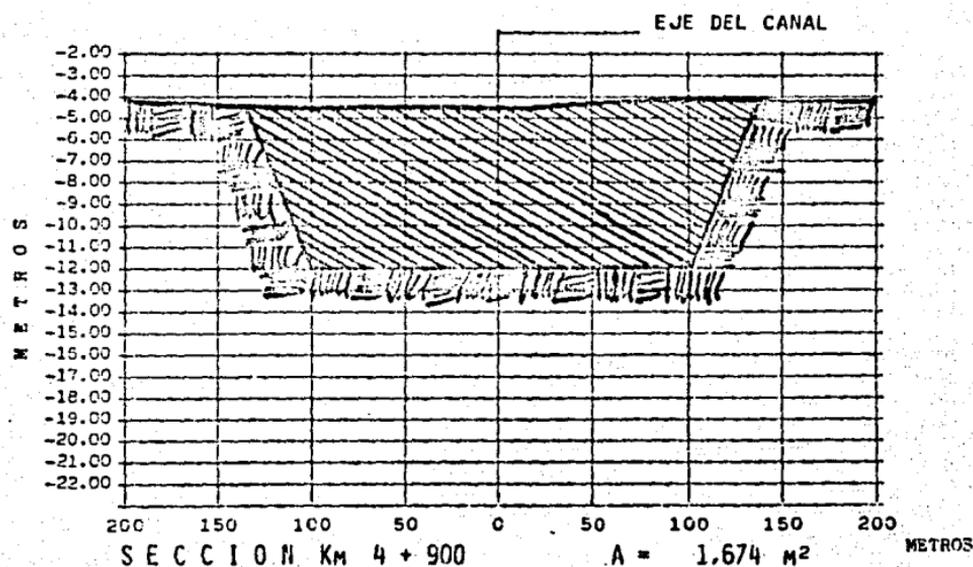
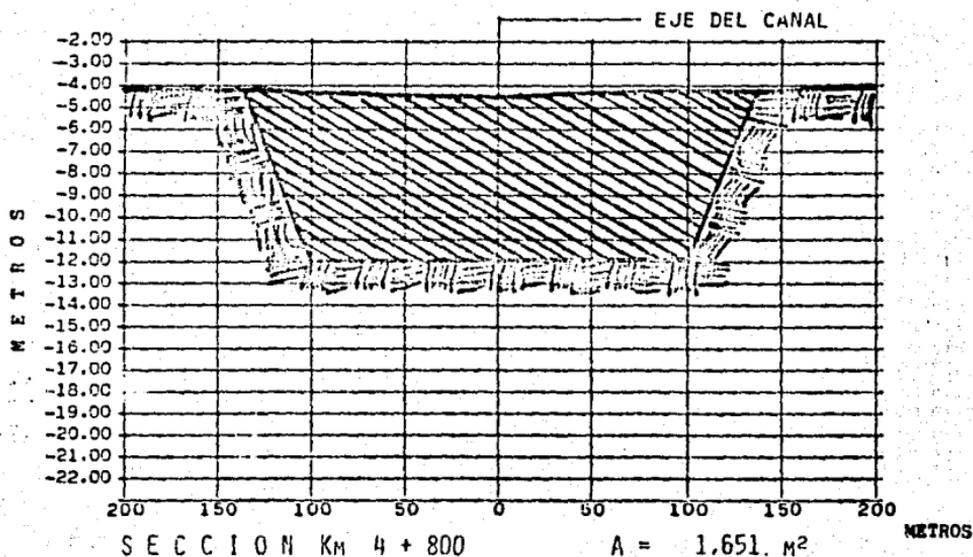


NOTA: Elevaciones en metros referidas al NEMMI.

SECCIONES

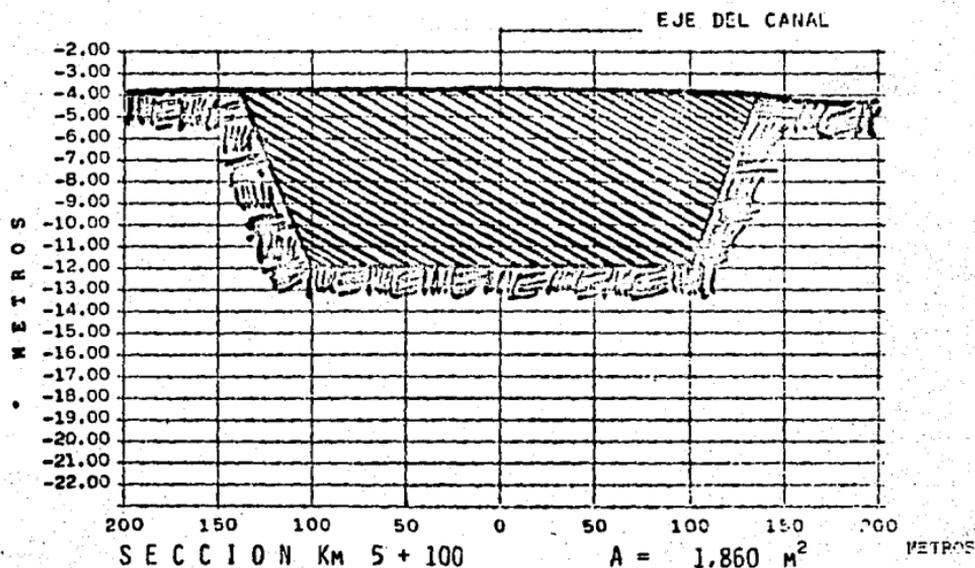
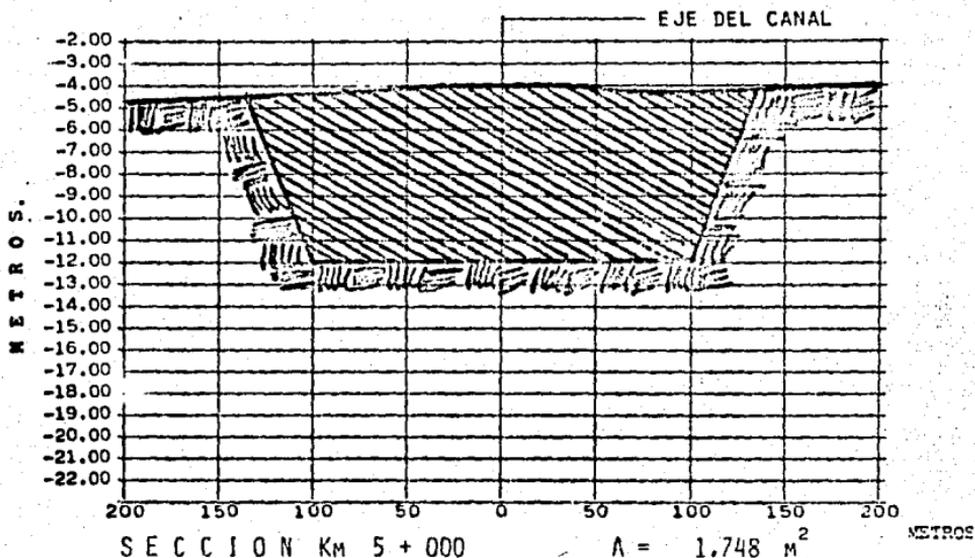


SECCIONES



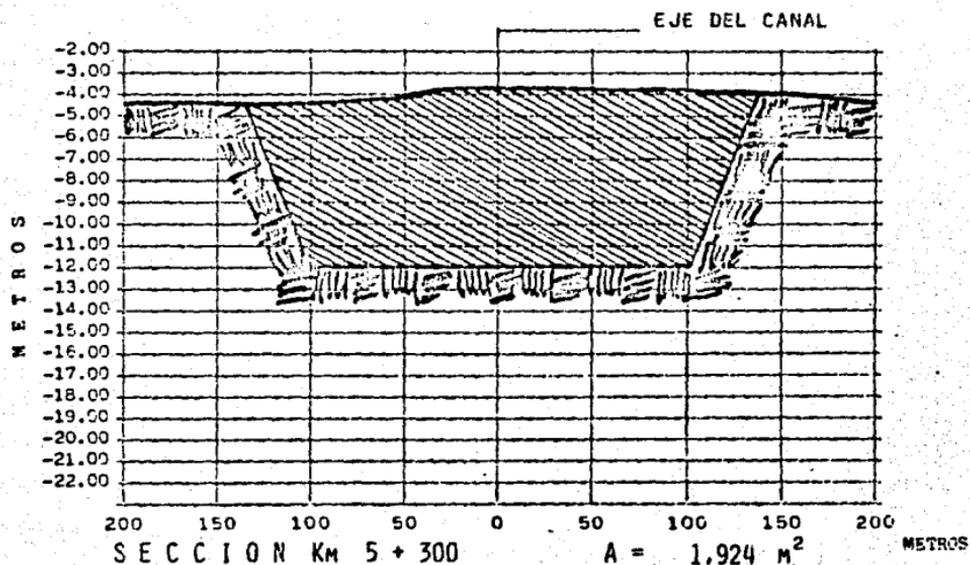
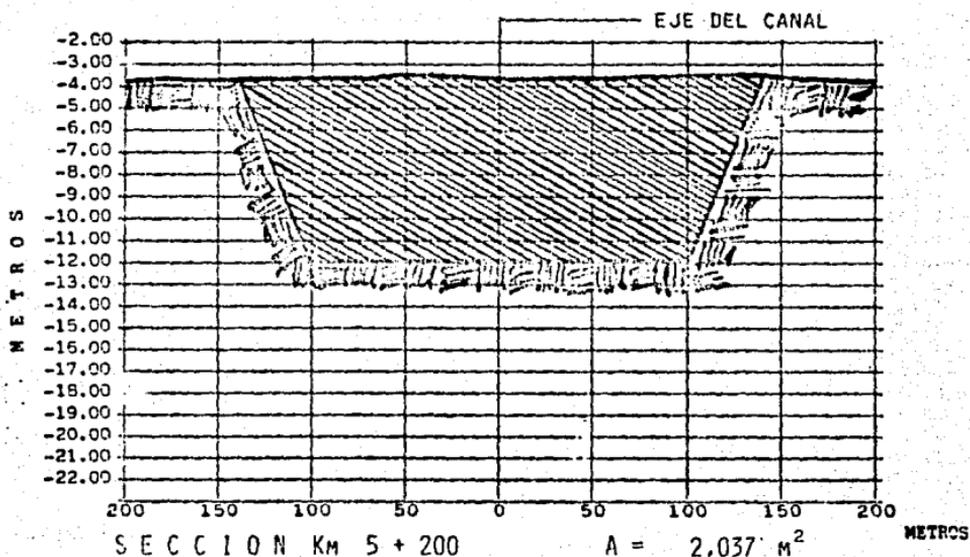
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMN1.

SECCIONES



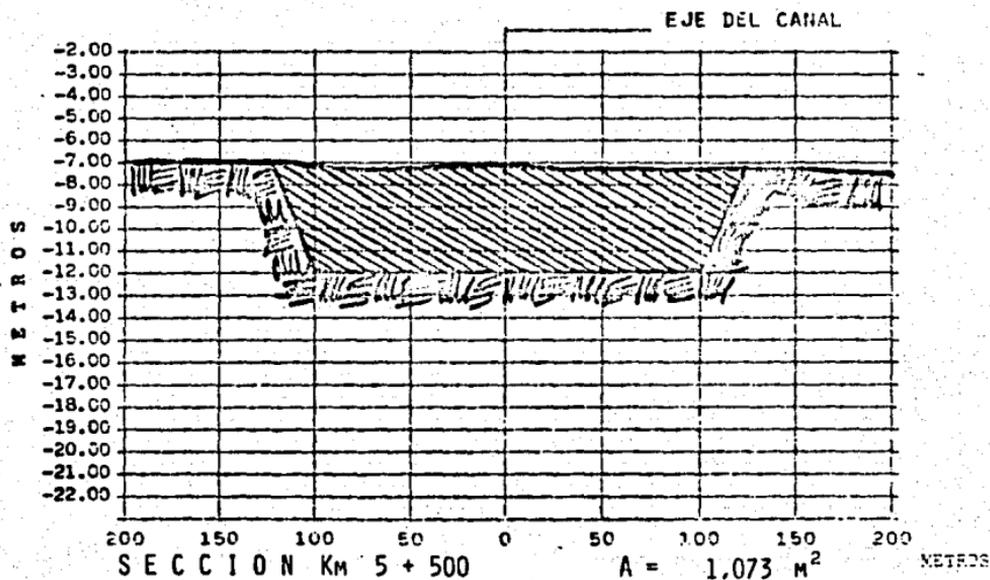
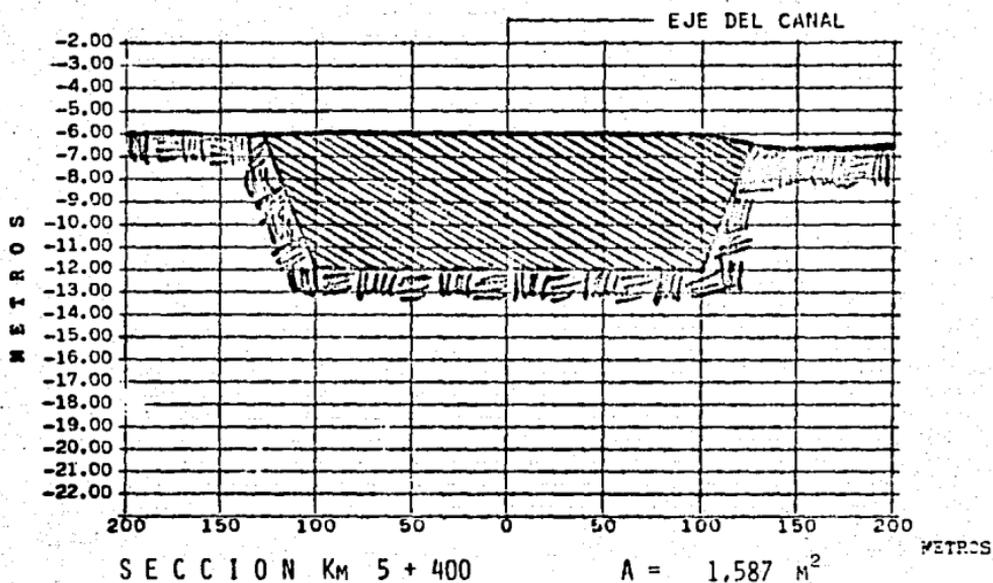
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBSM1.

SECCIONES



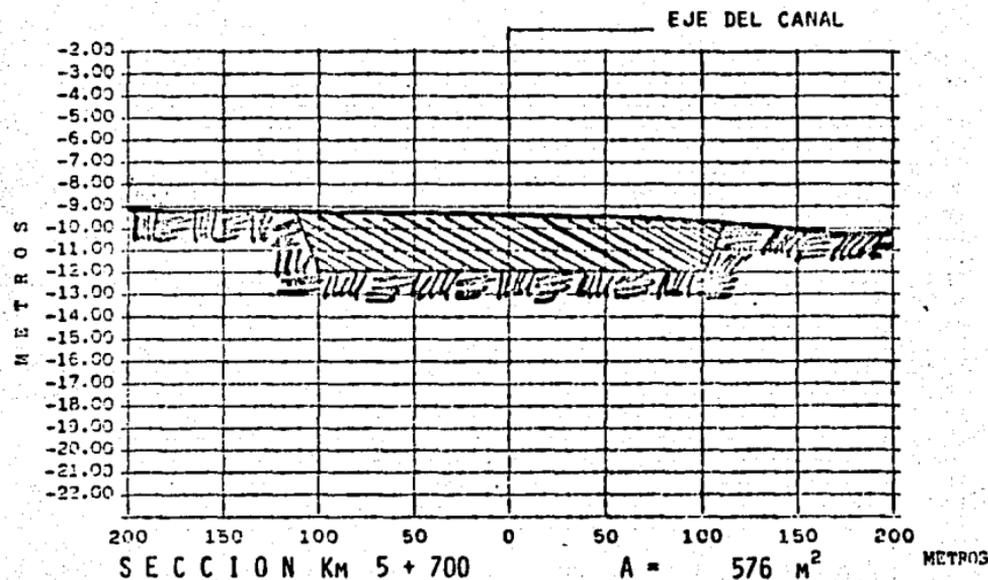
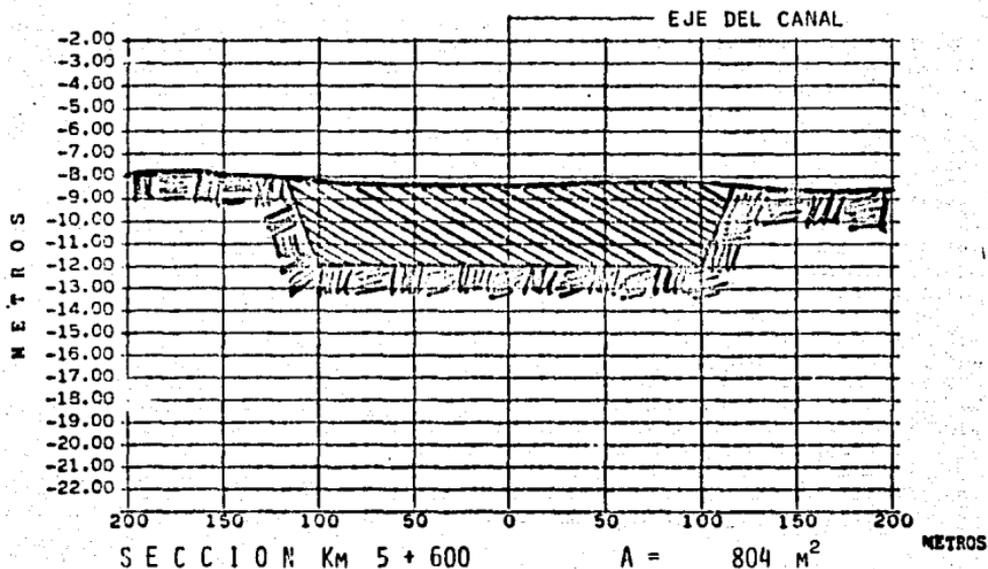
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NEMMI.

SECCIONES



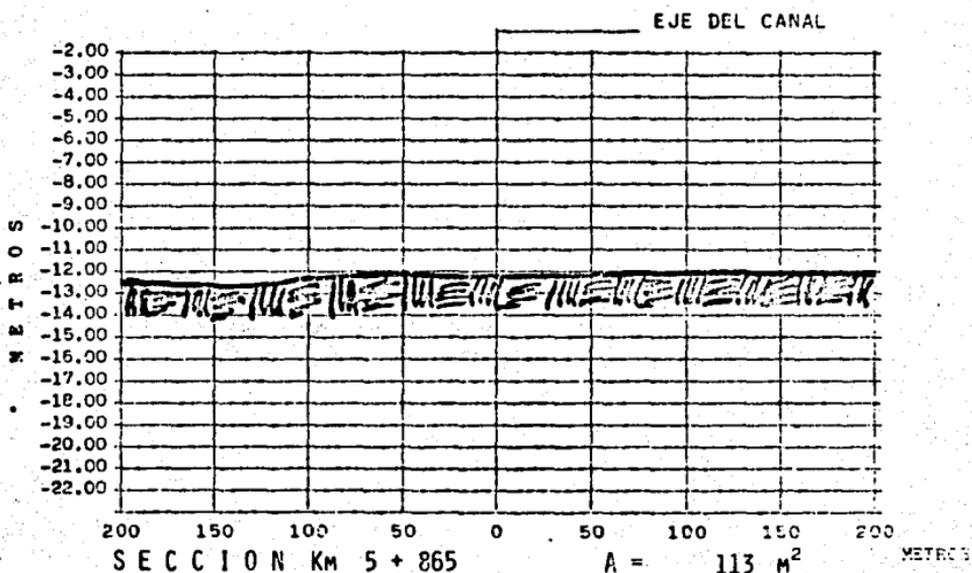
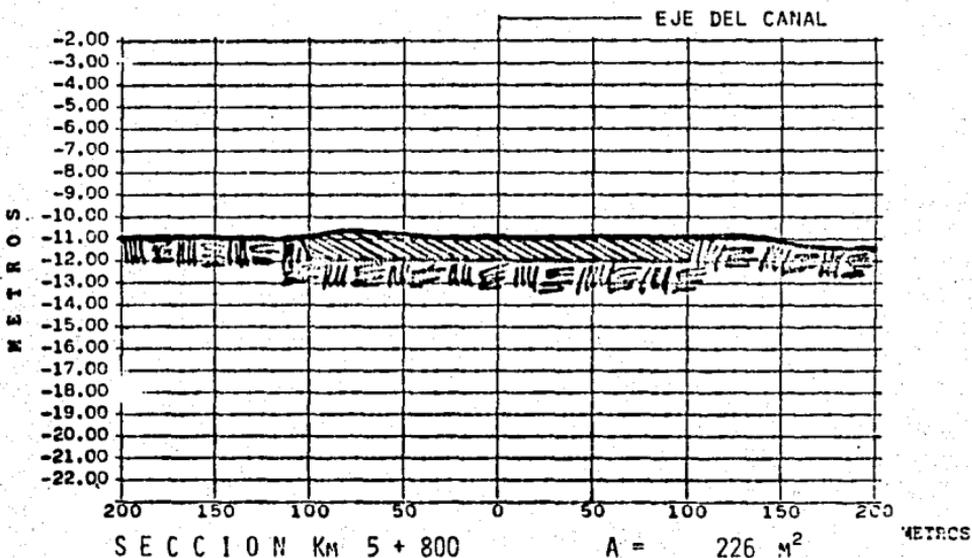
NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMNi.

SECCIONES



NOTA: Elevaciones en metros referidas al NBMHI.

SECCIONES



VI BALIZAMIENTO Y PROTECCION

BALIZAMIENTO Y PROTECCION

VI: 1 ANTECEDENTES.

EN 1976 EXISTÍAN MAS DE TREINTA SISTEMAS DE BOYAGE EMPLEADOS EN TODO EL MUNDO. ESTO DABA COMO RESULTADO UNA SITUACIÓN PARTICULARMENTE CONFUSA DURANTE LA NOCHE.

HUBO SIEMPRE DESACUERDO EN LA MANERA EN QUE LAS LUCES DE LAS BOYAS DEBERÍAN SER UTILIZADAS DESDE QUE HICIERON SU APARICIÓN HACIA FINES DEL SIGLO XIX. EN PARTICULAR, ALGUNOS PAISES SE INCLINARON HACIA EL EMPLEO DE LAS LUCES ROJAS PARA SEÑALAR EL LADO DE BABOR DE LOS CANALES Y OTROS QUE PARA EL MISMO COLOR SEÑALABAN EL LADO DE ESTRIBOR.

LA IALA -INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES- QUE ES LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE SEÑALAMIENTO MARITIMO, CON ESTA SITUACIÓN INSATISFATORIA, EN EL AÑO DE 1965 NOMBRÓ UN COMITE TÉCNICO INTERNACIONAL, PARA EXAMINAR EL PROBLEMA Y ENCONTRARLE SOLUCIÓN.

PARA ALLANAR LOS REQUERIMIENTOS CONFLICTIVOS, SE PENSÓ COMO PRIMER PASO FORMULAR DOS SISTEMAS, UNO EMPLEANDO EL COLO ROJO PARA BABOR EN LOS CANALES, Y OTRO USANDO EL COLOR ROJO PARA SEÑALAR EL LADO ESTRIBOR.

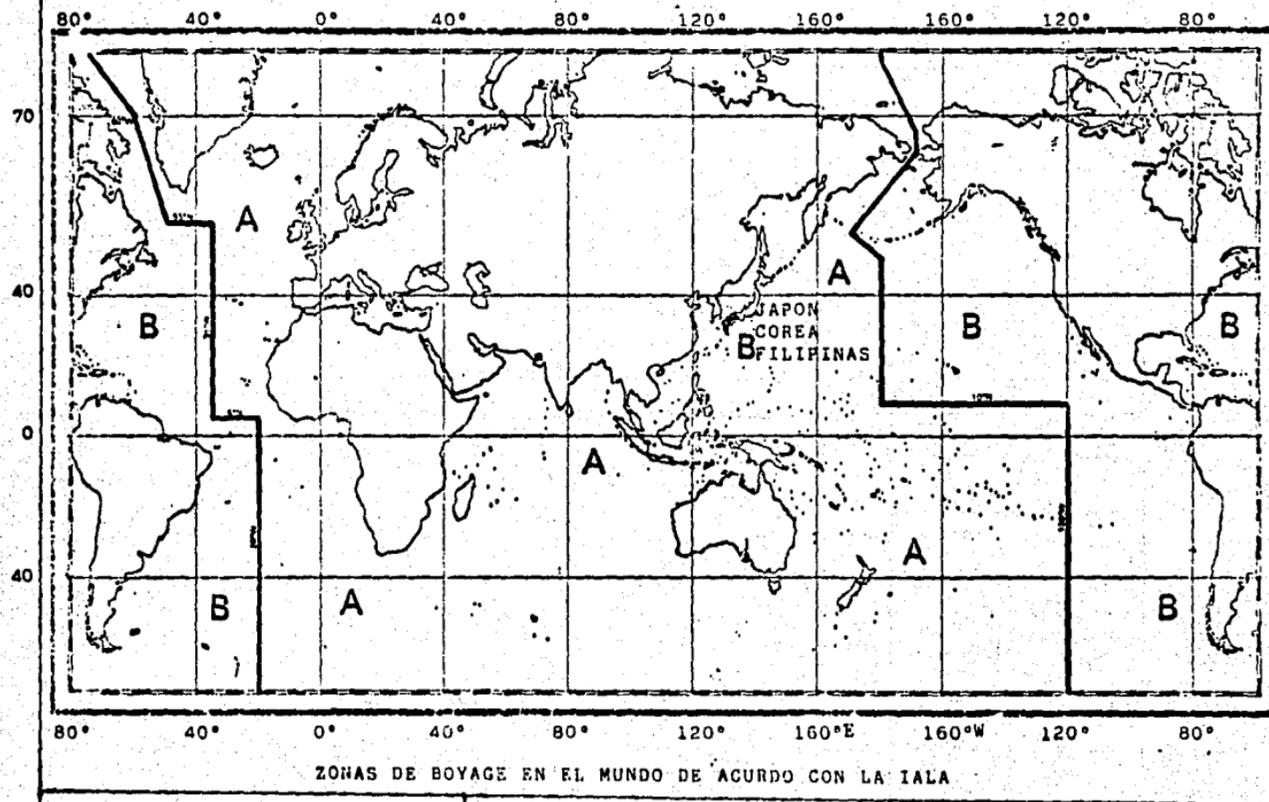
SE LES DIÓ EL NOMBRE DE SISTEMA "A" Y SISTEMA "B" RESPECTIVAMENTE. LAS REGLAS PARA EL SISTEMA "A" FUERON TERMINADAS EN 1976 Y ACEPTADAS POR LA ORGANIZACIÓN MARÍTIMA CONSULTIVA INTERGUBERNAMENTAL -IMCO-. LA INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA SE INICIÓ EN 1977 Y SU USO SE HIZO EXTENSIVO EN EUROPA, AUSTRALIA, NUEVA ZELANDIA, AFRICA Y ALGUNOS PAISES ASIÁTICOS.

LAS REGLAS DEL SISTEMA "B" SE TERMINARON A PRINCI-

PIOS DE 1980 Y SE VIÓ QUE ERAN APLICABLES EN LOS PAISES DE NORTE, CENTRO Y SUDAMÉRICA, JAPON, COREA Y LAS FILIPINAS. LAS REGLAS PARA LOS DOS SISTEMAS ERAN TAN SIMILARES QUE EL COMITE EJECUTIVO DE LA IALA, SINTIÓ PODER COMBINAR AMBOS SISTEMAS, EN UNO SOLO CONOCIDO COMO: "EL SISTEMA IALA DE BOYAGE MARÍTIMO". DURANTE LA CONFERENCIA CONVENIDA POR IALA EN NOVIEMBRE DE 1980 CON LA ASISTENCIA DE IMCO Y DE LA ORGANIZACIÓN HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL, LAS AUTORIDADES DE SEÑALAMIENTO MARÍTIMO DE 50 PAISES Y LOS REPRESENTANTES DE 9 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES RELACIONADAS CON LAS AYUDAS A LA NAVEGACIÓN, ACORDARON ADOPTAR LAS REGLAS DE LA NUEVA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS, LAS LIMITACIONES DE LAS REGIONES DE BOYAGE FUERON TAMBIÉN DECIDIDAS E ILUSTRADAS EN LOS MAPAS VER PLANO N° 35 - Y ANEXADAS A LAS REGLAS. TAMBIÉN DELINEÓ LA NECESIDAD DE ESTRECHA COOPERACIÓN ENTRE PAISES VECINOS Y CON LOS SERVICIOS HIDROGRÁFICOS PARA LA INTRODUCCIÓN DEL NUEVO SISTEMA. DE ESTA MANERA AYUDARA AL MARINO DE CUALQUIER NACIONALIDAD A FIJAR SU POSICIÓN Y EVITAR PELIGROS SIN TEMOR DE AMBIGÜEDAD.

VI: 2 SEÑALAMIENTO.

TOMANDO COMO BASE LAS NORMAS MARCADAS POR LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, EN LOS ASPECTOS RELATIVOS A SEÑALAMIENTO MARÍTIMO Y AL CRITERIO ESTABLECIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS LUCES DE ENFILACIÓN, SE PROCEDIÓ A FIJAR LOS REQUERIMIENTOS EN CUANTO A LA BOYA DE RECALADA Y

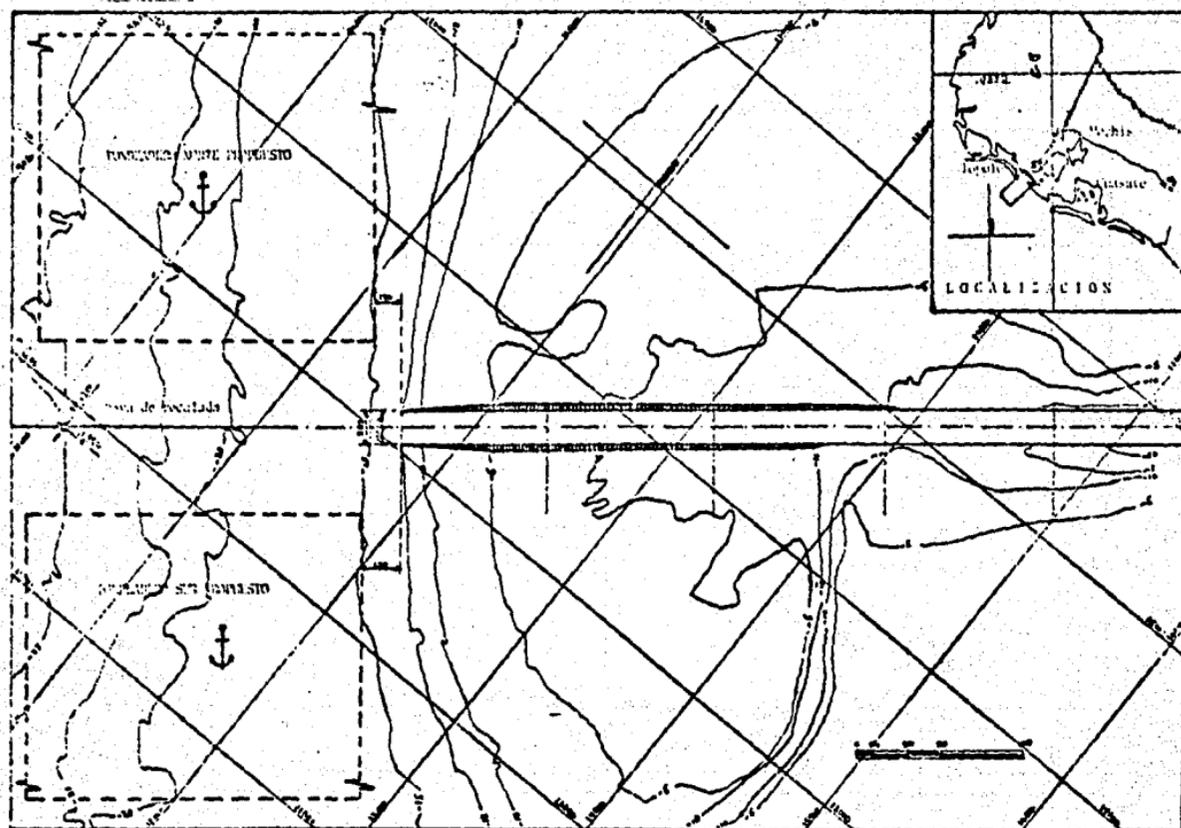


REGIONES DE BOYAGE EN EL MUNDO

PLANO N° 35

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA

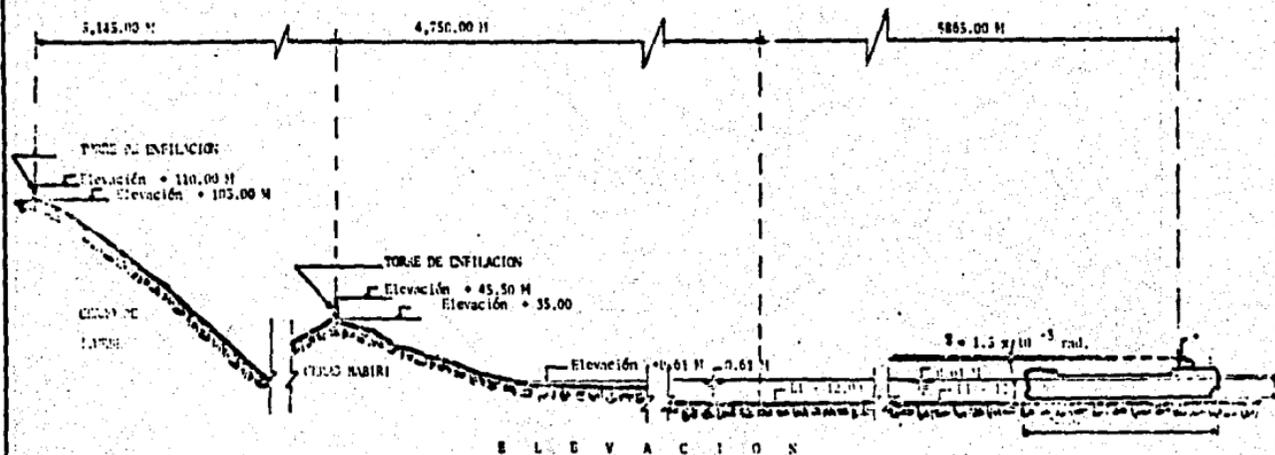


AREAS PARA FONDEADERO Y ABRIGO

PLANO N° 36

TRABAJO DE TESIS

AHUMADA



CARACTERISTICAS

BUQUE DE	45,000 TPM
ESLORA	233 M
MANGA	30.5 M
PUNTAL	15.2 M
CALADO	11.2 M

- NOTAS
- Acotaciones y elevaciones en metros referidos al Nivel de Bajamar Media Inferior NMI
 - Corte por el eje del Canal de Navegación Proyecto
 - es la diferencia de los ángulos de elevación de las luces de enfilación en cualquier punto del segmento de utilización.
 - mínimo = 1.5 a 10 a lo menos 3 radianes.

LUCES DE ENFILACION (ELEVACION)

PLANO N° 37

TRABAJO DE TESTS

AHUMADA

LAS BOYAS DE SEÑALAMIENTO EN LAS MÁRGENES DEL CANAL Y PUNTOS SOBRE LOS CUALES SE PUDIERAN UBICAR LAS LUCES DE ENFILACIÓN.

POR LO QUE RESPECTA A LA BOYA DE RECALADA, ÉSTA SE LOCALIZÓ FRENTE AL CANAL DE ACCESO QUE ESTARÍA LIMITADO POR DOS BOYAS DE SEÑALAMIENTO EN CADA UNA DE SUS MÁRGENES.

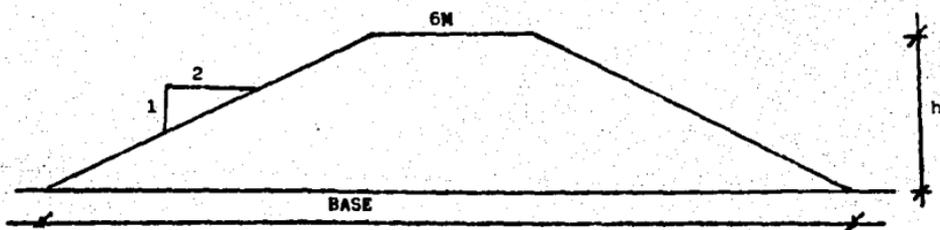
EL CANAL DE NAVEGACIÓN SE SEÑALÓ MOSTRANDO LOS PUNTOS CON MAYOR TENDENCIA AL AZOLVAMIENTO Y TRATANDO DE QUE LA SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE BOYAS, NO EXCEDIERA A LOS 1.500 M.

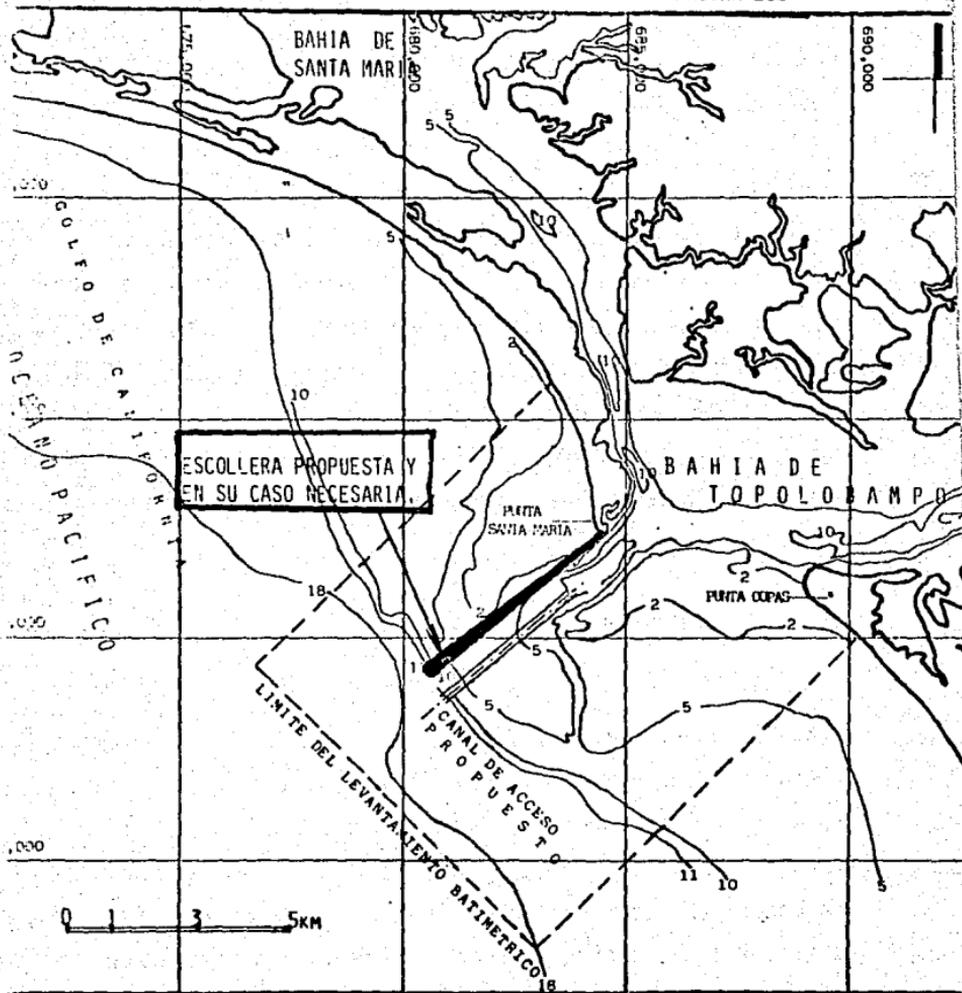
PARA LAS LUCES DE ENFILACIÓN SE PUEDE APROVECHAR LA PRESENCIA DE LOS CERROS DE BABIRI E ITURBIDE, QUE PERMITIRÍAN POR MEDIO DE DOS TORRES, CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES FIJADAS AL RESPECTO.

VI: 3 PROTECCION.

HACIENDO UN CÁLCULO APROXIMADO, COMO SE PUEDE APRECIAR EN EL PLANO ADJUNTO, SE NECESITARÍAN MAS O MENOS UN VOLUMEN DE ESCOLLERA DE 717.000 M³, PARA DARLE LA PROTECCIÓN SUFICIENTE Y NECESARIA AL CANAL PROPUESTO.

YA QUE TENDRÍA UNA LONGITUD DE 5.5 KM, CONSIDERANDO LA CORONA DE DICHA ESCOLLERA DE 6 M, Y DÁNDOLE UN TALUD IGUAL A 2:1, Y TOMANDO EN CONSIDERACIÓN LAS CURVAS BATIMÉTRICAS, QUEDA COMO RESULTADO:





PROFUNDIDAD	ALTURA	BASE	AREA	LONGITUD	VOLUMEN
0 A 2 Mts.	2	12	18	1.000 M	18.000 M3
2 A 5 Mts.	3,5	20	65	2.000 M	130.000 M3
5 A 10 Mts.	7,5	36	210	2.000 M	420.000 M3
10' A 11 Mts.	10,5	48	297	500 M	148.500 M3
				TOTAL	716.500 M3

CONSIDERANDO EL M3 DE PIEDRA INCLUYENDO: SUMINISTRO HASTA EL LUGAR DE LOS TRABAJOS, COLOCACIÓN, MAQUINARIA, EQUIPO, PERSONAL DE APOYO, ETC. QUE EL PRECIO UNITARIO FUERA DE \$ 15.000,00 (QUINCE MIL PESOS 00/100 M.N.), NOS DA COMO RESULTADO UN IMPORTE DE \$ 10.747'500,000,00 (DIEZ MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE MILLONES QUINIENTOS MIL PESOS 00/100 MN) CONTRA UN APROXIMADO DE DRAGADO DE 3'317,045 M3 POR \$ 450,00° PESOS POR METRO CUBICO DE DRAGADO ES IGUAL A \$ 1.492'670,250,00 (MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y DOS MILLONES SEISCIENTOS SETENTA MIL DOSCIENTOS CINCUENTA PESOS MN) QUE VIENE SIENDO PRÁCTICAMENTE EL 7.4 % DE LO QUE NOS COSTARÍA LA PROTECCIÓN CON ESCOLLERAS, POR LO CUAL RESULTA ABRUMADORAMENTE CARO PENSAR EN UNA PROTECCIÓN ASÍ EN EL LUGAR.

SE PUEDE PENSAR MEJOR EN EL MANTENIMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN DEL CALADO OPERATIVO, QUE COMO SE DECIA ANTERIORMENTE SUPONIENDO QUE EL TRANSPORTE LITORAL SEA DE 809,455 M3 AL AÑO NOS DARÍA PARA ESTE MANTENIMIENTO UN TOTAL DE \$ 364'254,750,00 UN PRECIO BASTANTE RAZONABLE, CONTRA LO QUE NOS DARÍA EL PRECIO DE LAS ESCOLLERAS.

VII CONCLUSIONES

VII: 1 ANALISIS ECONOMICO.

PARA ESTIMAR LA VIABILIDAD ECONOMICA DEL DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO A TOPOLOBAMPO, SE PROCEDIÓ A CALCULAR POR UNA PARTE LOS COSTOS DEL MISMO, ASÍ COMO LOS DERIVADOS DEL MANTENIMIENTO EN EL SUPUESTO DE QUE ESTOS EXISTIERAN A PESAR DE QUE SE CONCLUYÓ QUE HABRÍA UN AUTO DRAGADO, POR EFECTO DE CORRIENTE QUE INDUCIRÁ EL CANAL DE ACCESO.

LOS BENEFICIOS QUE OBTENDRÁ PETRÓLEOS MEXICANOS Y EL PAÍS EN GENERAL, SE ESTIMARÓN CON BASE A LAS EROGACIONES QUE ACTUALMENTE SE REALIZAN POR EL MANTENIMIENTO DEL CANAL EXISTENTE Y DEL COSTO DE LA RENTA PERMANENTE DE LA EMBARCACIÓN MUNDO GAS, QUE SE UTILIZA PARA SURTIR A LA TERMINAL DE PETRÓLEOS MEXICANOS DESDE GUAYMAS, SON., YA QUE LA EMBARCACIÓN QUE REALIZA EL SERVICIO DESDE SALINA CRUZ, OAX., NO PUEDE ENTRAR A TOPOLOBAMPO Y TIENE QUE HACER EL ALIJO EN GUAYMAS CADA QUINCE DÍAS.

TOMANDO EN CONSIDERACIÓN QUE EL VOLUMEN POR DRAGAR DEL CANAL DE NAVEGACIÓN ES DE 3'317,045 M³ Y QUE EL PRECIO UNITARIO DEL DRAGADO ACTUALMENTE ES DE \$ 450.00/M³* SE ESTIMA QUE EL COSTO DE CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE ACCESO SERÁ DE \$ 1,492'670,250.00 (MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y DOS MILLONES SEISCIENTOS SETENTA MIL DOSCIENTOS CINCUENTA PESOS 00/100 M.N.)

ADICIONALMENTE SE HA CONSIDERADO PARA EL SAÑALAMIENTO MARÍTIMO UNA INVERSIÓN DE \$ 50'000,000.00* (CINCUENTA MILLONES DE PESOS 00/100 M.N.), TOMANDO EN CUENTA QUE SE REQUIERE UNA BOYA DE RECALADA, 8 DE SAÑALAMIENTO Y 2 TORRES DE ENFILACIÓN.

- * PRECIO QUE PAGA PEMEX A LA S.C.T. EN EL SEGUNDO PERIODO DE 1985, PARA EL DRAGADO DE SUS PUERTOS Y PARA MATERIAL TIPO "A".
- ** PRECIO COMPARATIVO DE UN PROYECTO SIMILAR EN DOS BOCAS, TABASCO.

SUPONIENDO QUE EL TRANSPORTE LITORAL EXISTENTE EN LA BARRA ES DEL ORDEN DE 809,455 M³/AÑO, SE REDUZCA A LA MITAD POR EFECTO DE LA CORRIENTE DE REFLUJO EN EL CANAL Y QUE EL COSTO DE ESE MANTENIMIENTO SEA DEL ORDEN DE \$ 550.00/M³, EL COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL SERÁ DE \$ 222'600.125.00 (DOS-CIENTOS VEINTIDOS MILLONES SEISCIENTOS-MIL CIENTO VEINTICINCO PESOS 00/100 M.N.)

RESUMEN DE COSTOS

1ER. AÑO DE CONSTRUCCIÓN DEL CANAL	\$ 1,492'670,250.00
SEÑALAMIENTO MARÍTIMO	\$ 50'000,000.00
T O T A L	<u>\$ 1,542'670,250.00</u>

2DO. AÑO Y POSTERIORES

DRAGADO DE MANTENIMINETO	\$ 222'600,125.00
--------------------------	-------------------

CON EL FIN DE MEJORAR LA MANIOBRABILIDAD DE LAS EM-
BARCACIONES DE PETRÓLEOS MEXICANOS QUE SURTEN DE COMBUSTIBLES
A LA ZONA NORTE DE SINALOA, Y SUR DE SONORA, ACTUALMENTE SE
TIENEN CONTRATADOS LOS SERVICIOS DE UNA DRAGA QUE DESDE HACE
MÁS DE DOS AÑOS, TIENE A SU CARGO REALIZAR MEJORAMIENTOS DEL
CANAL Y DAR EL MANTENIMIENTO QUE SE REQUIERE DADAS LAS CONDI-
CIONES DEL CITADO CANAL.

SEGÚN INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LA GERENCIA DE
ADMINISTRACIÓN PORTUARIA DE PETRÓLEOS MEXICANOS, EL COSTO MEN-
SUAL DE LA DRAGA ASCIENDEN A LA SUMA DE 480,000.00 U.S.D. MEN-
SUALES, LO QUE REPRESENTA PARA LA INSTITUCIÓN UN COSTO DE DRA-

GADO PARA LA CONSERVACIÓN DEL CALADO OPERATIVO DEL ACTUAL CANAL ES ANULAMENTE DE \$ 5'760.000,00 U.S.D.

POR OTRA PARTE EL COSTO DE LA RENTA DE LA EMBARCACIÓN MUNDO GAS, QUE TIENE EL SERVICIO DE TOPOLOBAMPO-GUAYMAS-TOPOLOBAMPO ES DE \$ 28,000.00 U.S.D. POR DÍA, LO QUE AL AÑO REPRESENTA UNA EROGACIÓN DE \$ 10'220.000,00 U.S.D., SIN CONSIDERAR LOS COSTOS DE COMBUSTIBLE PARA ESTA EMBARCACIÓN Y PARA LA DRAGA QUE ES PROPORCIONADO POR PETRÓLEOS MEXICANOS.

EN SUMA SE PUEDE CONSIDERAR QUE LOS BENEFICIOS ANUALES QUE PROPORCIONARÍA EL NUEVO CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE TOPOLOBAMPO, SERÍAN DE:

BENEFICIO POR DRAGADO DE MANTENIMIENTO EFECTUADOS POR LA ACTUAL DRAGA	\$ 2.880'000.000,00*
BENEFICIO POR EVITAR LA UTILIZACIÓN DE EMBARCACIÓN GASERA RENTADA	\$ 5.110'000.000,00*
TOTAL	\$ 7.990'000.000,00*

*UN DOLAR = \$ 500.00 M.N. A LA FECHA DEL 12 DE NOVIEMBRE DE 1985.

PARA LA ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN BENEFICIO-COSTO, SE PROCEDE A CALCULAR EL VALOR PRESENTE NETO, TANTO DE COSTOS COMO DE BENEFICIOS EN UN PERIODO DE 20 AÑOS CON TASA DEL 20%.

$$\text{PARA EL AÑO DE CONSTRUCCION} = \frac{\$ 7.990'000.000,00}{\$ 1.542'670.250,00} = 5,18$$

$$\begin{aligned} &\text{TENEMOS UN SOBRE COSTO DE 5,18 VECES} \\ \text{PARA 20 AÑOS ADELANTE} &= \frac{\$ 1'491.637'117,009}{\$ 43.099'442,302} = 34,61 \end{aligned}$$

TENEMOS UN SOBRE COSTO DE 34,61 VECES

AÑO	DRAGADO DE MANTENIMIENTO	RENTA DE DRAGA	RENTA DE GASERO
1	222'600.125	2.880'000.000	5.110'000.000
2	267'120.150	3.456'000.000	6.132'000.000
3	320'544.180	4.147'200.000	7.358'400.000
4	384'653.016	4.976'640.000	8.830'080.000
5	461'583.619	5.971'968.000	10.596'096.000
6	553'900.343	7.166'361.600	12.715'315.200
7	664'680.412	8.599'633.920	15.258'378.240
8	797'616.494	10.319'560.704	18.310'053.888
9	957'139.793	12.383'472.845	21.972'064.666
10	1.148'567.752	14.860'167.414	26.366'477.599
11	1.378'281.302	17.832'200.897	31.639'773.119
12	1.653'937.562	21.398'641.076	37.967'727.743
13	1.984'725.074	25.678'369.291	45.561'273.292
14	2.381'670.089	30.814'043.149	54.673'527.950
15	2.858'004.107	36.976'851.779	65.608'233.540
16	3.429'604.928	44.372'222.135	78.729'880.248
17	4.115'525.914	53.246'666.562	94.475'856.298
18	4.938'631.097	63.895'999.874	113.371'027.558
19	5.926'357.316	76.675'199.849	136.045'233.070
20	7.111'628.779	92.010'239.819	163.254'279.684
	<u>41.556'772.052</u>	<u>537.661'438.914</u>	<u>953.975'678.095</u>

$$41,556'772.052 + 1,542'670.250^* = 43,099'442.302$$

*DRAGADO DEL NUEVO CANAL DE ACCESO

$$537,661'438.914 + 953,975'678.095 = 1'491,637'117.009^{**}$$

** SUMA DE LA RENTA DE LA DRAGA Y EL GASERO.

VII: 7 CONCLUSIONES.

DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS SE CONCLUYE POR UNA PARTE QUE ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE LA CONSTRUCCIÓN DE UN CANAL DE ACCESO DIRECTO AL PUERTO DE TOPOLOBAMPO, QUE TENDRÍA UNA ESTABILIDAD BASTANTE ACEPTABLE Y CON UNA CAPACIDAD DE AUTODRAGADO, QUE EVITARÍA LA NECESIDAD DE REALIZAR PERMANENTEMENTE DRAGADOS DE MANTENIMIENTO COMO SE VIENE HACIENDO ACTUALMENTE EN EL CANAL EXISTENTE.

QUE LOS BENEFICIOS QUE SE OBTENDRÍAN POR LA CONSTRUCCIÓN DE DICHO CANAL SON MUY IMPORTANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INVERSIÓN, YA QUE PRÁCTICAMENTE CON LOS BENEFICIOS DEL PRIMER AÑO SE CUBRE EL MONTO DE LA INVERSIÓN REQUÉRIDA. QUE ADICIONALMENTE LOS BENEFICIOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA NAVEGACIÓN Y MANIOBRABILIDAD DE LAS EMBARCACIONES DE TODO TIPO QUE HACEN USO DEL CANAL, SON INCUESTIONABLES Y MUY DIFÍCILES DE VALUAR POR LA FALTA DE ESTADÍSTICAS SOBRE LOS TIEMPOS DE ESPERA DE LAS EMBARCACIONES PARA ACCEDER AL PUERTO DE TOPOLOBAMPO.

POR LO QUE SE RECOMIENDA QUE SE INICIEN A LA BREVEDAD POSIBLE, LOS TRABAJOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO CANAL DE ACCESO A TOPOLOBAMPO, SEGUN EL PROYECTO ANTERIORMENTE DESCRITO. QUE SE CONTROLE EL AVANCE DE LOS DRAGADOS Y LA DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO DEL MISMO, A FIN DE EVITAR QUE SE PRODUZCA UN RETORNO DEL MATERIAL DRAGADO A LA ZONA DEL CANAL DE ACCESO. Y EN CASO DE QUE APARESCAN BAJOS ADICIONALES A LOS YA EXISTENTES, SE FOMENTE SU FIJACIÓN, Y ESTO GARANTIZARÁ EL MEJOR FUNCIONAMIENTO DEL CANAL.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

DICCIONARIO ENCICLÓPICO ESPASA CALPE

EL NUEVO TESORO DE LA JUVENTUD

MANUAL DE DRAGADO DE LA SECRETARIA DE MARINA

ANUARIO DE MAREAS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA DE LA UNAM

OBRAS MARÍTIMAS, OLEAJES Y DIQUES . IRRIBARREN CABAVILLES

ESTRUCTURAS MARÍTIMAS . LUIS HERREJÓN DE LA TORRE.

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN EL MAR. PROFESOR JOSÉ CORNEJO V.

MANUAL DE SEÑALAMIENTO DE LA JEFATURA DE OPERACIONES DE LA S.C.T.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES