



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL ROMPEOLAS
ORIENTE EN EL PUERTO PETROLERO-PETROQUIMICO
DE DOS BOCAS, TABASCO.

T E S I S
Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a n

Luis Alberto Caballero de los Olivos Duclaud
Victor Hugo Galindo Román



Cd. Universitaria

1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

I N D I C E

INTRODUCCION

I.- ANTECEDENTES

II.- DESCRIPCION DEL SITIO

II.1.- LOCALIZACION

II.2.- COMUNICACIONES Y SERVICIOS

II.3.- GEOLOGIA REGIONAL

II.4.- CONDICIONES CLIMATOLOGICAS Y METEREOLÓGICAS

II.5.- SISMOLOGIA

III.- INGENIERIA DEL PROYECTO

III.1.- GENERALIDADES

III.1.1.- OBRAS PORTUARIAS

III.1.2.- ROMPEOLAS

III.2.- DISEÑO DE ESTRUCTURAS FORMADAS CON ELEMENTOS

SUELTOS

III.3.- CARACTERISTICAS DEL ROMPEOLAS ORIENTE

IV.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

IV.1.- REPARACION DE LAS SECCIONES EXISTENTES

IV.2.- FAJINAS

IV.2.1.- FABRICACION DE FAJINAS

IV.2.2.- COLOCACION DE FAJINAS

IV.3.- SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ROCA

IV.3.1.- LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LOS BANCOS DE MATERIAL

IV.3.2.- EXPLOTACION DE LOS BANCOS DE MATERIAL

IV.3.3.- TRANSPORTE DEL MATERIAL A LA OBRA

IV.4.- COLOCACION DE ROCA

IV.4.1.- POR VERTIDO MARINO

IV.4.2.- A VOLTEO

IV.4.3.- CON CHAROLA

IV.5.- COLOCACION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO "R"

IV.6.- ELABORACION Y COLOCACION DE CONCRETO RODILLADO

IV.7.- COLOCACION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO "T"

IV.8.- OTRAS ACTIVIDADES

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

A TRAVES DE LA CONSULTA DE LA HISTORIA UNIVERSAL, ES POSIBLE PERCATARSE QUE EL PROGRESO DE LOS PUEBLOS Y SU POSTERIOR UBICACION COMO PRIMERAS POTENCIAS DE SU EPOCA, NO SE PUEDE DESVINCULAR DE SU DESARROLLO MARITIMO. AUN MAS, LOS PAISES QUE EN NUESTROS DIAS SE CONSIDERAN COMO NACIONES DE PRIMER ORDEN, HAN ALCANZADO MAYOR ADELANTO EN SU CARRERA INDUSTRIAL, AL TENER LA NECESIDAD DE DESARROLLAR LAS ACTIVIDADES COMERCIALES HAS ALLA DE SUS FRONTERAS FISICAS, LO CUAL HAN LOGRADO PORQUE, ADENAS DE HABER CONSTRUIDO UNA RED COMPLETA DE VIAS DE COMUNICACION TERRESTRE, TUVIERON EL ACIERTO DE CONSTRUIR UN NUMERO SUFICIENTE DE PUERTOS FLUVIALES Y MARITIMOS LOCALIZADOS EN LUGARES ESTRATEGICOS DENTRO DE LAS AREAS DE INFLUENCIA DE PRODUCCION Y CONSUMO, QUE LES HA PERMITIDO UTILIZAR EL TRANSPORTE ACUATICO PARA LLEVAR A CABO CON EXITO EL INTERCAMBIO EFICIENTE DE TODO TIPO DE PRODUCTOS. TENEMOS ASI, A LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA, JAPON, LA UNION SOVIETICA, Y LOS PAISES OCCIDENTALES DE EUROPA (INGLATERRA, FRANCIA, HOLANDA, ALEMANIA, SUECIA, ETC.); PAISES CON UNA LARGA TRADICION MARITIMA.

MEXICO HA DESARROLLADO SUS COSTAS CON PUERTOS DE TIPO COMERCIAL, PERO AUN SIN LOGRAR APROVECHAR SU VENTAJOSA SITUACION GEOGRAFICA PARA DESARROLLAR UNA VOCACION HACIA EL MAR; SIENDO DE VITAL IMPORTANCIA, LOGRAR QUE LOS APROXIMADAMENTE 10,000 KM DE LITORALES CON QUE CUENTA NUESTRO PAIS, CONFRONTADOS A LOS DOS OCEANOS MAS IMPORTANTES, MUNDIALMENTE HABLANDO, TENGAN EL DESARROLLO NECESARIO Y SUFICIENTE PARA PERMITIRNOS SALIR DE LA CRISIS ECONOMICA QUE ATRAVESAMOS.

UNA VISION SUPERFICIAL DEL ABANDONO QUE SE TIENE HACIA EL DESARROLLO MARITIMO, SE LOGRA DESCUBRIENDO QUE EL 80% DE LA INDUSTRIA DEL PAIS SE CONCENTRA EN CIUDADES LOCALIZADAS POR ENCIMA DE LOS 500 M SOBRE EL NIVEL DEL MAR, ADENAS EL 75% DE LA POBLACION SE POSICIONA POR ARRIBA DE DICHA COTA. ESTO REDUNDA EN QUE NINGUNA DE LAS CIUDADES MAS IMPORTANTES DE LA NACION SE ENCUENTRE EN LAS COSTAS, SIENDO LO CONTRARIO LA TENDENCIA A NIVEL MUNDIAL, COMO PUEDEN SER LOS CASOS DE NUEVA YORK, LONDRES, AMSTERDAN, TOKIO, PARIS (EN LA RIBERA DE UN RIO QUE SE COMUNICA AL MAR), BUENOS AIRES, LOS ANGELES, ETC.

EN LA ACTUALIDAD SE PLANTEA COMO UNA NECESIDAD NACIONAL EL DESARROLLO DE ESTE RECURSO GEOGRAFICO COMO UNA DE LAS VIAS PRINCIPALES PARA NUESTRO PROGRESO. ES POR ELLO, QUE EN LOS AÑOS RECIENTES SE HA PLANEADO Y LLEVADO A LA PRACTICA LA CONSTRUCCION DE PUERTOS INDUSTRIALES Y PETROLEROS, QUE INVOLUCREN LOS ULTIMOS AVANCES QUE SE TIENEN EN LO QUE RESPECTA A LA CORRECTA UTILIZACION DE UN SISTEMA PORTUARIO NACIONAL.

ES ASI, QUE ENTRE LOS PROYECTOS DE GRAN ENVERGADURA Y DE EVIDENTE PRIORIDAD, QUE HAN LLEVADO A CABO LAS ULTIMAS ADMINISTRACIONES PUBLICAS, ESTA LA CONSTRUCCION DEL PUERTO PETROLERO PETROQUINICO DE DOS BOCAS EN EL ESTADO DE TABASCO, UBICADO EN LA ZONA DE EXPLOTACION DE HIDROCARBUROS EN LA SONDA DE CANPECHE; OBRAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE NUESTRA RIQUEZA PETROLERA Y PARTICULARMENTE DIRIGIDAS HACIA EL MODERNO CONCEPTO DE LOS PUERTOS PETROLEROS.

DOS BOCAS ESTA PLANEADO PARA CONTAR CON UN CONJUNTO DE INSTALACIONES, EN LAS QUE NO UNICAMENTE, COMO EN EL SENTIDO TRADICIONAL, SERAN UN ELEMENTO DE ENLACE Y REGULACION ENTRE DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE,

SINO DE APOYO PARA RECIBIR LOS CRUDOS QUE SON ALMACENADOS O TRANSFORMADOS EN EL AREA PETROQUIMICA ADYACENTE, PARA SU POSTERIOR EXPORTACION, SEA POR EL PUERTO O TIERRA ADENTRO.

PARA LA OPERACION DE ESTE PUERTO DESTACA EL RONPEOLAS ORIENTE, ESTRUCTURA QUE POR SU MAGNITUD E IMPORTANCIA, REPRESENTA UN GRAN PORCENTAJE DE LA INVERSION REQUERIDA. POR LO ANTERIOR, EL OBJETIVO DEL PRESENTE TRABAJO ES MOSTRAR LOS PUNTOS MAS DESTACADOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO Y LA CONSTRUCCION DE ESTA OBRA.

I.- ANTECEDENTES

LOS TRABAJOS DE PERFORACION Y EXPLORACION EFECTUADOS ENTRE 1971 Y 1977 POR PETROLEOS MEXICANOS (PEMEX), PARA EL DESARROLLO DE LOS POZOS MARITIMOS UBICADOS EN EL AREA MESOZOICA DE LA SONDA DE CAMPECHE, QUE CUENTA CON UNA SUPERFICIE DE 7,000 KM², MAS DE 150 ESTRUCTURAS DE PRODUCCION Y CON GRANDES RESERVAS PROBADAS DE HIDROCARBUROS, ASI COMO LA EXPLOTACION DE CRUDO DE LOS IMPORTANTES CAMPOS DE TABASCO Y CHIAPAS Y, FRENTE A LA CRECIENTE DEMANDA DE EXPORTACION, PETROLEOS MEXICANOS DECIDIO DESARROLLAR EN LAS COSTAS DEL ESTADO DE TABASCO, UNA TERMINAL MARITIMA QUE PROPORCIONE LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO PARA EL APOYO DE LAS OPERACIONES DE EXPLORACION, PERFORACION Y EXPLOTACION EN LOS CAMPOS MARINOS Y QUE ADEMÁS, DISPONGA DE LAS INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y EXPORTACION DE CRUDO Y DIVERSOS PRODUCTOS PETROQUIMICOS.

LA TERMINAL MARITIMA CONTARA PARA ELLO CON LAS SIGUIENTES INSTALACIONES: PUERTO DE ABASTECIMIENTO, TERMINAL DE ENBARQUE DE CRUDO Y TERMINAL DE ENBARQUE DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS.

EL SITIO SELECCIONADO PARA LA LOCALIZACION DEL PROYECTO FUE EL DENOMINADO "DOS BOCAS", EN EL ESTADO DE TABASCO. UNA VEZ DETERMINADA LA UBICACION, SE PROCEDIO A DESARROLLAR LOS ESTUDIOS DE INGENIERIA REQUERIDOS PARA EL DISEÑO DEFINITIVO DE LA TERMINAL MARITIMA, CONTENIENDO TODAS LAS INSTALACIONES Y SERVICIOS NECESARIOS, A FIN DE QUE EL PROYECTO INTEGRAL CUMPLIERA CON LOS SIGUIENTES OBJETIVOS FUNDAMENTALES:

- . ABASTECIMIENTO PARA EL APOYO DE LAS OPERACIONES DE EXPLORACION DE LOS CAMPOS MARINOS DEL GOLFO DE CAMPECHE
- . ALMACENAMIENTO, ESTABILIZACION Y ENBARQUE DE CRUDO MARINO Y TERRESTRE
- . ALMACENAMIENTO Y ENBARQUE DE GAS LICUADO DE PETROLEO Y OTROS PRODUCTOS DERIVADOS DE LA INDUSTRIA

PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS SEÑALADOS SE INTEGRO UN PLAN MAESTRO, CUYA EJECUCION SE HA PROGRAMADO EN 3 ETAPAS, DADA LA MAGNITUD E IMPORTANCIA DE LAS OBRAS POR REALIZAR.

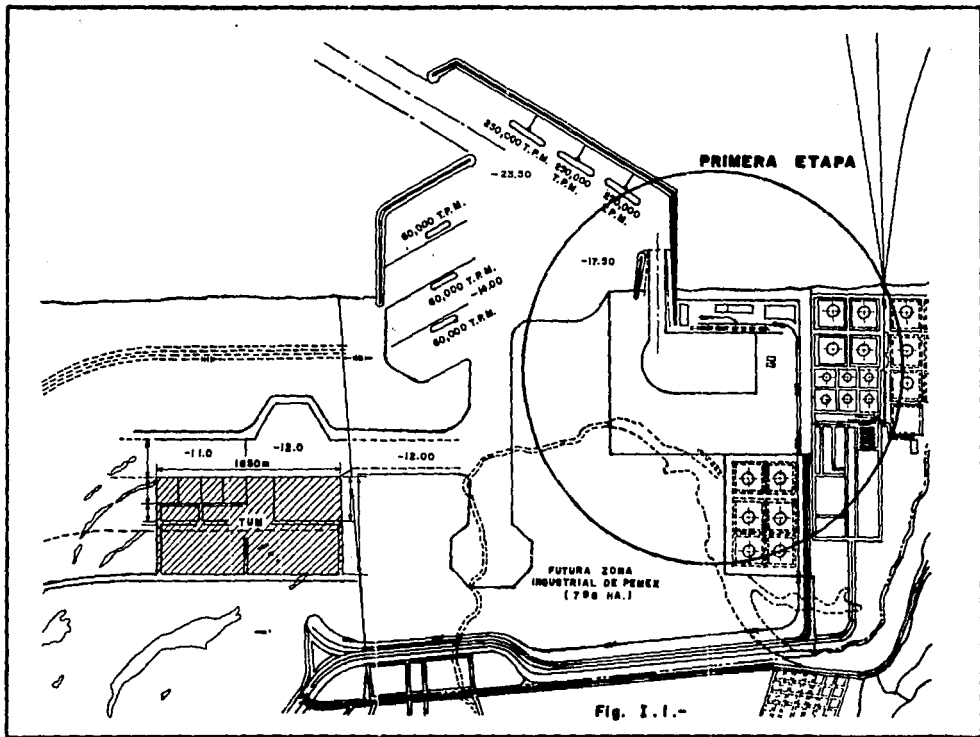
EL DESARROLLO COMPLETO DE LA TERMINAL MARITIMA DE DOS BOCAS, COMPRENDE LAS SIGUIENTES INSTALACIONES Y SERVICIOS GENERALES:

A) PRIMERA ETAPA (FIG. I.1.-)

- PUERTO DE ABASTECIMIENTO

ESTA ETAPA FUE CONCEBIDA PARA EL ABASTECIMIENTO DE LOS CAMPOS MARINOS DURANTE LA CONSTRUCCION DE LAS PLATAFORMAS Y LINEAS SUBMARINAS EN LA SONDA DE CAMPECHE.

ESTE PUERTO ARTIFICIAL INTERIOR QUE ENTRA EN OPERACION EN EL AÑO DE 1982, ESTA FORMADO POR 2,150 M DE MUELLES MARGINALES A BASE DE MURO MILAN, LOS CUALES DELIMITAN UNA SUPERFICIE DE AGUA QUE TIENE CERCA DE 500,000 M².



CUENTA CON UNA DARSENA DE 500 M DE DIAMETRO Y UNA LONGITUD TOTAL DE 950 M, EL CANAL DE ACCESO CON 150 M DE ANCHO DE PLANTILLA, AMBOS CON 7 M DE PROFUNDIDAD, Y DOS ESCOLLERAS DEL TIPO DE ENROCAMIENTO QUE SIRVEN FUNDAMENTALMENTE PARA PROTEGER EL ACCESO CONTRA LOS AZOLVES Y DEL OLEAJE INCIDENTE AL PUERTO. ESTAS ESCOLLERAS TAMBIEN FUERON LLEVADAS HASTA LA BATIMETRICA -7.0 M.

EN EL PUERTO SE DISPONDRA DE INSTALACIONES PARA ALMACENAMIENTO Y ENBARQUE DE MATERIALES DE CONSUMO DE LAS OPERACIONES DE PERFORACION Y EXPLOTACION DE ALTA MAR, Y SE INCLUIRAN TALLERES Y AREAS DE PRUEBAS.

ASIMISMO, EN EL PUERTO DE ABASTECIMIENTO SE LOCALIZARAN OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE PEMEX Y OTROS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.

- ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE CRUDO

EL CRUDO TERRESTRE DESTINADO A LA EXPORTACION, SE ALMACENARA EN OCHO TANQUES DE TECHO FLOTANTE DE 500,000 BBL CADA UNO, EN TANTO QUE PARA EL CRUDO MARINO SE UTILIZARAN SEIS TANQUES DE TECHO FLOTANTE DE 200,000 BBL CADA UNO.

SE PROYECTA QUE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO PODRIA INCREMENTARSE EN UN FUTURO PROXIMO, INCORPORANDO TRES TANQUES ADICIONALES DE 500,000 BBL CADA UNO.

SE CONTARA CON UNA ESTACION DE BOMBEO DE CRUDO PARA CARGA DE BUQUETANQUES POR BOYA Y OTRA PARA EL ENVIO A CARDENAS, TAB.

- PROCESAMIENTO DE CRUDO

LAS CONDICIONES EN QUE SE RECIBIRA EL CRUDO MARINO EN LA TERMINAL DE DOS BOCAS, OBLIGAN A UN PROCESAMIENTO DE DESHIDRACION, DESALADO Y ESTABILIZACION DEL MISMO.

LA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO ESTA PROVISTA PARA UN TOTAL DE 1'100,000 BBL POR DIA, NISNA QUE SE IMPLEMENTARA MEDIANTE TRES ETAPAS DE DESARROLLO.

- MONOBOYAS Y LINEAS SUBMARINAS

PARA LA CARGA DE CRUDO A BUQUETANQUES SE INSTALARAN DOS MONOBOYAS DISEÑADAS PARA RECIBIR BARCOS DE HASTA 250,000 TPN, SITUADAS A UNA DISTANCIA DE 22 KM DE LA COSTA Y CON UNA PROFUNDIDAD DE 26 M.

- SERVICIOS AUXILIARES

LA TERMINAL CONTARA CON UN AREA DE SERVICIOS GENERALES, ENTRE LOS CUALES SE CUENTAN TRES TURBOGENERADORES DUALES, COMPRESORES, ETC., INCLUYENDO ADENAS, CUARTOS DE CONTROL, SUBESTACIONES ELECTRICAS Y DIVERSOS SISTEMAS DE MEDICION DE CRUDO.

- TRATAMIENTO DE EFLUENTES

PARA QUE LOS DESECHOS LIQUIDOS ORIGINADOS EN LA TERMINAL NO CONSTITUYAN UNA FUENTE DE CONTAMINACION AMBIENTAL, SE CONSTRUIRA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. DICHA PLANTA RECIBIRA TANTO LAS AGUAS ACEITOSAS, COMO LAS PLUVIAL-ACEITOSAS, MISHAS QUE SE SOMETERAN A LOS PROCESOS DE SEPARACION Y FLOTACION DE ACEITE, ASI COMO A LA REMOCION DE OTROS CONTAMINANTES PRESENTES. EL AGUA TRATADA SE DISPONDRA A TRAVES DE UN EMISOR SUBMARINO, CUYO DISEÑO ESTA ACORDE CON LAS CONDICIONES OCEANOGRAFICAS DEL LUGAR, ASI COMO CON LOS GASTOS Y CALIDADES DE LAS AGUAS A MANEJAR.

EL SISTEMA PROPUESTO PERMITIRA DESCARGAR AGUA, CUYA CALIDAD ESTARA DENTRO DE LOS LIMITES PERMISIBLES POR LOS REGLAMENTOS VIGENTES.

B) SEGUNDA ETAPA (FIG. I.2.-)

- PUERTO PETROLERO-PETROQUIMICO

EL PUERTO ESTARA CONSTITUIDO POR UNA DARSENA ARTIFICIAL PROTEGIDA POR DOS ROMPEOLAS, CON LAS DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS APROPIADAS PARA ALOJAR EN SU INTERIOR SEIS POSICIONES PARA EL ATRAQUE DE BARCOS PETROQUIMICOS CON PORTES DE HASTA 60,000 TPM Y UNA POSICION PARA EL ENBARQUE DE CRUDO EN BUQUESTANQUE DE HASTA 100,000 TPM. LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA (ROMPEOLAS, CANAL DE ACCESO Y DARSENA) ADMITE LA AMPLIACION PARA RECIBIR BUQUESTANQUE DE HASTA 250,000 TPM.

EL ROMPEOLAS ORIENTE DE 2,745 M DE LONGITUD ES DEL TIPO DE ENROCAMIENTO Y TERMINA EN LA BATIMETRICA -13 M. ESTE ROMPEOLAS ES UNA PROLONGACION DE LA ESCOLLERA ORIENTE DEL PUERTO DE ABASTECIMIENTO.

EL ROMPEOLAS PONIENTE DE 1,640 M DE LONGITUD, ES TAMBIEN DEL TIPO DE ENROCAMIENTO Y TERMINA EN LA BATIMETRICA -9 M, SIRVIENDO DE PROTECCION A LOS MUELLES PARA EL ENBARQUE DE LOS PRODUCTOS PETROQUIMICOS.

EL CANAL DE ACCESO DE 360 M DE ANCHO, 3,850 M DE LONGITUD Y 19.0 M DE PROFUNDIDAD, HASTA LA ENTRADA AL PUERTO. EN LA ZONA PROTEGIDA ALCANZA 1,000 M DE LONGITUD, CON 280 M DE ANCHO Y PROFUNDIDAD VARIABLE DE 19.0 M A 17.5 M EN SU INTERCONEXION CON LA DARSENA DE CIABOGA DE 1,000 M DE DIAMETRO Y 17.0 M DE PROFUNDIDAD.

MUELLES PARA BARCOS PETROQUIMICOS DE 60,000 TPM, DISPONIENDOSE DE SEIS POSICIONES DE ATRAQUE CON TRES MUELLES EN ESPIGON DE 330 M DE LONGITUD CADA UNO, SITUADOS AL PONIENTE DEL VASO PORTUARIO, Y CON UNA PROFUNDIDAD DE OPERACION DE 15.0 M.

MUELLE PARA BARCOS PETROLEROS DE 100,000 TPM, LOCALIZADO PARALELAMENTE AL ROMPEOLAS ORIENTE. SERA UN MUELLE DEL TIPO "T", CON 465 M DE LONGITUD Y PROFUNDIDAD DE OPERACION DE 17.5 M. DENTRO DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS TERRESTRES, SE PROYECTARON LAS NECESARIAS PARA EL MANEJO Y EXPORTACION DE CRUDO Y DIVERSOS PRODUCTOS PETROQUIMICOS, TALES COMO:

- . DOS TANQUES PARA PROPANO DE 200,000 BBL
- . DOS TANQUES PARA BUTANO DE 200,000 BBL
- . TRENES DE ENFRIAMIENTO PARA PETROQUIMICOS
- . EDIFICIO DE COMPRESORAS DE REFRIGERACION
- . CASETA DE MEDICION Y LLENADERAS

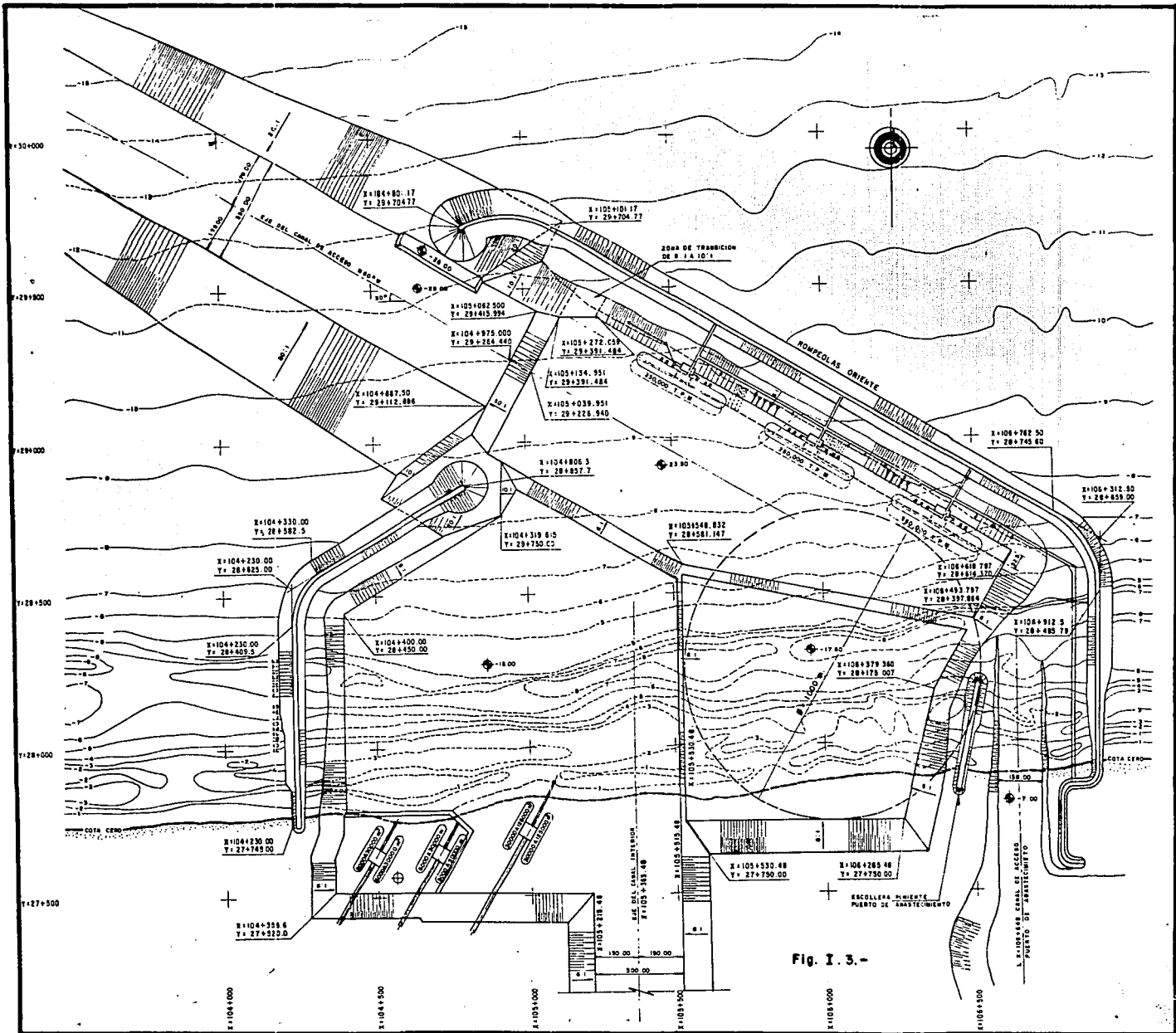
C) TERCERA ETAPA (FIG. I.3.-)

LA INFRAESTRUCTURA DE RONPEOLAS Y MUELLES DEL PUERTO INTEGRADA HASTA LA SEGUNDA ETAPA, SE PODRA UTILIZAR PARA RECIBIR BARCOS PETROLEROS DE 250,000 TPH, MEDIANTE LAS SIGUIENTES OBRAS COMPLEMENTARIAS:

- . DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO PARA PROFUNDIZARLO HASTA 25.0 M Y AUMENTANDO SU LONGITUD A 10,340.

- . DRAGADO EN EL CANAL INTERIOR DEL PUERTO PARA AMPLIAR SU ANCHO DE PLANTILLA HASTA 360 M EN TODA SU LONGITUD Y PROFUNDIZARLO A 23.5 M.

CABE HACER NOTAR QUE DENTRO DE ESTA ETAPA, Y PARA APROVECHAR DE MANERA OPTIMA LA INFRAESTRUCTURA GENERADA POR EL PUERTO PETROLERO DE DOS BOCAS, OTRAS DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES RELACIONADAS CON LA GENERACION DE INFRAESTRUCTURA PORTUARIA COMO PUERTOS MEXICANOS Y FONDEPORT, ENTRE OTRAS, ASI COMO PENEX, HAN PROYECTADO LA CONSTRUCCION DEL PUERTO INDUSTRIAL DE DOS BOCAS, QUE CON COSTO RELATIVAMENTE BAJO, CONSTITUIDO POR MUELLES, DRAGADOS E INSTALACIONES OPERATIVAS DE LA TERMINAL DE USOS MULTIPLES, PODRIA PONERSE EN OPERACION CONTEMPLANDO EL TRAFICO DE ENBARCACIONES, PARA EL MOVIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS HACIA Y DESDE EL HINTERLAND DE DOS BOCAS, TAB.



II.- DESCRIPCION DEL SITIO

II.1.- LOCALIZACION

PETROLEOS MEXICANOS HA DECIDIDO UBICAR EL COMPLEJO PORTUARIO EN DOS BOCAS, EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE TABASCO. TODO EL DESARROLLO SE UBICA EN TERRENOS CORRESPONDIENTES A LA JURISDICCION DEL MUNICIPIO DE PARAISO.

GEOGRAFICAMENTE, EL PUERTO DE DOS BOCAS SE UBICA APROXIMADAMENTE EN UN PUNTO DE 18 GRADOS 24 MINUTOS DE LATITUD NORTE Y DE 93 GRADOS 13 MINUTOS DE LONGITUD OESTE.

SE DETERMINA COMO OBJETO DEL ESTUDIO, LA REGION COMPRENDIDA EN UNA SUPERFICIE RECTANGULAR DE APROXIMADAMENTE 675 KILOMETROS CUADRADOS, LIMITADA AL NORTE POR EL LITORAL DEL GOLFO DE MEXICO; AL SUR, EL CAUCE DEL RIO SECO, EL CUAL DESEMBOCA A LA LAGUNA MECOACAN QUE CONSTITUYE EL LIMITE ORIENTE Y AL PONIENTE EL POBLADO DEL LIMON (FIG. II.1.-).

POBLACIONALMENTE, EL PUERTO DE DOS BOCAS SE ENCUENTRA ENTRE FRONTERA Y TUPILCO, A 6 KILOMETROS DE LA POBLACION DE PARAISO Y 20 KILOMETROS AL NORTE DE LA POBLACION DE COMALCALCO.

PARA LA OPTIMA LOCALIZACION DE LA TERMINAL MARITIMA FUE NECESARIO EL ANALISIS DE DIVERSOS SITIOS, HASTA SELECCIONAR EL QUE REUNIERA LAS MEJORES CONDICIONES NATURALES, EVALUANDO ADEMAS, LOS FACTORES ECONOMICOS DETERMINANTES PARA SU CONSTRUCCION, OPERACION Y MANTENIMIENTO.

ASI, SE LLEGO A DETERMINAR QUE LOS SITIOS SUSCEPTIBLES PARA LA CONSTRUCCION DE LAS INSTALACIONES, ERA LA FRANJA COSTERA COMPRENDIDA ENTRE COATZACOALCOS, VER. E ISLA AGUADA, CAMP.

LOS PRINCIPALES ASPECTOS QUE CONDUJERON A SELECCIONAR "DOS BOCAS" CON RELACION A OTROS SITIOS ANALIZADOS, SE PRESENTAN EN LA TABLA II.1.-

II.2.- COMUNICACIONES

II.2.1.- CARRETERAS

LA RED DE CARRETERAS DE TABASCO SE ENCUENTRA INTEGRADA POR 3,583 KILOMETROS, DE LOS CUALES 1,905 KILOMETROS ESTAN PAVIMENTADOS, 1,399 KILOMETROS REVESTIDOS Y 279 KILOMETROS SON DE TERRACERIA, SIN CONTAR AQUELLOS QUE PETROLEOS MEXICANOS HA CONSTRUIDO, NI LAS BRECHAS. LA COMUNICACION TERRESTRE ES ACEPTABLE Y LAS CONDICIONES GENERALES DE LOS CAMINOS PUEDE CALIFICARSE COMO BUENAS.

NO OBSTANTE QUE ALGUNAS ZONAS DEL LITORAL DEL GOLFO DE MEXICO Y OTRAS BASTAS REGIONES DEL INTERIOR CARECEN DE CARRETERAS, LA CAPITAL DEL ESTADO TIENE COMUNICACION POR VIA TERRESTRE ASFALTADA CON LAS 16 CABECERAS MUNICIPALES, Y EL ACCESO A LAS POBLACIONES MAS IMPORTANTES DE LA ENTIDAD ES BUENO.

A LA CAPITAL DEL ESTADO DE TABASCO, LA CIUDAD DE VILLAHERMOSA, EL PUERTO DE DOS BOCAS SE ENCUENTRA UNIDO POR UNA CARRETERA ESTATAL PAVIMENTADA Y CON UNA LONGITUD DE 51 KILOMETROS, ENTRONCANDO CON LA CARRETERA FEDERAL No. 187 21 KILOMETROS ANTES DE LLEGAR AL PUERTO.

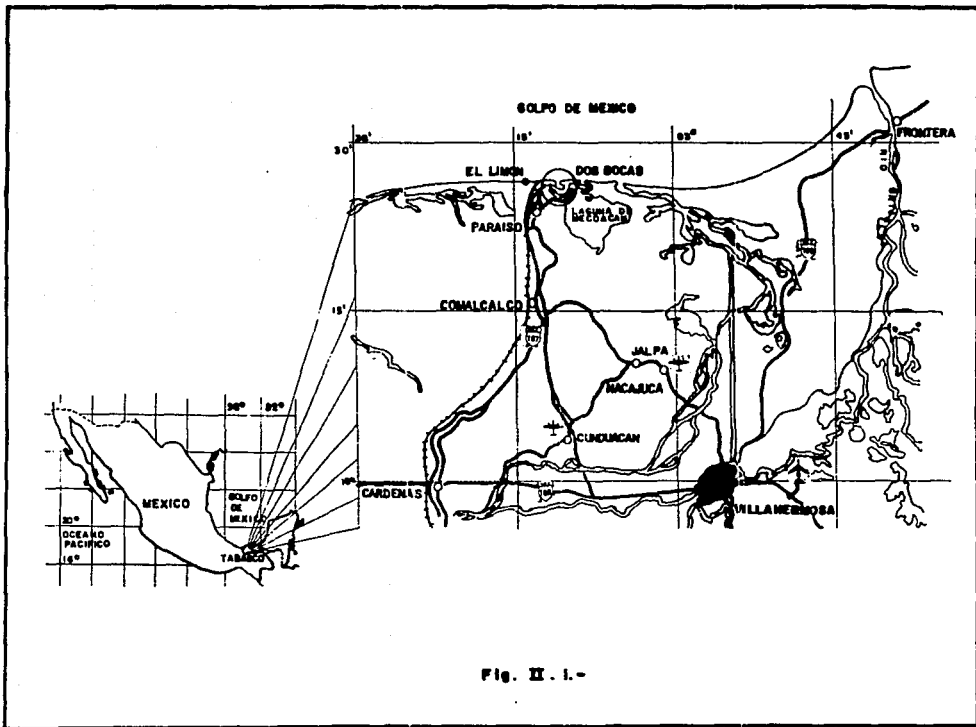


Fig. II. 1.-

FACTORES Y OBRAS GENERALES	S I T I O S			
	TUPLICO	DOS BOCAS	FRONTERA	ISLA AGUADA
CANAL DE ACCESO	1.5 KM.	2.5 KM.	6.0 KM.	6.0 KM.
SUELO AREA TERRESTRE	FANGO -5.0 M.	ARENA	FANGO -6.0 M.	ARENA
ESCOLLERAS	FACTIBLES ECONOMICAMENTE	FACTIBLES ECONOMICAMENTE	NO SON FACTIBLES	NO SON FACTIBLES
MANTENIMIENTO DRAGADO	OCASIONAL	OCASIONAL	PERMANENTE	PERMANENTE
PUERTO DE ABASTECIMIENTO				
DISTANCIA DIFERENCIAL A CARDENAS, TAB.	81.0 KM.	66.0 KM.	117.0 KM.	441.0 KM.
DISTANCIA A PLATAFORMAS	169.0 KM.	169.0 KM.	120.0 KM.	96.0 KM.
INFRAESTRUCTURA HABITACIONAL		PARAISO 9.0 KM. COMALCALCO 30.0 KM.		CD. DEL CARMEN 40.0 KM, ESCARCEGA 115.00 KM.
ECOLOGIA	AFECTA OSTION MEJORA PESCA	NO AFECTA		

TABLA II.1.- ANALISIS COMPARATIVO DE FACTIBILIDAD DE SITIOS

EL PUERTO SE COMUNICA CON LA CIUDAD DE CARDENAS, POR MEDIO DE LA CARRETERA FEDERAL NO. 187 CON UNA LONGITUD DE 66 KILOMETROS, A COATZACOALCOS A 101 KILOMETROS Y A LA CIUDAD DE MEXICO A 875 KILOMETROS. EN LA CIUDAD DE CARDENAS, LA CARRETERA FEDERAL NO. 187 ENTRONCA CON LA CARRETERA FEDERAL NO. 180 COATZACOALCOS-VILLAHERMOSA (FIG. II.1.-).

CON OBJETO DE DARLE A ESTE PUERTO UNA MEJOR INTEGRACION A LA RED DE OBRA VIALES DEL PAIS, SE CONSTRUYO RECIENTEMENTE LA CARRETERA PASO CUNDUACAN-DOS BOCAS CON UNA LONGITUD DE 60 KILOMETROS.

ES CONVENIENTE HACER NOTAR QUE LA RED DE CANINOS, COMUNICA EL AREA DEL PROYECTO CON LAS ESTACIONES DE FERROCARRIL DE CHONTALPA A 109 KILOMETROS VIA CARDENAS Y DE TEAPA A 135 KILOMETROS VIA VILLAHERMOSA.

II.2.2.- VIAS FERREAS

LA ENTIDAD DISPONE DE 252 KILOMETROS DE VIAS FERREAS, QUE LA CRUZAN EN SUS REGIONES SUR Y SURESTE, EN LAS PROXIMIDADES DE LA SIERRA; SIN EMBARGO, EN EL AREA DE ESTUDIO NO EXISTE ESTE TIPO DE COMUNICACION, SOLO EXISTE EL PROYECTO ROBERTO AYALA-DOS BOCAS QUE CON UNA LONGITUD DE 92.5 KILOMETROS, UNIRA ESTE PUERTO CON LA RED DE FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO EN LA ESTACION DE CHONTALPA.

EN ESTAS CONDICIONES, PARA TENER ACCESO AL SERVICIO FERROVIARIO, ES NECESARIO LLEGAR POR CARRETERA A LA ESTACION DE CHONTALPA, EN EL MUNICIPIO DE HUIHANGUILLO, A 109 KILOMETROS VIA CARDENAS, O BIEN A LA ESTACION DE TEAPA, DISTANTE 135 KILOMETROS VIA VILLAHERMOSA.

II.2.3.- PISTA AEREAS

A 11 KILOMETROS DE VILLAHERMOSA SOBRE LA CARRETERA DE ESCARCEGA, UN NUEVO AEROPUERTO EN EL SITIO DENOMINADO "DOS MONTES" DEL MUNICIPIO DEL CENTRO, QUE TENDRA CAPACIDAD PARA RECEPCION DE VUELOS INTERNACIONALES.

LOS CAMPOS DE ATERRIZAJE MAS PROXIMOS AL AREA DEL PROYECTO, SON: EL DE CARDENAS CON PISTA ASFALTADA, CONSTRUIDA POR LA COMISION DEL GRIJALVA Y LOS QUE TIENE PETROLEOS MEXICANOS EN CIUDAD PEMEX Y EN EL CAMPO PETROLERO DE MECOACAN; ADENAS DE EXISTIR PEQUEÑAS PISTAS EN EL MISMO POBLADO DE PARAISO, EN JALPA DE MENDEZ Y EN CUNDUACAN (FIG. II.1.-).

II.2.4.- INSTALACIONES PORTUARIAS

LA ENTIDAD DISPONE DE UN SOLO PUERTO DE CABOTAJE QUE ES EL PUERTO DE FRONTERA, CABECERA DEL MUNICIPIO DE CENTLA, EL CUAL EN OTRAS EPOCAS TUVO GRAN IMPORTANCIA PARA LA COMERCIALIZACION DEL PLATANO Y OTROS PRODUCTOS AGRICOLAS DE IMPORTACION. ACTUALMENTE SU ACTIVIDAD SE HA VISTO REDUCIDA AL MINIMO Y LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LA BARRA TAMBIEN SE HAN SUSPENDIDO, CON EL CONSEGUENTE AZOLVE QUE ENTORPECE RADICALMENTE LAS OPERACIONES DE EMBARCACIONES DE GRAN CALADO.

ELIMINANDO A FRONTERA COMO INSTALACION PORTUARIA TRASCENDENTE, LOS PUERTOS MAS CERCANOS QUE PUEDEN CONSIDERARSE DE IMPORTANCIA, SON EL DE COATZACOALCOS EN EL ESTADO DE VERACRUZ A 101 KILOMETROS POR CARRETERA, Y EL DE CIUDAD DEL CARMEN EN EL ESTADO DE CAMPECHE, A 176 KILOMETROS DEL SITIO DE DOS BOCAS (FIG. II.1.-).

II.2.5.- ESTACIONES DE GASOLINA Y DE SERVICIO

EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE A VEHICULOS DE AUTOTRANSPORTE ES TAMBIEN DEFICIENTE EN LA REGION, EXISTEN SOLO DOS ESTACIONES DE GASOLINA EN LA CIUDAD DE CONALCALCO Y UNA EN LA CIUDAD DE PARAISO; FUERA DEL AREA EN ESTUDIO, LOS SITIOS MAS PROXIMOS QUE CUENTAN CON ESTE SERVICIO, SON JALPA CON UNA GASOLINERA Y NACAJUCA QUE TAMBIEN DISPONE DE UN SOLO EXPENDIO. CON RESPECTO A LAS ESTACIONES DE SERVICIO Y REPARACION, ESTAS SON ASI MISMO LIMITADAS Y DEFICIENTES.

II.2.6.- CORREO Y TELECOMUNICACIONES

LA SEÑAL DE TELEVISION ES DEFICIENTE EN TODA LA ENTIDAD. SE CAPTA CON MAYOR CLARIDAD EL CANAL 2 DE MEXICO, QUE ES RETRANSMITIDO LOCALMENTE; LOS CANALES 4, 5 Y 13 DEL DISTRITO FEDERAL SE CAPTAN SOLO EN ALGUNAS ZONAS DEL ESTADO. OPERAN EN LA ENTIDAD 11 RADIODIFUSORAS, LA SEÑAL DE RADIO DE MEXICO Y DE DOS ESTACIONES LOCALES, SE CAPTAN CON CLARIDAD EN TODO EL ESTADO. EN LA REGION DE ESTUDIO NO EXISTE SERVICIO DE RADIOCOMUNICACION Y TELEX.

EN LA CIUDAD DE PARAISO OPERA UNA CENTRAL TELEFONICA, UNA AGENCIA DE LARGA DISTANCIA, UNA ADMINISTRACION DE TELEGRAFOS Y UNA OFICINA DE CORREOS.

II.3.- GEOLOGIA REGIONAL

II.3.1.- FISIOGRAFIA

EL AREA EN ESTUDIO SE LOCALIZA DENTRO DE LA GRAN PROVINCIA FISIO-GRAFICA DE LA PLANICIE COSTERA DEL SURESTE EN EL LIMITE NOROCCIDENTAL DE LA CUENCA SIMOJOVEL-CAMPECHE CON LA CUENCA SALINA DEL ISTMO.

LA CUENCA SIMOJOVEL-CAMPECHE CUBRE LA MAYOR PARTE DEL ESTADO DE TABASCO, LA PARTE NORTE DEL ESTADO DE CHIAPAS Y UNA PORCION DEL ESTADO DE CAMPECHE. POR EL NORTE, EL LIMITE QUEDA BAJO LAS AGUAS DEL GOLFO DE MEXICO HASTA UNA DISTANCIA DESCONOCIDA DE LA COSTA ACTUAL. EL LIMITE ESTE CON LA CUENCA SALINA DEL ISTMO SE LOCALIZA APROXIMADAMENTE EN JALPA DE MENDEZ.

LA ZONA DE INTERES SE LOCALIZA EN LA SUBPROVINCIA CONOCIDA COMO "ZONA PANTANOSA DE TABASCO", LA CUAL SE CARACTERIZA POR LO SUAVE DE SU TOPOGRAFIA Y POR SUS PANTANOS, LAGUNAS Y LAGOS PERMANENTES, QUE CONSTITUYEN LA TERCERA PARTE DE LA PROVINCIA. EL RESTO DE LA ZONA ESTA, EN GENERAL, CONSTITUIDA POR MATERIAL RECIENTE.

II.3.2.- GEOMORFOLOGIA

LAS CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS REGIONALES, SON EL RESULTADO DE LOS EFECTOS COMBINADOS DE LOS SIGUIENTES FENOMENOS GEOLOGICOS:

a) ACUMULACION DE SEDIMENTOS
LAS UNIDADES LITOLÓGICAS QUE FORMAN LA LLANURA SON PRINCIPALMENTE ACUMULACIONES DE SEDIMENTOS DEPOSITADOS BAJO EL MAR Y EN LA ZONA MARGINAL COSTERA. SE CALCULA QUE ALCANZAN EN CONJUNTO, UN ESPESOR DEL ORDEN DE 9,000 M HACIA EL CENTRO DE LA CUENCA, LA CUAL FUE ORIGINADA POR FENÓMENOS DE HUNDIMIENTOS BAJO EL NIVEL DEL MAR.

b) EMERSION Y ESTRUCTURACION GEOLOGICA
LA EMERSION DEL PISO MARINO FUE ORIGINADA POR FENÓMENOS TECTÓNICOS DE LEVANTAMIENTO REGIONAL GENERAL. PROBABLEMENTE DURANTE EL PLIOCENO. TAL EMERSION SIGUE ACTIVA EN LA ACTUALIDAD. POR OTRA PARTE, ESFUERZOS TECTÓNICOS, INDUJERON EN LOS ESTRATOS DE SEDIMENTOS MARINOS, NUMEROSOS PLEGAMIENTOS CON DIVERSOS GRADOS DE INTENSIDAD.

c) PROCESO EROSIVO Y DE SEDIMENTACION DE ORIGEN FLUVIAL
JUNTO CON LOS FENÓMENOS ANTES DESCRITOS, ACTUARON LOS PROCESOS DE ACCION FLUVIAL EROSIVOS Y DE DEPOSITO.

LA EXISTENCIA DE LAS CORRIENTES DEL SISTEMA FLUVIAL GRIJALVA-USUHACINTA Y SU ACCION EROSIVA, EN LA SIERRA DE CHIAPAS, SON ANTERIORES A LA EMERSION DE LA LLANURA COSTERA. ESTAS CORRIENTES MODELARON Y NIVELARON EL RELIEVE DEL PISO MARINO EMERGIDO, DEGRADANDO EN LAS PARTES ALTAS Y DEPOSITANDO EN LAS DEPRESIONES.

EL AREA OCUPADA POR LA BARRA DE DOS BOCAS, MUESTRA UNA TOPOGRAFIA ONDULADA Y CASI PLANA, TIPICA DE UNA LLANURA COSTERA QUE PUEDE DEFINIRSE DE ACUERDO CON LO ANTERIOR COMO UNA PORCION DE PISO MARINO QUE LLEGA A FORMAR PARTE DEL CONTINENTE. NO SE TRATA DE UNA ZONA DELTAICA DEL SISTEMA GRIJALVA - USUHACINTA.

II.3.3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA

DE ACUERDO CON ESTUDIOS GRAVIMÉTRICOS REALIZADOS EN LA ZONA, ES POSIBLE PENSAR QUE EL AREA DE LA BARRA DE DOS BOCAS, QUEDA SITUADA SOBRE EL EJE DE UN ANTICLINAL QUE CORRE CON RUMBO NW-SE Y APARENTEMENTE BUZANTE AL SE. NO SON OBSERVABLES LAS FALLAS QUE PUEDEN AFECTAR ESTA ESTRUCTURA, DEBIDO A LOS ESPESORES CONSIDERABLES DE MATERIALES SUPERFICIALES. ES POSIBLE QUE LA ZONA SEA AFECTADA TAMBIEN, POR UN SISTEMA DE FALLAS DE DIRECCION NNE-SSW

II.3.4.- ESTRATIGRAFIA REGIONAL

DEBIDO A LOS DEPOSITOS SUPERFICIALES QUE IMPIDEN UN LEVANTAMIENTO GEOLOGICO BASADO EN AFLORAMIENTOS, LA ESTRATIGRAFIA PROFUNDA DE LA ZONA, SOLO PUEDE INFERIRSE POR CORRELACION CON LAS FORMACIONES PLENAMENTE IDENTIFICADAS EN AREAS VECINAS. SE CUENTA EN PARTICULAR, CON OBSERVACIONES REALIZADAS DURANTE LA PERFORACION DE POZOS PETROLEROS EN LOS CAMPOS DE CONALCALCO Y MECOACAN.

EN LA (TABLA II.2.-) SE HA RESUMIDO LA ESTRATIGRAFIA DEL POZO DE MECOACAN QUE ES EL MAS CERCANO Y PRESENTAR LA MAYOR AFINIDAD DE CONDICIONES DE FORMACION CON EL SITIO DE INTERES.

E R A	PERIODO	EPOCA	FORMACION	DESCRIPCION
C E N O Z O I C A	TERCIARIO	PLIO-PLEISTOCENO	RECIENTE	ESPESOR 50 A 60 M.; ARENA, ARCILLA COLOR GRIS CLARO Y CAFE
	N I O C E N O	SUPERIOR	NO DIFERENCIADO	ESPESOR MAXIMO 300 M.; LUTITA ARENOSA GRIS AZULOSO CON INTERCALACIONES DE ARENA Y LIGNITO.
		MEDIO	ZARGAZAL ENCAJONADO	ESPESOR APROXIMADO 1,000 M.; CUERPOS DE ARENA GRIS Y DELGADAS CAPAS DE LIGNITO. INTERCALACIONES DE ARENISCA Y LUTITAS.
		INFERIOR	ANATE SUPERIOR E INFERIOR	LUTITAS CON INTERCALACIONES DE ARENAS CON PEQUEÑOS ESPESORES DE LIGNITO Y ARENISCA.

TABLA II.2.- ESTRATIGRAFIA POZO MECOACAN No. 1

RESPECTO A LOS SUELOS SUPERFICIALES QUE EXISTEN EN LA ZONA, PUEDEN DISTINGUIRSE ENTRE SUELOS DE LA LLANURA DE INUNDACION Y LOS DE LA COSTA.

a) LLANURA DE INUNDACION
EN ESTA REGION ABUNDAN LOS CAUCES TEMPORALES, ALBARDONES NATURALES Y SEMILUNARES, MEANDROS ABANDONADOS, GRANDES EXTENSIONES DE AGUAS SOMERAS Y DE PANTANO Y LAGUNAS DE POCA PROFUNDIDAD. CONFUNDIDA CON LA LLANURA DE INUNDACION, SE ENCUENTRA LA PLANICIE COSTERA, QUE ES TAMBIEN TERRENO BAJA, DONDE SE HAN PRODUCIDO INUNDACIONES CAUSADAS POR EL MAR CUANDO HA SUPERADO LAS BARRERAS DE LA COSTA.

LA MAYOR PARTE DE LOS DEPOSITOS RECIENTES DE LA LLANURA DE INUNDACION, SON ARCILLAS DE CONSISTENCIA BLANDA Y ALTA PLASTICIDAD, TURBAS Y OTROS SUELOS TÍPICOS DE PANTANOS, O ARENAS FINAS DE BAJA COMPACIDAD.

b) SUELOS DE LA COSTA
EL VIENTO HA SIDO UN FACTOR IMPORTANTE EN LA CONFORMACION DE LA COSTA, CREANDO DUNAS EN LA LINEA LITORAL Y MEDANOS TIERRA ADETRÁS.

POR OTRA PARTE, CON EL TIEMPO LAS CORRIENTES COSTERAS HAN PROVOCADO LA FORMACION DE CORDONES LITORALES CONSTITUIDOS POR ARENAS Y ARENAS LIOSAS.

LA COMPACIDAD DE ESTOS SUELOS ARENOSOS EOLICOS Y MARINOS ES MUY VARIABLE.

II.4.- CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y METEOROLÓGICAS

II.4.1.- CLIMA GENERAL

EL CLIMA DE LA ZONA ES HÚMEDO, SIN ESTACION SECA, CALIDA Y SIN ESTACION INVERNAL. SE TRATA DE CLIMA LLUVIOSO Y TROPICAL, CON TEMPERATURA MEDIA SUPERIOR A 18 GRADOS CENTÍGRADOS, CON LLUVIAS DURANTE TODO EL AÑO Y PRECIPITACION MEDIA ANUAL MAYOR DE 1,000 MM.

LAS LLUVIAS OCURREN TODO EL AÑO, INTENSIFICÁNDOSE EN OTOÑO; LA TEMPERATURA MÁXIMA SE ALCANZA EN EL SOLSTICIO DE VERANO.

DEBIDO A SU LOCALIZACION GEOGRAFICA, EL PUERTO DE DOS BOCAS ES POCO AFECTADO POR LOS SISTEMAS SINOPTICOS O CICLONES DE LOS MESES DE JULIO-OCTUBRE, SIN EMBARGO DESDE MEDIADOS DE LA ESTACION OTOÑAL HASTA FINES DEL PERIODO INVERNAL, LA REGION COSTERA SE AFECTA POR PERTURBACIONES ATOSFERICAS DENOMINADAS "NORTES", CON LLUVIAS TORRENCIALES Y QUE LLEGAN EN OCASIONES A GENERAR CICLONES.

DEL ANALISIS DE LOS CLIMOGRAMAS (ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE PARAISO, COHALCALCO Y FRONTERA), SE CONCLUYE QUE EN EL AREA DE ESTUDIO PREDOMINAN LOS MESES HÚMEDOS CON UN 50% DE FRECUENCIA, SIGUIENDO LOS MESES MUY HÚMEDOS, SECOS Y SEMISECOS CON FRECUENCIA DE 17%, 25% Y 8% RESPECTIVAMENTE.

EN RELACION A LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL, EL PREDOMINIO CORRESPONDE A LOS MESES CALIDOS CON UN 80% DE FRECUENCIA, CONTINUANDO LOS MESES SEMICALIDOS CON UN 20% DE FRECUENCIA.

EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE PARAISO, LA FRECUENCIA DE MESES HUMEDOS, SECOS, MUY HUMEDOS Y SEMISECOS, ES DE 50.0, 23.0, 16.7 Y 8.3 PORCIENTO RESPECTIVAMENTE; EN RELACION A LA TEMPERATURA EL 75% DE LOS MESES SON CALIDOS Y EL RESTANTE 25% SON SEMICALIDOS.

II.4.2.- PRECIPITACION

LA MAGNITUD DE LA PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS PARA ESTAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS (PARAISO, CONALCALCO Y FRONTERA), TIENE UNA GRAN VARIABILIDAD DE MES A MES, SIN ENBARGO, PARA UN MISMO MES NO EXISTE UNA GRAN VARIABILIDAD DE UNA ESTACION A OTRA. LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS, A NIVEL ANUAL, VARIAN DE 190.3 A 216.4 MM.; LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS SE HAN REGISTRADO EN EL MES DE OCTUBRE EN LAS ESTACIONES DE CONALCALCO Y PARAISO Y EN SEPTIEMBRE EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE FRONTERA.

LOS MESES EN QUE SE PRESENTA EL MENOR NUMERO DE DIAS CON LLUVIA EN PROMEDIO, SON MARZO Y ABRIL; EN SEPTIEMBRE Y OCTUBRE SE TIENE EL MAYOR NUMERO DE DIAS CON LLUVIA.

A NIVEL ANUAL EL NUMERO PROMEDIO DE DIAS CON LLUVIA EN PARAISO ES DE 106.7; EL PROMEDIO DE DIAS CON LLUVIA PARA LA ZONA ES DE 117.0.

EL NUMERO DE DIAS CON LLUVIA EN LA ZONA DEL ESTUDIO ES ALTO Y TIENE UN PERIODO DE ALTA INCIDENCIA, QUE SE EXTIENDE DE JUNIO A FEBRERO, QUE SE DENOMINA EPOCA HUMEDA, DURANTE EL CUAL SE CONCENTRA DEL 89 AL 90% DEL NUMERO TOTAL DE DIAS CON LLUVIA EN EL AÑO. LA EPOCA RELATIVAMENTE SECA COMPRENDE LOS MESES RESTANTES, QUE SON MARZO, ABRIL Y MAYO.

II.4.3.- TEMPERATURAS

LA TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO EN LA ZONA DEL ESTUDIO, VARIA DE 18.2 A 23.2 GRADOS CENTIGRADOS, ES DECIR QUE SE TIENE UNA OSCILACION ANUAL DE 5 GRADOS CENTIGRADOS. LOS VALORES EXTREMOS DE LA TEMPERATURA MEDIA SON DE 22.9 Y DE 29.1 GRADOS CENTIGRADOS, O SEA QUE LA OSCILACION ANUAL ES DE 6.2 GRADOS CENTIGRADOS. LA TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO VARIA DE 27.4 A 35.6 GRADOS CENTIGRADOS EN LAS TRES ESTACIONES, ES DECIR QUE LA VARIACION ES DE 8.2 GRADOS CENTIGRADOS.

LAS TEMPERATURAS MENSUALES EN LAS DISTINTAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS SON POCO VARIABLES AÑO CON AÑO, POR LO QUE SE CONCLUYE QUE LA ZONA DE ESTUDIO TIENE UN CLIMA DE TIPO MARITIMO, SIN CAMBIOS FUERTES DE TEMPERATURA ENTRE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO.

LAS TEMPERATURAS MINIMAS PROMEDIO SE PRESENTAN EN ENERO O FEBRERO, A PARTIR DE ESTOS MESES, ESTAS TEMPERATURAS SE INCREMENTAN HASTA ALCANZAR LOS VALORES MAXIMOS EN EL MES DE JUNIO, POSTERIORMENTE SE PRESENTA UN DESCENSO CONTINUO EN LA TEMPERATURA. EL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA ES SIMILAR, SIN ENBARGO LOS VALORES MINIMOS SE PRESENTAN EN ENERO O FEBRERO Y LOS VALORES MAXIMOS EN MAYO O JUNIO; LAS TEMPERATURAS MAXIMAS PROMEDIO TIENEN VALORES MAXIMOS DURANTE EL MES DE ENERO Y MAXIMOS EN MAYO, SU COMPORTAMIENTO ES SIMILAR AL DE LAS TEMPERATURAS MINIMAS PROMEDIO, O SEA QUE LOS MESES MAS FRESCOS SON ENERO Y FEBRERO Y LOS MESES MAS CALIDOS SON MAYO Y JUNIO.

II.4.4.- VIENTOS

EL ANALISIS DE LOS VIENTOS SE LLEVO A CABO TOMANDO EN CUENTA TANTO LA DIRECCION COMO LA VELOCIDAD. ADEMÁS SE OBTUVIERON DATOS QUE LA SECRETARIA DE MARINA RECABO Y PROCESO, LOS CUALES OBTUVO DE LA AHORA LLAMADA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.

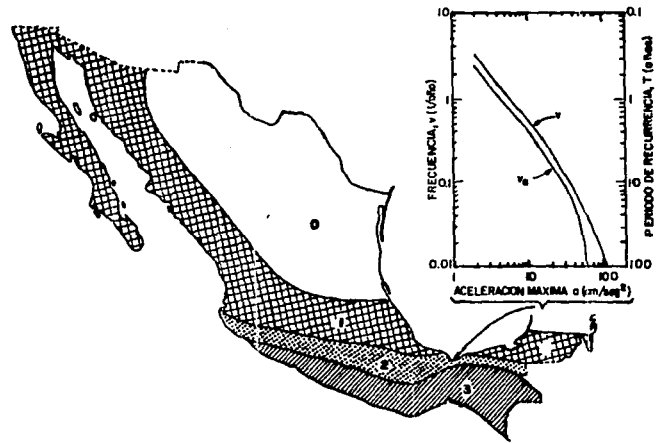
DE ESTOS ESTUDIOS SE PUEDE CONCLUIR, QUE LA MAXIMA FRECUENCIA DE OCURRENCIA ES EN LA DIRECCION ESTE CON UN 31.7%, SEGUIDA DE LA DIRECCION NORESTE CON UN 21.3% Y LA DIRECCION SURESTE CON UN 20.6%; DE LAS VELOCIDADES MEDIAS SE PUEDE OBSERVAR QUE OCURRE LA MAXIMA, EN LA DIRECCION NORTE CON VELOCIDAD DE 9.67 M/SEG., DESPUES LA DIRECCION NORESTE CON VELOCIDAD DE 9.03 M/SEG. Y LA DIRECCION NOROESTE CON 8.81 M/SEG. DE VELOCIDAD. RESPECTO A LA VELOCIDAD MAXIMA, ESTA OCURRE EN LAS DIRECCIONES NORTE, NORESTE Y NOROESTE CON VELOCIDADES MAS GRANDES QUE 22.5 M/SEG. CON PORCENTAJES DE OCURRENCIA ANUAL DE 0.4, 0.2 Y 0.1% RESPECTIVAMENTE; PARA EL ANALISIS DE FRECUENCIAS CONTRA GRUPOS DE VELOCIDADES, SE OBSERVA QUE EL RANGO DE VELOCIDADES ENTRE 4.5 Y 7 M/SEG., OCURRE CON UNA FRECUENCIA ANUAL DE 25.1%, SEGUIDA DEL RANGO DE 7 - 9.5 M/SEG., CON FRECUENCIA ANUAL DE 21.4% Y DESPUES EL RANGO DE 2 A 4.5 M/SEG. CON FRECUENCIA DE 19.6%.

II.5.- SISMOLOGIA

EL PROYECTO DE DOS BOCAS SE ENCUENTRA EN UNA ZONA DE ALTA SISMICIDAD (ZONA II, DE ACUERDO CON LA ZONIFICACION DADA POR EL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M.).

LAS ACELERACIONES MAXIMAS A TOMAR EN CUENTA PARA FINES DE DISEÑO Y RECOMENDACIONES, SON LAS QUE SE INDICAN EN LA (FIG. II.2.-)

27



CARACTERISTICAS DE SISMICIDAD DE LA ZONA DEL PROYECTO DOS BOCAS, TAB.

Fig. II 2.-

III.- INGENIERIA DEL PROYECTO

LA DEFINICION DE HASTA LOS MAS MINIMOS DETALLES DE UN PROYECTO U OBRA, PASANDO POR EL ESTUDIO, ANALISIS Y DETERMINACION DE TODAS LAS VARIABLES O FUERZAS QUE PUEDEN INFLUIR EN LA CORRECTA FUNCIONALIDAD DE UN PROYECTO (YA SEA DURANTE SU EJECUCION O UNA VEZ FINALIZADO ESTE Y ESTANDO EN OPERACION); Y NO SOLO CONSIDERANDO LOS ASPECTOS FISICOS, SINO TAMBIEN OTROS COMO, SOCIALES, ECONOMICOS Y HASTA EN LA ACTUALIDAD ECOLOGICOS, ES A LO QUE SE LE LLAMA INGENIERIA DE PROYECTO.

EN EL PRESENTE CAPITULO SE EXPONDRAN CUALES FUERON LOS ESTUDIOS Y ANALISIS REALIZADOS PARA LA DETERMINACION DE LAS VARIABLES QUE TENDRIAN MAYOR INFLUENCIA, DURANTE LA CONSTRUCCION Y POSTERIORMENTE EN SU VIDA UTIL DEL ROMPEOLAS ORIENTE DEL PUERTO PETROLERO Y PETROQUIMICO DE DOS BOCAS, TABASCO.

III.1.- GENERALIDADES

PARA EXPONER COMO FUE REALIZADA LA INGENIERIA DEL PROYECTO, DEL TEMA QUE NOS OCUPA, ES IMPORTANTE ENTENDER QUE ES LO QUE ESTA RELACIONADO A LA FINALIDAD DE LA OBRA EN SI. ESTO ES, LA "COMERCIALIZACION Y EXPORTACION" DE PETROLEO O SUS DERIVADOS, Y PARA QUE ESTAS DOS ACCIONES PUEDAN LLEVARSE A CABO ES NECESARIO PRIMERAMENTE, LLEVAR EL PRODUCTO (PETROLEO O DERIVADOS) DEL LUGAR DONDE SE ENCUENTRE A FINALMENTE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE DONDE SE COMERCIALIZARAN Y EXPORTARAN, EN ESTE CASO EL TRANSPORTE MARITIMO.

ES ASI QUE, UN CONJUNTO CONSTITUIDO POR UNA SERIE DE INSTALACIONES UBICADAS EN LAS COSTAS O RIBERAS DEL MAR, DE RIOS O LAGOS, Y QUE ESTAN DEBIDAMENTE DISPUESTAS PARA LA SEGURIDAD DE LAS EMBARCACIONES Y/O PARA QUE SE PUEDAN EFECTUAR ADECUADAMENTE EN ESTE LUGAR LAS OPERACIONES QUE REQUIERE EL TRANSPORTE ACUATICO; PODRIA CONSIDERARSE COMO LA DEFINICION DE UN PUERTO.

SIN ENBARGO, EL PUERTO NO ES MAS QUE UN ESLABON EN LA CADENA QUE CONFORMA EL "SISTEMA PORTUARIO", YA QUE EN EL PUERTO CONFLUYEN COMO MINIMO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE, AUNQUE GENERALMENTE SON DEL ORDEN DE CUATRO; POR SUPUESTO EL MARITIMO, EL FERROVIARIO, EL DE AUTOTRANSORTE Y TAMBIEN EN ALGUNOS CASOS EL FLUVIAL. NO SE CONSIDERA COMO MEDIO DE TRANSPORTE A LOS DUCTOS PARA EL MANEJO DE FLUIDOS.

ES ASI QUE, LA COORDINACION DE EL TRANSPORTE MARITIMO Y FLUVIAL, LAS OPERACIONES DE DESCARGA, ALMACENAMIENTO Y TRANSBORDO DE LAS MERCANCIAS HACIA LOS TRANSPORTES TERRESTRES (FERROVIARIOS Y DE AUTOTRANSORTE) Y VICEVERSA; TODO EN SI, CONFORMAN LO QUE ES EL "SISTEMA PORTUARIO".

LO ANTERIOR HACE DEL SISTEMA PORTUARIO Y DEL PUERTO PARTICULARMENTE, UNA ENTIDAD COMPLEJA FORMADA POR FASES Y SUBFASES, CADA UNA DE LAS CUALES TENDRA UNA FUNCION ESPECIFICA EN EL TRANSBORDO DE LA CARGA.

DE TAL SUERTE, DICHA COMPLEJIDAD RELATIVAMENTE SERA MINIMA CUANDO SE TRATE DE PRODUCTOS A GRANEL Y SIENDO MAS ESPECIFICO EN EL CASO DE FLUIDOS COMO EL PETROLEO; YA QUE SE BONBEA POR OLEODUCTOS Y REQUIERE Poca INTERVENCION MANUAL Y POCO USO DE MANEJO DE EQUIPO DE CARGA. Y SERA MAXIMA CUANDO SE REQUIERA AL CASO DE CARGA GENERAL, QUE PUEDE ESTAR FORMADA DE CIENTOS DE PAQUETES DISTINTOS, DE PRODUCTOS ELABORADOS O SEMIFABRICADOS,

ENVIADOS POR UN SINNUMERO DE DIFERENTES PERSONAS, FRAGILES ALGUNOS, PERECEDEROS OTROS, DE GRAN VALOR Y SUSCEPTIBLES DE HURTO, QUIMICOS Y CON RIESGO DE CONTAMINAR OTRAS CARGAS, ETC. (VER FIG. III.1.-).

EN CUALQUIER PUERTO EL COSTO DE MANEJO DE CARGA GENERAL FRACCIONADA, SERA MAS ONEROSO QUE LA CARGA A GRANEL LLAMESE ESTA PETROLEO, MINERALES, GRANOS, ETC., ES POR ELLO QUE LA TENDENCIA ACTUAL CONSIDERA DOS CAMINOS (NO EXCLUYENTES UNO DEL OTRO) PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA.

POR UN LADO, LA UNITARIZACION DE LA CARGA Y POR OTRO LA ESPECIALIZACION DE LOS PUERTOS.

ES ASI QUE HOY EN DIA SE HABLA DE PUERTOS INDUSTRIALES, PUERTOS PETROLEROS, PUERTOS GRANELEROS, PUERTOS PESQUEROS, PUERTOS MINERALEROS, ETC.

EN LO QUE SE REFIERE A LA UNITARIZACION DE LA CARGA, ESTA SE ENCAMINA A LA UTILIZACION DE CONTENEDORES, QUE NO ES OTRA COSA QUE UN MODULO DE DIMENSIONES PREESTABLECIDAS EN EL QUE DENTRO DE EL SE COLOCARA LA CARGA A TRANSPORTAR Y PARA FINES DE MANEJO NO IMPORTARA QUE TIPO DE PRODUCTO ES EL QUE LLEVA (FIG. III.2.-).

NO OBSTANTE LA TENDENCIA ANTES DESCRITA EL MANEJO DE LAS MERCANCIAS POR MEDIO DEL TRANSPORTE MARITIMO Y A SU VEZ DE LOS PUERTOS SIGUE OPERANDO DE ACUERDO CON LAS EMBARCACIONES CON QUE SE CUENTA EN LA ACTUALIDAD (TABLA III.1.-) PARA EL CASO DEL TRANSPORTE MARITIMO; Y PARA EL CASO DE LOS PUERTOS AL TIPO O CLASIFICACION DE LAS MERCANCIAS (TABLA III.2.-).

AUNQUE ESTO SERA ASI MIENTRAS GRADUALMENTE SE VAYAN ESPECIALIZANDO Y UNITARIZANDO TANTO PUERTOS COMO LOS MISMOS TRANSPORTES (EMBARCACIONES).

RESUMIENDO LOS CONCEPTOS ANTERIORES, SE PUEDE ESQUEMATIZAR AL SISTEMA PORTUARIO DENTRO DE LA CADENA INTERNACIONAL DE COMERCIO POR MEDIO DE LA (FIG. III.3.-)

POR OTRA PARTE, ES IMPORTANTE REVISAR EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO DENTRO DE ESA CADENA.

ES ASI QUE LOS COSTOS RELATIVOS ENTRE TRANSPORTE MARITIMO, COSTOS DE TERMINAL MARITIMA Y TRANSPORTE TERRESTRE; TIENEN APROXIMADAMENTE LA SIGUIENTE PONDERACION.

TRANSPORTE MARITIMO	INSTALACIONES PORTUARIAS	TRANSPORTE TERRESTRE
45%	35%	20%

50% MANIOBRAS CARGA/DESCARGA
50% DERECHOS PORTUARIOS, PILOTAJE, ETC.

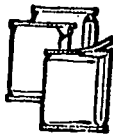
MAS SIN EMBARGO, TANTO EL TRANSPORTE MARITIMO COMO LAS INSTALACIONES PORTUARIAS SON LOS RUBROS MAS SUSCEPTIBLES DE ABATIRSE, NO ASI EL TRANSPORTE TERRESTRE.



DRUM



VARRIL



SACO



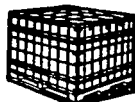
SACO GRAFLEDO



CAJA CARTON



CUÑETE Y BARRIL



PALET CON CAJAS



PALET CON TAMBORES



CRACAL



PACA O FARDO



PALET



PALET



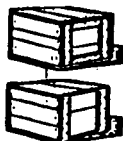
ROLLO O BOBINA



PIEZA PESADA (MOTOR)



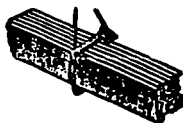
PIEZA PESADA (MAGNUMA)



CAJA BA DEZA



ATADO



ATADO



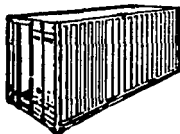
PIEZA PESADA



PIEZA PESADA

Fig. III. 1.-

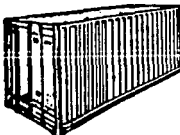
20x8x8'
Dry Cargo
CARGA SECA



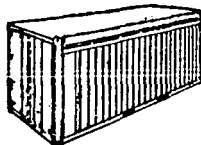
40x8x8'
Dry Cargo
CARGA SECA



20x8x8'
Dry Cargo
CARGA SECA



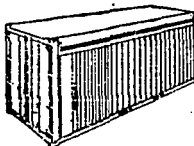
20x8x8'
Open Top
SIN TECHO



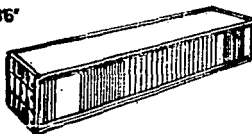
40x8x4'
Bin
MEDIO
CONTENEDOR



20x8x8'
Open Top
SIN TECHO



40x8x8'
Open Top
SIN TECHO



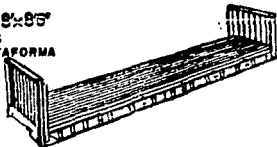
20x8x4'
Bin
MEDIO
CONTENEDOR



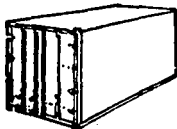
40x8x43'
Bin
MEDIO
CONTENEDOR



40x8x8'
Flats
PLATAFORMA



20x8x8'
Insulated
ISO TERMOS



20x8x8'
Tank
TANQUE

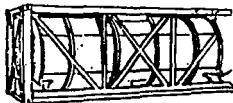
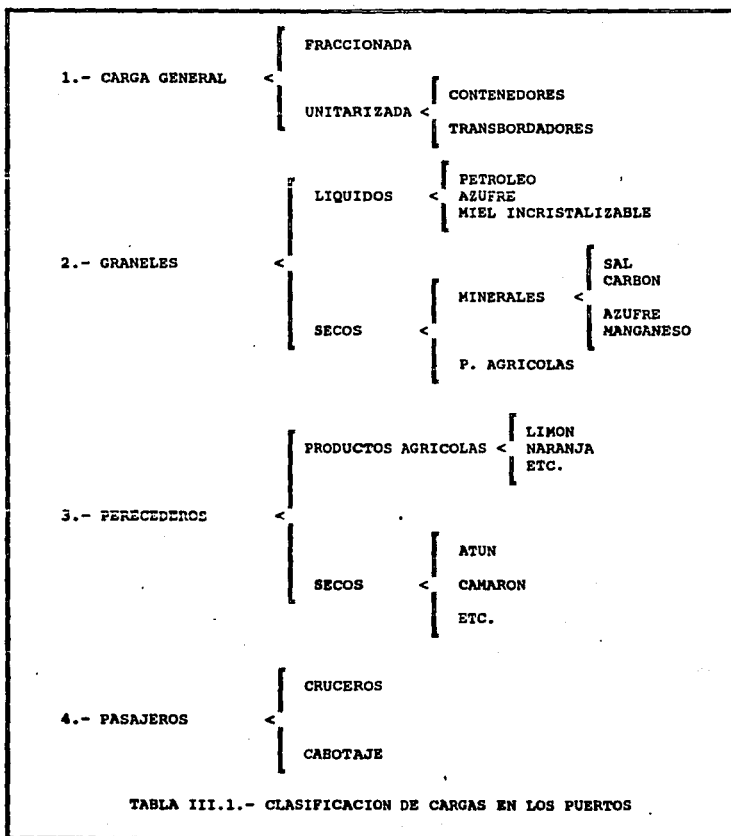
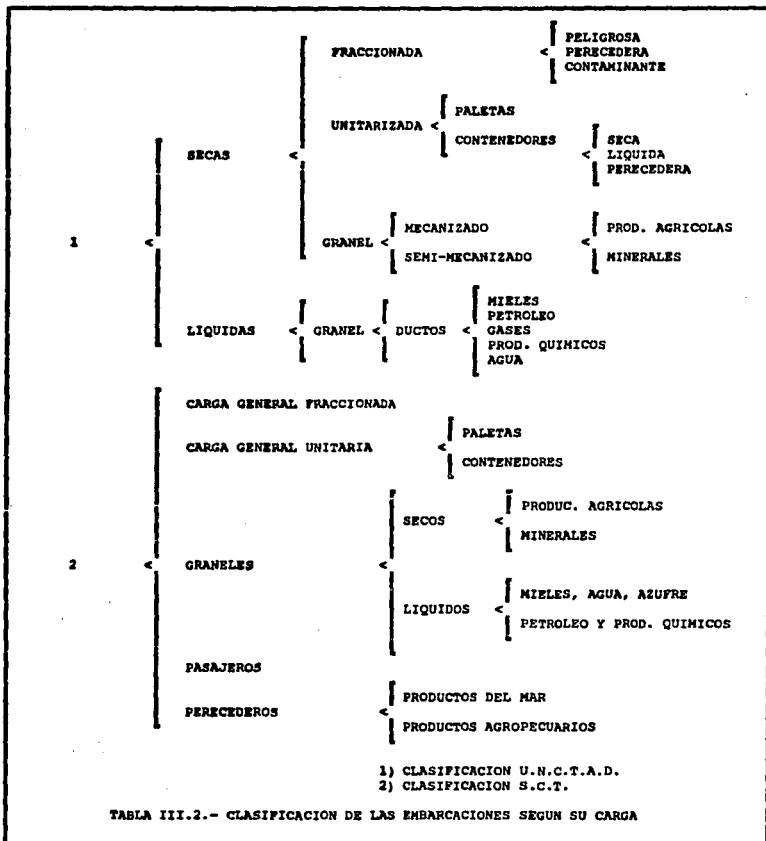


Fig. III. 2.-





CADENA DEL COMERCIO INTERNACIONAL MARITIMO

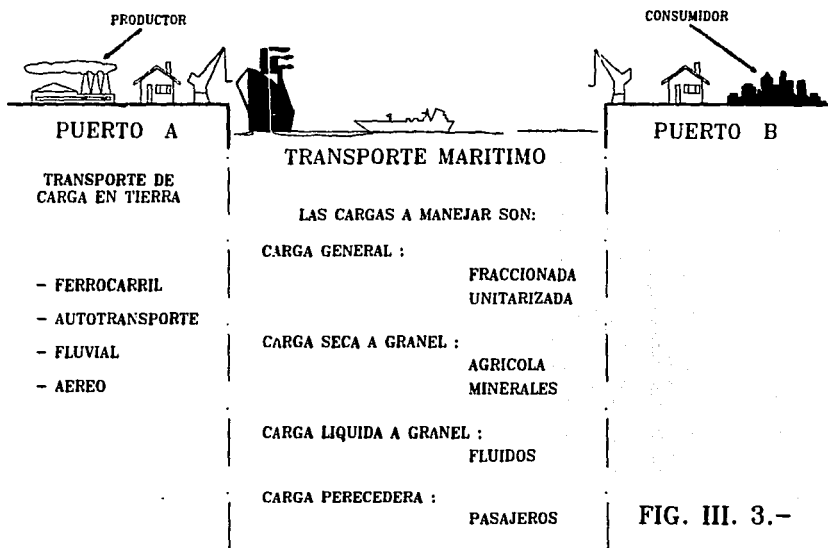


FIG. III. 3.-

ES DECIR, CON EL TRANSPORTE MARITIMO PRACTICAMENTE NO SE TIENEN RESTRICCIONES FISICAS EN EL TAMAÑO O LA CAPACIDAD DE CARGA Y POR LO TANTO, SI SE UTILIZAN EMBARCACIONES MAYORES EN CAPACIDAD SE ABATIRAN LOS COSTOS UNITARIOS DE LA CARGA (FIG. III.4.-)

ADEMAS, DADO QUE LOS GASTOS DE COMBUSTIBLES POR UNIDAD DE PRODUCCION EN EL TRANSPORTE MARITIMO SON INFERIORES EN COMPARACION CON EL FERROVIARIO Y EL CARRETERO, HABRA MENOR INCREMENTO ENTRE MAS CARGA SE LLEVE AUNQUE SEA A MAYOR DISTANCIA (FIG. III.5.-).

ES DECIR, SE DEBERA TENER MAYOR PROFUNDIDAD EN LOS PUERTOS EN QUE SE OPEREN ESTOS BARCOS Y LAS INSTALACIONES PORTUARIAS DEBERAN SER LAS ADECUADAS PARA ELLO.

TODO LO ANTERIOR DEBE TENERSE EN CONSIDERACION Y PERFECTAMENTE ACLARADO DENTRO DE LA INGENIERIA DEL PROYECTO, COMO ENFOQUE GLOBAL PARA POSTERIORMENTE ABOCARSE A MAYORES DETALLES.

III.1.1.- OBRAS PORTUARIAS

INDEPENDIEMENTE DE LA FUNCION O ACTIVIDAD ESPECIALIZADA A QUE ESTE DEDICADO UN PUERTO, SE PUEDEN CLASIFICAR LAS INSTALACIONES QUE CONFORMAN EL MISMO, DE ACUERDO CON LA (TABLA III.3.-).

DE LA CLASIFICACION ANTERIOR SE PUEDE VISUALIZAR QUE LAS PRIMERAS TRES, SON LAS OBRAS NECESARIAS PARA; PRIMERAMENTE PERMITIR LA LLEGADA DE LAS EMBARCACIONES A LA COSTA LOGRANDO ESTAS, MANIOBRAR Y PERMANECER EN PUERTO EN CONDICIONES DE SEGURIDAD ADECUADAS; Y EN SEGUNDO LUGAR PERMITIR LA CONEXION ENTRE LOS MEDIOS MARITIMOS Y LOS TERRESTRES.

EN LA CUARTA CLASIFICACION SE TENDRAN LAS INSTALACIONES FISICAS DONDE SE ALOJARAN LOS ELEMENTOS HUMANOS QUE A TRAVES DE ORGANIZACIONES O SISTEMAS REALIZARAN LOS SERVICIOS Y OPERACIONES PARA QUE SEA MAS EFICIENTE EL ENLACE ENTRE LOS DIFERENTES TRANSPORTES QUE CONFLUYEN EN UN PUERTO.

EN EL PRESENTE TRABAJO, NOS ABOCAREMOS AL PRIMER GRUPO DE INSTALACIONES Y ESPECIFICAMENTE A LOS ROMPEOLAS.

III.1.2.- ROMPEOLAS

EL GRUPO DE OBRAS MENCIONADAS EN PRIMER LUGAR EN LA CLASIFICACION ANTERIOR, SON LAS QUE BASICAMENTE CONFORMAN LA PROTECCION CONTRA LOS DIFERENTES FENOMENOS MARINOS (LLAHESE MAREJADAS, CICLONES, OLEAJE NORMAL, TRANSPORTE LITORAL DE SEDIMENTOS, ETC.) Y QUE TIENEN INFLUENCIA DIRECTA SOBRE EL FUNCIONAMIENTO MARITIMO DE UN PUERTO.

ES ASI QUE, LAS ESCOLLERAS PRINCIPALMENTE SU FINALIDAD ES LA DE PROTEGER UNA BOCANA O ENTRADA A UN PUERTO, CUANDO ESTE SE ENCUENTRA SUFICIENTEMENTE PROTEGIDO POR FORMACIONES NATURALES (DESEMBOCADURAS DE RIOS, ESTEROS NATURALES, LAGUNAS LITORALES O BAHIAS). LUEGO ENTONCES, LAS ESCOLLERAS PROTEGERAN CONTRA EL OLEAJE Y EN LA MAYORIA DE LOS CASOS CONTRA EL TRANSPORTE LITORAL DE SEDIMENTOS QUE TIENDE A AZOLVAR LAS BOCANAS O ENTRADAS A DICHOS PUERTOS.

COSTOS EN FUNCION DEL TAMAÑO DEL BARCO

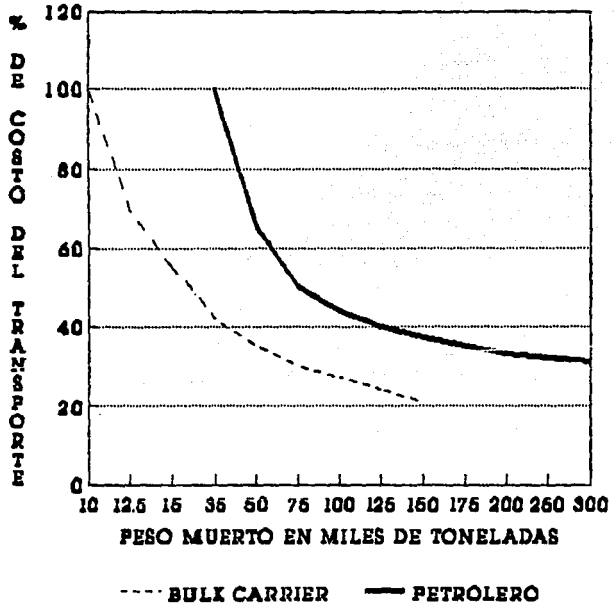


Fig. III.4

COSTOS EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL VIAJE

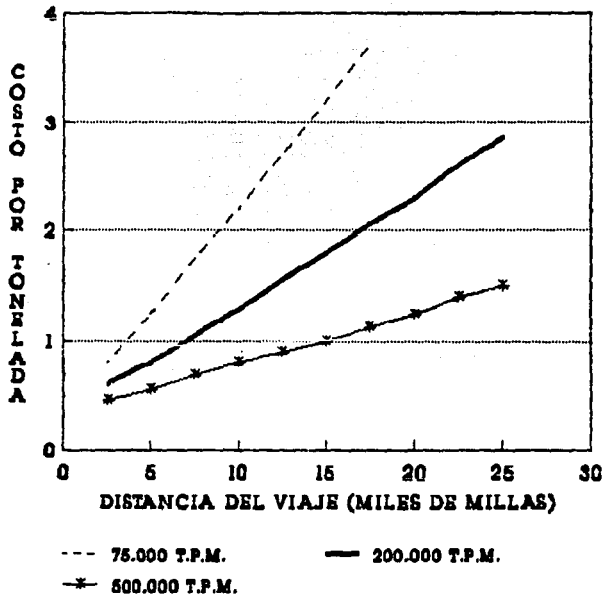


Fig. III.5

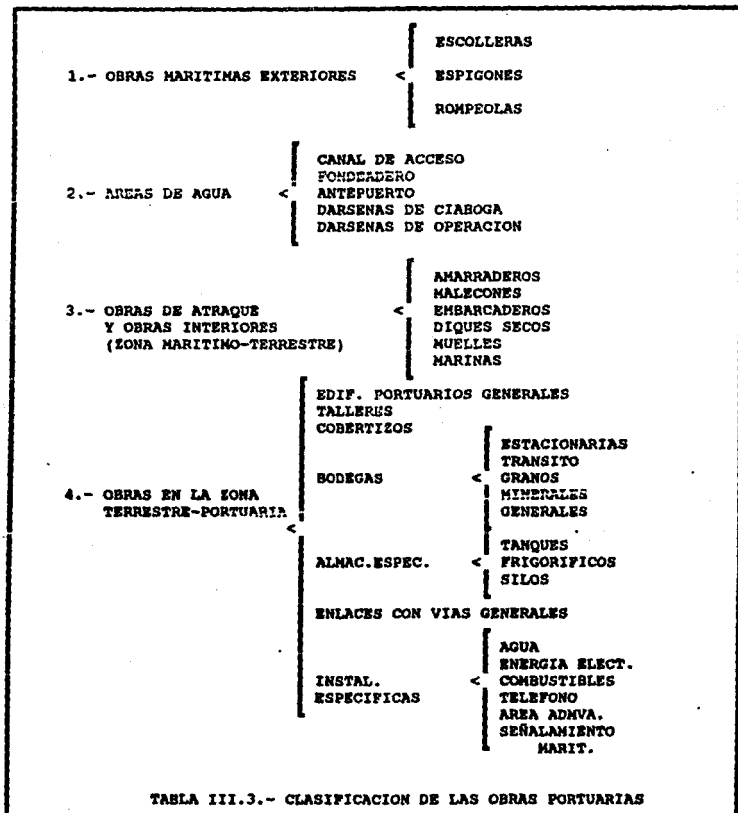


TABLA III.3.- CLASIFICACION DE LAS OBRAS PORTUARIAS

LOS ESPIGONES TIENDEN A PROTEGER PRINCIPALMENTE LAS ZONAS PLAYERAS O LA COSTA EN SI, CONTRA LA EROSION PRODUCIDA POR EL OLEAJE. ESTOS PUEDEN ESTAR CONSTRUIDOS PERPENDICULARES U OBLICUOS A LA COSTA Y EN BATERIA (UNO TRAS DE OTRO).

EL OTRO TIPO DE OBRA EXTERIOR ES EL ROMPEOLAS, ESTE SE CONSTRUYE PARA FORMAR UN AREA MARITIMA PROTEGIDA Y EN CALMA, CUANDO ESTA NO SE DA POR CONDICIONES NATURALES (BAHIAS, LAGUNAS COSTERAS, DESENBOCADURA DE RIOS, ETC.)

ES DECIR, LOS ROMPEOLAS SE CONSTRUYEN A PARTIR DE LA COSTA EN FORMA ENVOLVENTE, DE TAL MANERA QUE CONFORMAN UN AREA MARITIMA YA CITADA Y DE TAL MANERA DEN PROTECCION A LAS EMBARCACIONES, AL COMPORTARSE COMO UNA BARRERA Y ROMPER EL OLEAJE EN CASOS EXTREMOS DE CICLONES, O EN CONDICIONES NORMALES LOGRAR QUE HAYA LA SUFICIENTE CALMA EN EL AREA PORTUARIA PARA QUE SE EFECTUEN LAS MANIOBRAS PROPIAS DEL PUERTO, SIN GRANDES FLUCTUACIONES DE LOS NIVELES DEL MAR, PRODUCIDAS ASI TAMBIEN POR EL OLEAJE NORMAL.

LOS TRES TIPOS DE ESTRUCTURAS MENCIONADAS, PUEDEN CONSTRUIRSE CON MATERIALES ARTIFICIALES (CONCRETO MASIVO, BLOQUES DE CONCRETO) O MATERIALES NATURALES (ROCA PRODUCTO DE EXPLOTACION DE CANTERA) O UNA COMBINACION DE AMBOS.

INDEPENDIENTEMENTE DEL TIPO DE MATERIAL PUEDEN SER ROMPEOLAS A TALUD O ROMPEOLAS DE PIE DERECHO.

SERAN A TALUD CUANDO EN UN CORTE LA SECCION TRANSVERSAL DEL ROMPEOLAS PRESENTE UNA INCLINACION EN SUS COSTADOS RESPECTO A LA VERTICAL, QUE PUEDE SER LA MISMA INCLINACION EN AMBOS LADOS DEL ROMPEOLAS (LADO MAR Y LADO PUERTO) O DIFERENTE INCLINACION EN LOS MISMOS.

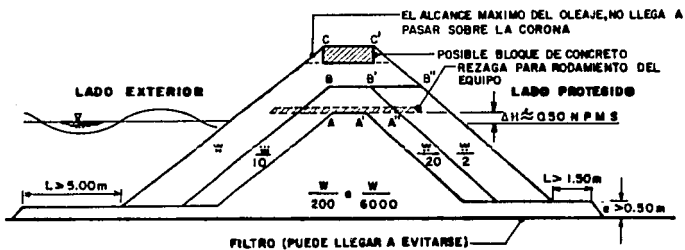
Y SERAN DE PIE DERECHO CUANDO SEAN LOS COSTADOS DEL ROMPEOLAS COMPLETAMENTE VERTICALES.

NORMALMENTE LOS ROMPEOLAS SE CONSTRUYEN A TALUD Y A BASE DE ELEMENTOS SUELTOS, ES DECIR ROCAS NATURALES DE DIFERENTES TAMAÑOS O PESOS (DEPENDIENDO DEL DISEÑO) PRODUCTO DE CANTERAS Y MUY A MENUDO SE COMBINAN CON ELEMENTOS ARTIFICIALES (SUELTOS TAMBIEN), ESTO ES CUANDO EL DISEÑO DEL ROMPEOLAS EXIGE PESOS DE CADA ELEMENTO, QUE NO SE PUEDEN OBTENER EN FORMA NATURAL.

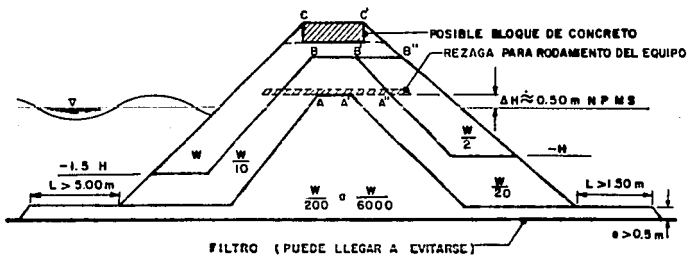
ES ASI QUE SE CONSTRUYEN ELEMENTOS ARTIFICIALES DE MUY DIFERENTES FORMAS Y TAMAÑOS QUE HAN Y SIGUEN INVOLUCRANDO UNA AMPLIA INVESTIGACION CIENTIFICA PARA DETERMINAR SUS CARACTERISTICAS DE FUNCIONALIDAD Y EFICIENCIA.

ENTRE LAS VARIADAS FORMAS DE ELEMENTOS ARTIFICIALES SE TIENEN: LOS CUBOS DE CONCRETO, TETRAPODOS, DOLOS, ACROPODOS Y OTRAS NUEVAS FORMAS DE ELEMENTOS EN ESTUDIO AUN; QUE VIENEN A SER LA TECNOLOGIA DE VANGUARDIA DE LA INGENIERIA MARITIMA EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS.

LOS ROMPEOLAS A TALUD CONSTRUIDOS CON ELEMENTOS SUELTOS, GENERALMENTE SE LLEVAN A CABO EN TRES FASES (FIG. III.6.-) O CAPAS, EN ALGUNOS CASOS PODRAN SER NADA MAS DOS O EN OTROS HASTA CUATRO O MAS, PERO ESTO NO ES MUY COMUN.



a) SECCION PARA OLEAJE ROMPIENTE, SIN PASO DE LA OLA SOBRE LA CORONA



b) SECCION PARA OLEAJE NO ROMPIENTE, SIN PASO DE LA OLA SOBRE LA CORONA

SECCIONES TRANSVERSALES DE UNA ESCOLLERA FORMADA CON ENROCAMIENTO

Fig. III. 6.-

LA PRIMERA CAPA QUE ES LA QUE SOPORTARA EN SI TODA LA ESTRUCTURA, ES EL NUCLEO. ESTA CAPA SE CONSTRUYE CON LOS ELEMENTOS O ROCAS DE MENOR TAMAÑO, PRINCIPALMENTE ESTO ES ASI POR CUESTIONES ECONOMICAS; ES DECIR, AL EXPLOTARSE UNA CANTERA O BANCO DE ROCA SE OBTIENEN TODO TIPO DE TAMAÑOS Y PESOS DE LA MISMA O SEA, NO ES POSIBLE OBTENER SOLO ROCA GRANDE, O SERIA MUY COSTOSO HACERLO, ADEMAS DE LA GRAN CANTIDAD DE DESPERDICIO EN ROCA DE TAMAÑOS MENORES. ES POR ELLO, QUE AL CONSTRUIR EL NUCLEO CON ESTOS TAMAÑOS DE ROCA MENORES SE APROVECHAN LOS MISMOS; ADEMAS DE QUE A LA VEZ ESTA CAPA (NUCLEO) SIRVE COMO RODAMIENTO PARA EL EQUIPO DE ACARREO DEL MISMO MATERIAL Y EL DE LAS CAPAS SUBSECUENTES QUE VENDRAN POR ENCIMA.

LA SEGUNDA CAPA TAMBIEN LLAMADA SECUNDARIA O PUEDE HABER HASTA TERCIARIA (TIENEN LA MISMA FINALIDAD AMBAS), TIENE COMO OBJETIVO PRINCIPAL ADEMAS DE APROVECHAR LOS TAMAÑOS MEDIOS DE LA ROCA PRODUCTO DEL BANCO DE EXPLOTACION, EL DE FUNCIONAR COMO FILTRO Y CONFINAMIENTO DE LA CAPA ANTERIOR Y A LA VEZ SOPORTE DE LA CORAZA QUE ES LA CAPA ULTIMA.

PROPIAMENTE LA CAPA QUE RESISTIRA LA FUERZA DEL OLEAJE Y PARA ELLO ESTA DISEÑADA, ES LA CORAZA; EN ELLA VAN LAS ROCAS DE MAYOR TAMAÑO PRODUCTO DE LA CANTERA, Y CUANDO EL PESO Y TAMAÑO DE LA ROCA EXTRAIDA DE LA CANTERA NO ES SUFICIENTE PARA ALCANZAR EL TAMAÑO DE DISEÑO, ES ENTONCES CUANDO SE HACE NECESARIO FABRICAR ELEMENTOS ARTIFICIALES QUE ALCANCEN DICHO TAMAÑO Y PESO DE DISEÑO.

III.2.- DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ELEMENTOS SUELTOS

LA DETERMINACION A PARTIR DE LOS FACTORES MAS IMPORTANTES A QUE ESTARA EXPUESTA (YA SEAN ESTOS FISICOS O ECONOMICOS); DE LA FORMA, TAMAÑO Y EN SI TODAS LAS DIMENSIONES, ASI COMO TAMBIEN LOS MATERIALES Y CARACTERISTICAS QUE ESTOS DEBERAN TENER, ES EL DISEÑO PROPIAMENTE DICHO DE UNA ESTRUCTURA.

EN EL CASO DE UN ROMPEOLAS EL PRINCIPAL FACTOR QUE INFLUIRA PARA DETERMINARLO (EXISTEN MUCHOS MAS QUE SE IRAN DEFINIENDO A PARTIR DE LA SOLUCION DE ESTE); ES EL OLEAJE.

COMO SE DEFINIO ANTERIORMENTE, EL ROMPEOLAS PROTEGERA UNA DETERMINADA AREA MARITIMA, YA SEA DEL OLEAJE NORMAL O DEL OLEAJE EXTREMO (CICLONES, TORMENTAS, ETC.), POR LO TANTO ROMPERA O NO PERMITIRA EL PASO A LA OLA, CONJUNTO DE OLAS O TREN DE OLAS QUE TRATEN DE LLEGAR A LA ZONA QUE SE INTENTA PROTEGER.

ASI QUE, ES IMPORTANTE DEFINIR EL TIPO DE OLA QUE PUEDE CAUSAR MAYOR DAÑO.

EXISTEN DIVERSAS "TEORIAS DEL OLEAJE" QUE NOS PERMITEN DEFINIR MATEMATICAMENTE COMO SE COMPORTA UNA OLA Y CUALES SON SUS CARACTERISTICAS; ENTRE ALGUNAS DE TALES CARACTERISTICAS, QUE NOS PUEDEN DEFINIR DICHAS TEORIAS (UNAS CON MENOR O MAYOR APROXIMACION) SON IMPORTANTES LA ALTURA DE OLA Y EL PERIODO DE LA MISMA (FIG. III.7.-).

A PARTIR DE LAS TEORIAS DEL OLEAJE, ES POSIBLE ENTENDER COMO NACE Y SE DESARROLLA UNA OLA HASTA TOCAR LA COSTA DONDE ESTARA UBICADO EL ROMPEOLAS U OTRAS ESTRUCTURAS QUE SE PRETENDAN CONSTRUIR.

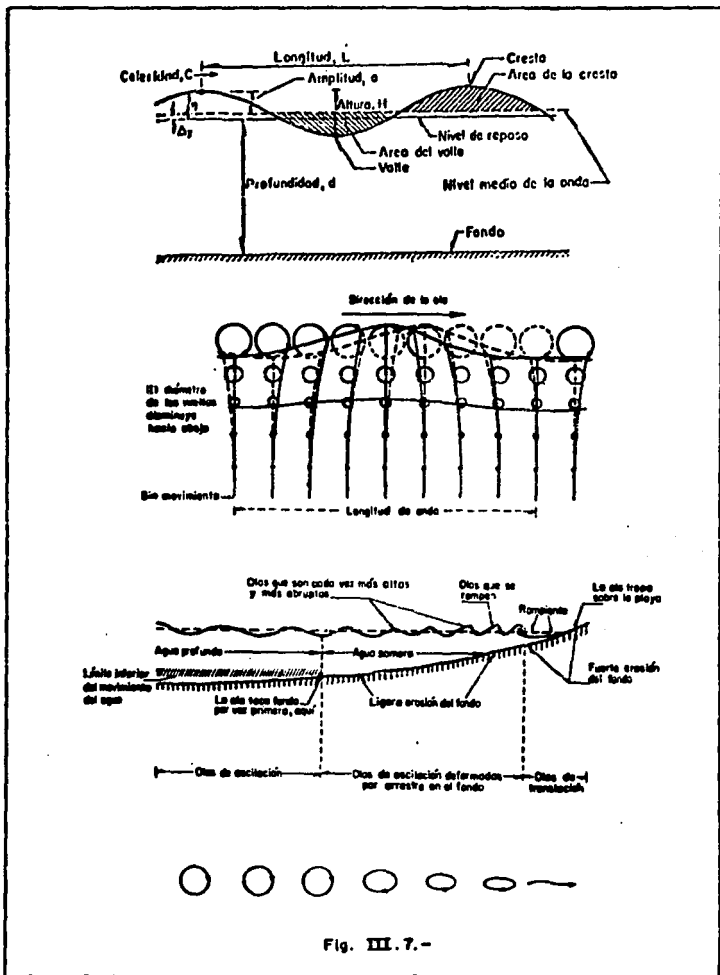


Fig. III. 7.-

YA CON EL CONOCIMIENTO DEL OLEAJE ES POSIBLE DEFINIR, QUE CARACTERISTICAS DEBERA TENER LA OLA CONTRA LA QUE SE VA A DISEÑAR LA ESTRUCTURA A CONSTRUIR. A ESTE TIPO DE OLA SE LE CONOCE COMO OLA DE DISEÑO, OLA SIGNIFICANTE O TAMBIEN COMO $H_{1/3}$.

EXISTEN PRINCIPALMENTE DOS TIPOS DE METODOS PARA DEFINIR LA OLA SIGNIFICANTE O DE DISEÑO, ELLOS SON:

- METODOS INDIRECTOS
- METODOS ESTADISTICOS

LOS METODOS INDIRECTOS CONSIDERAN QUE A PARTIR DEL CONOCIMIENTO DE DIVERSAS CONDICIONES METEOROLOGICAS ES POSIBLE DEFINIR EL OLEAJE EXTREMO QUE PRODUCIRIA UN CICLON.

ES DECIR, EN DETERMINADAS ZONAS DEL MAR SE TIENEN PUNTOS O CONJUNTO DE PUNTOS DE BAJA PRESION CON RESPECTO A OTROS VECINOS A AQUELLOS (FIG. III.8.-).

CONSIDERANDO ESTA IDEA, EXISTEN DIVERSOS METODOS QUE LLEGAN A DEFINIR LAS CARACTERISTICAS NECESARIAS DEL CICLON Y A SU VEZ DE MANERA INDIRECTA DETERMINAR LA OLA EXTRAORDINARIA QUE DICHAS CONDICIONES PRODUCIRIAN Y QUE PARA FINES DEL ANALISIS DEL ROMPEOLAS SERIA LA OLA DE DISEÑO U OLA SIGNIFICANTE (FIG. III.9.-).

LOS METODOS ESTADISTICOS PRIMERAMENTE NOS REFIEREN A LA MEDICION FISICA DEL OLEAJE, ESTO ES, CONTAR CON UN REGISTRO DIARIO (NORMALMENTE SE MIDEN LAS ALTURAS DE OLA DURANTE 10 MINUTOS A CADA TRES HORAS) QUE NOS INDICARA COMO VARIAN LAS ALTURAS DE OLA ASI COMO LOS PERIODOS DE LA MISMA.

SE ESTIMA QUE CON REGISTROS DIARIOS DURANTE 15 AÑOS O MAS, PUEDE DETERMINARSE UNA FUNCION DE DENSIDAD DE PROBABILIDAD QUE DEFINA CON BASTANTE APROXIMACION LOS VALORES MAXIMOS ANUALES DE ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE.

ESTADISTICAMENTE SE DEFINE LA ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE COMO AQUELLA QUE ES LA MEDIA DEL TERCIO DE NUMERO DE OLAS MEDIDAS, PERO SIEMPRE Y CUANDO ESTE TERCIO SEA EL DE LAS OLAS MAYORES EN ALTURA. POR EJEMPLO, SI SE TIENE UN REGISTRO DE 30 OLAS, DIEZ DE ELLAS CORRESPONDERA A UN TERCIO, POR LO TANTO SE ESCOGERAN LAS DIEZ DE MAYOR ALTURA Y LA MEDIA DE ESTAS ULTIMAS CORRESPONDERA A LA ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE O $H_{1/3}$.

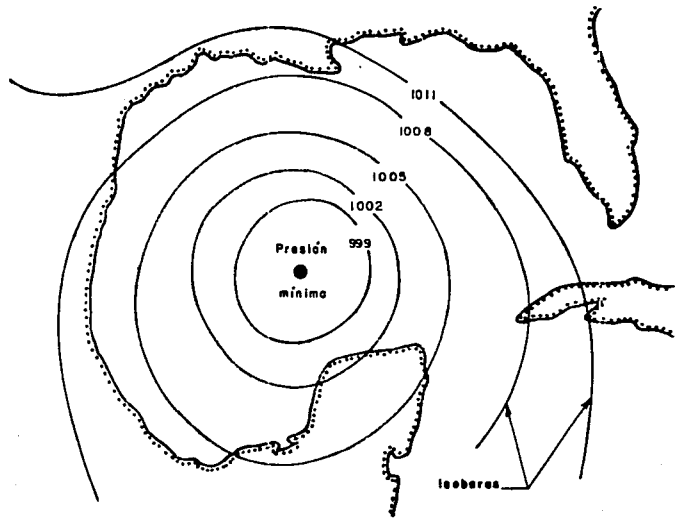
A PARTIR DE LOS REGISTROS DE OLEAJE SE PUEDEN CORRELACIONAR TEORIAS PROBABILISTICAS QUE NOS DEFINEN ALTURAS DE OLA ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DETERMINADO. ESTO ES IMPORTANTE DADO QUE EL PERIODO DE RETORNO NOS DEFINE EL LAPSO DE TIEMPO EN QUE UN EVENTO PUEDE SER IGUALADO O EXCEDIDO, ASI LA ESTRUCTURA PODRIA DISEÑARSE CON EL CRITERIO DEL COSTO ECONOMICO ASOCIADO A LA VIDA UTIL DE LA OBRA.

PARA EL PUERTO DE DOS BOCAS, Y PRINCIPALMENTE POR SU IMPORTANCIA ESTRATEGICA, SE REALIZO UN ESTUDIO Y ANALISIS BASTANTE COMPLEJO QUE INVOLUCRO:

A PARTIR DE LA RECOPIACION DE DATOS ESTADISTICOS DE OLEAJE, DE LAS UNICAS FUENTES CON QUE SE CONTABA (DAMES & MORE Y GLEN) PARA LA ZONA EN ESTUDIO (FIG. III.10.-).

1.- ANALISIS DE AGITACION EN LAS AREAS MARITIMAS DEL PUERTO (DARSENAS Y ZONAS DE MUELLES).

hh



Zona de baja presión (ciclón)

Fig. III. B. -

57

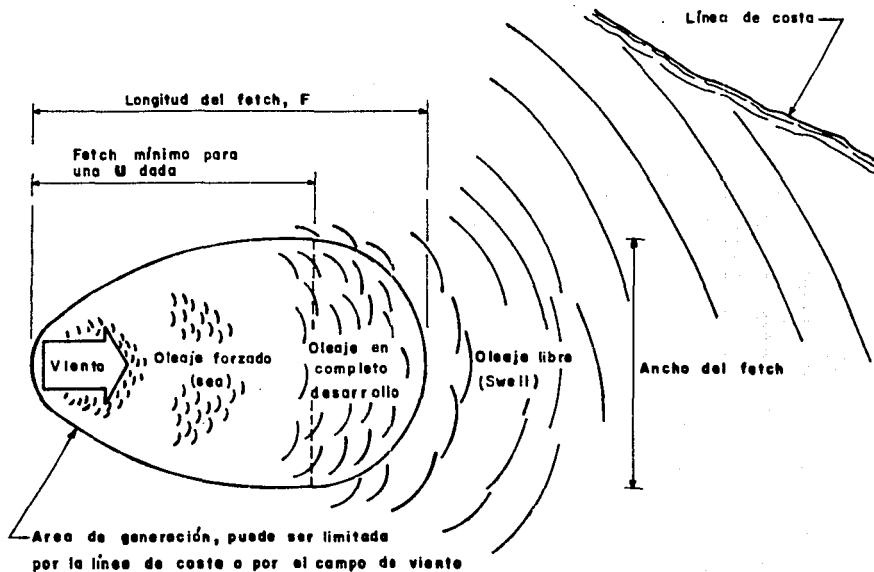


Fig. III. 9a.-

9/7

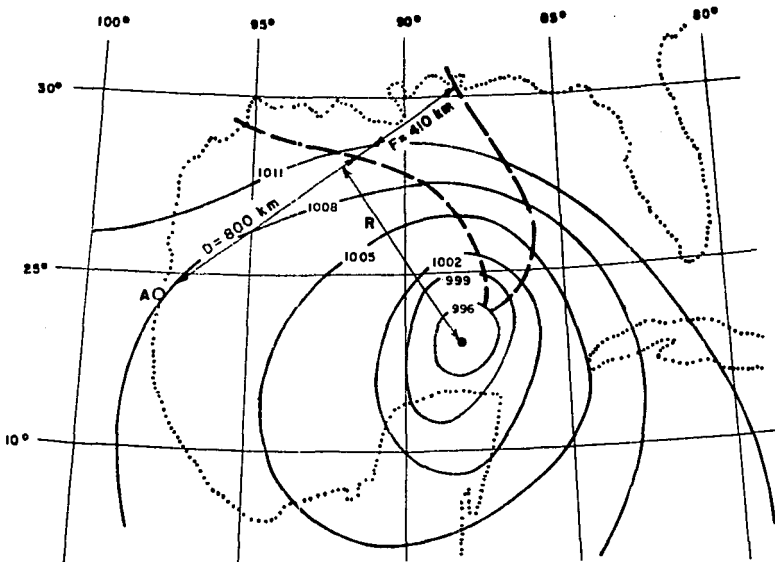


Fig. III. 9b.-

PUERTO PETROLERO-PETROQUIMICO DE DOS BOCAS, TAB.
 ESTUDIO DE ASITACION
 REGIMEN EXTREMAL DEL OLAJE

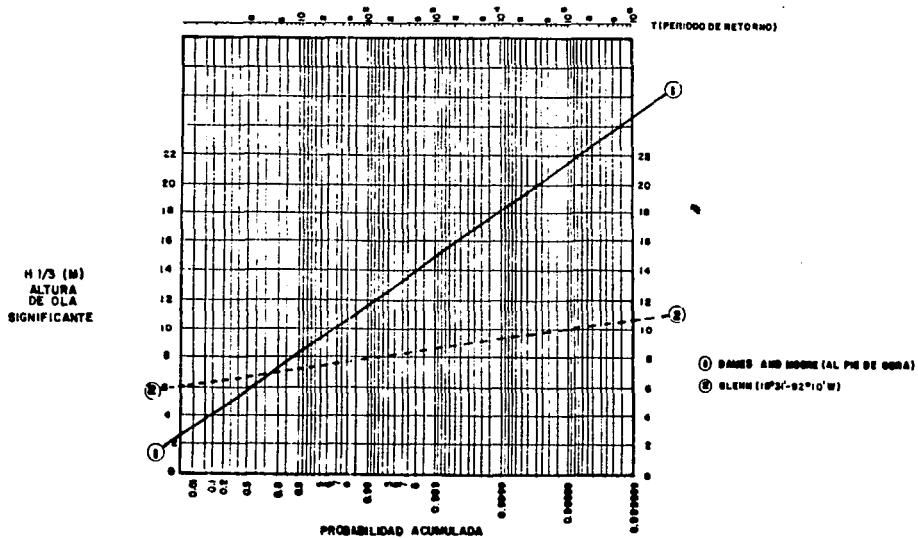


Fig. III. 10.-

ESTE SE LLEVO A CABO EN EL LABORATORIO DE HIDRAULICA MARITIMA DE DELFT, HOLANDA. POR MEDIO DE ESTE ESTUDIO REALIZADO EN 1980 SE LOGRO DETERMINAR LA LONGITUD Y DIRECCION NO SOLO DEL ROMPEOLAS ORIENTE, SINO TAMBIEN DEL PONIENTE, ASI COMO LAS PROFUNDIDADES Y PENDIENTES DE LOS DRAGADOS A REALIZAR.

LA FINALIDAD DE ESTE ANALISIS FUE LA DE DETERMINAR LO ANTERIOR, EN BASE A UNA AGITACION MINIMA PERMISIBLE, PARA QUE LOS BARCOS Y EN SI TODAS LAS OPERACIONES DEL PUERTO FUESEN REALIZABLES.

LOS ANTERIORES CRITERIOS DE DISEÑO PERMISIBLES SE PRESENTAN EN LA TABLA III.4.-

PARA EL ESTUDIO DE AGITACION SE CONSTRUYO UN MODELO TRIDIMENSIONAL EN ESCALA 1:100, LLEGANDOSE A MANEJAR HASTA TRES ARREGLOS DIFERENTES DE DIRECCIONES, LONGITUDES Y UBICACIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES MARITIMAS DEL PUERTO.

FUE ASI COMO EN ESA EPOCA SE DETERMINO EL ROMPEOLAS ORIENTE CON UNA LONGITUD DE 2,765 M, A PARTIR DE LA ESCOLLERA ORIENTE DEL PUERTO DE ABASTECIMIENTO, Y CONSTARIA DE UN PRIMER TRAMO DE 218 M CONTINUANDO EN LA DIRECCION NORTE-SUR A LA ESCOLLERA MENCIONADA, POSTERIORMENTE 314.5 M EN CURVA, QUE TIENE UNA DEFLEXION IZQUIERDA DE 60 Gr, ENSEGUIDA UN TRAMO RECTO DE 1,918 M EN LA DIRECCION N60W REMATANDO CON UN MORRO CURVO CON DEFLEXION PONIENTE, CUYA TERMINACION SE LOCALIZARIA SOBRE EL AREA DEL TALUD DE DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO DESPLANTADO A LA COTA -26 M.

ESTE ARREGLO DE LA ESCOLLERA ORIENTE PRESENTABA CIERTAS DESVENTAJAS, PRINCIPALMENTE CONSTRUCTIVAS, AUNQUE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE AGITACION NO ERA ASI; TALES COMO:

A) DADO QUE EL MORRO DEL ROMPEOLAS LLEGA HASTA EL LIMITE DE LA PLANTILLA DEL CANAL DE ACCESO, SE TENIA RIESGO PARA LA NAVEGACION.

B) LA CURVA DEL MORRO CON DEFLEXION HACIA EL CANAL DE ACCESO IMPEDIA AMPLIACIONES POSTERIORES A LA ZONA DE MUELLES.

C) EL PROYECTO DEL MORRO, CONSIDERABA DESPLANTARLO A LA COTA -26 M QUE IMPLICARIA ALTO GRADO DE DIFICULTAD, PUESTO QUE EL CANAL DE ACCESO SE DRAGARIA A LA -19 M Y EL AREA DE MUELLES A LA -17 M.

POR LO ANTERIOR EN 1985 SE REALIZO UNA REVISION AL PROYECTO EN EL MISMO LABORATORIO DE HIDRAULICA MARITIMA DE DELFT, PERO AHORA CON UN MODELO MATEMATICO UTILIZANDO DATOS ESTADISTICOS DEL OLEAJE QUE FUERON REGISTRADOS EN LA ESTACION OCEANOGRAFICA DE DOS BOCAS, TAB. DURANTE EL PERIODO DE 1981 A 1984.

EN ESTE ESTUDIO SE ANALIZARON CUATRO ALTERNATIVAS CON EL MORRO RECTO, ADEMAS DEL ARREGLO ANTERIOR (CURVO), APLICANDO UN PROGRAMA DE COMPUTADORA DENOMINADO "PHAROS", QUE INVOLUCRABA LOS EFECTOS DE REFRACCION Y DIFRACCION DEL OLEAJE. OBTENIENDOSE PORCENTAJES DE OPERATIVIDAD ACEPTABLES EN TODOS LOS CASOS, POR LO QUE SE SELECCIONO LA ALTERNATIVA DE MENOR LONGITUD, CON EL MORRO RECTO DESPLANTADO SOBRE EL TERRENO NATURAL, EN LA TABLA III.5.- SE PRESENTAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

PUERTO PETROLERO PETQUINICO DE DOS BOCAS, TAB.
ESTUDIO AGITACION
CRITERIOS DE DISEÑO PARBUQUETANQUES DE 250,000 T.P.N.
CONDICIONES

ZONAS EN EL PUERTO		VIENTO (KM/HR)	CORRIENTES (NUDOS)	OLEAJE (M)		% OPERATIVIDAD	
				FUERA	DENTRO	VIENTO	OLEAJE
CANAL DE ACCESO	EN LASTRE	55	.5	3.10		95.00	95.00
	EN CARGA	110	.5	4.10		99.90	99.00
AREA DE MANIOBRAS	EN LASTRE	55	.0	3.10	2	95.00	95.00
	EN CARGA	110	.0	4.10	2.50	99.90	95.00
ATRAQUE	EN LASTRE	75	0	4.10	2.20	99.00	99.00
	EN CARGA	110	0	4.60	2.50	99.90	99.50

PUERTO PETROLERO PETQUINICO DE DOS BOCAS, TAB.
ESTUDIO AGITACION
CRITERIOS DE DISEÑO PARBUQUETANQUES DE 250,000 T.P.N.
CONDICIONES

ZONAS EN EL PUERTO		VIENTO (KM/HR)	CORRIENTES (NUDOS)	OLEAJE (M)		% OPERATIVIDAD	
				FUERA	DENTRO	VIENTO	OLEAJE
CANAL DE ACCESO	EN LASTRE	55	.5	3.10		95.00	95.00
	EN CARGA	110	.5	4.10		99.90	99.00
AREA DE MANIOBRAS	EN LASTRE	55	.0	3.10	1	95.00	95.00
	EN CARGA	110	.0	4.10	1.50	99.90	95.00
ATRAQUE	EN LASTRE	75	.0	4.10	1.20	99.00	99.00
	EN CARGA	110	.0	4.60	1.50	99.90	99.00

TABLA III.4.- CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL ESTUDIO DE AGITACION

b/h

PUERTO PETROLERO PETROQUIMICO DE DOS BOCAS, TAB.

ESTUDIO DE AGITACION

MODIFICACION AL MORRO DEL ROMPEOLAS ORIENTE

ZONAS EN EL PUERTO	PUNTOS DE PRUEBA	OLA MAXIMA P/OPERACI- (H)	% DE OPERATIVIDAD OBTENIDA POR ALTERNATIVA					% DE OPERATI- VIDAD EN BA- SES DE DISEÑO
			CURVO 314H	RECTO 640H	RECTO 600H	RECTO 550H	RECTO 500H	
CANAL DE ACCESO	O	3.1	99.30	99.30	99.30	99.30	99.30	95.00
CANAL INTERIOR	H*	3.5	98.30	96.30	96.30	96.30	96.30	95.00
	H**	2.0	99.40	99.50	99.30	99.00	97.60	95.00
	J	2.0	99.90	99.99	99.90	99.90	99.90	95.00
MUELLES PETROLEROS	I	2.2	99.99	99.99	99.99	99.90	99.90	99.00
	B	2.2	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	99.00
	C	2.2	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	99.00

EFFECTUADA MEDIANTE MODELO MATEMATICO EN 1985

* SALIDA EN CARGA

** LLEGADA EN LASTRE

TABLA III.5.- RESULTADOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE AGITACION

2.- ANALISIS DE MANIOBRABILIDAD PARA DEFINIR LA LONGITUD MINIMA DEL ROMPEOLAS, TAL QUE EXISTA UNA DISTANCIA TAMBIEN MINIMA EN EL CANAL DE ACCESO PARA QUE LOS BARCOS PUEDAN DETENERSE Y SER ASISTIDOS POR LOS REMOLCADORES (FIG. III.11.-).

PARA ESTE ANALISIS, TAMBIEN SE LLEVO A EFECTO UN MODELO FISICO, CON EL QUE SE ESTUDIARON CONDICIONES DE VIENTO DE 15 M/SEG A 30 M/SEG Y OLEAJES DE 3.1 M A 4.1 M DE ALTURA CON DIRECCIONES NORTE Y NOROESTE PARA AMBOS FENOMENOS (VIENTO Y OLEAJE).

A PARTIR DE ESTE ESTUDIO DE CONCLUYO EN UNA LONGITUD DEL CANAL DE 1,200 M NECESARIOS PARA PASAR DE UNA VELOCIDAD DE 5 NUDOS AL MOMENTO DE ENTRAR AL CANAL DE ACCESO HASTA UNA VELOCIDAD DE 3 NUDOS, PARA POSTERIORMENTE EN OTROS 400 M PASAR DE ESOS 3 NUDOS DE VELOCIDAD A ALTO TOTAL FUNCIONANDO CON MAQUINAS EN MEDIA ATRAS (HALF ASTERN).

CON ESTO SE DETERMINO QUE ESTA LONGITUD NO ERA RESTRICTIVA EN EL DISEÑO.

3.- A PARTIR DE DEFINIR TANTO UBICACION, DIRECCION Y LONGITUD DEL ROMPEOLAS ORIENTE POR MEDIO DE LAS PRUEBAS ANTERIORES; SE LLEVO A CABO EL ESTUDIO Y ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LAS SECCIONES DEL MISMO.

ES DECIR, CUALES SERIAN LOS PESOS Y TAMAÑOS DE LOS ELEMENTOS COMPONENTES DEL ROMPEOLAS, ASI COMO LAS DIMENSIONES DE LAS SECCIONES DEL MISMO.

COMUNMENTE PARA LA DETERMINACION TEORICA DE ESTOS DETALLES ES UTILIZADA LA FORMULA DE HUDSON, LA CUAL FUE DESARROLLADA EN FORMA EMPIRICA Y A BASE DE ENSAYOS Y MEDICIONES EN DIVERSOS MODELOS, DICHA FORMULA ES LA SIGUIENTE:

$$W = \frac{(\delta s) \times (H^3)}{(Kd) (S_B - 1)^3 \cot \theta} \dots (1)$$

DONDE :

W = PESO DE UN ELEMENTO EN LA CAPA PRIMARIA O CORAZA

δs = PESO ESPECIFICO DE ELEMENTO QUE VA A FORMAR LA CORAZA, EN Kg/m³.

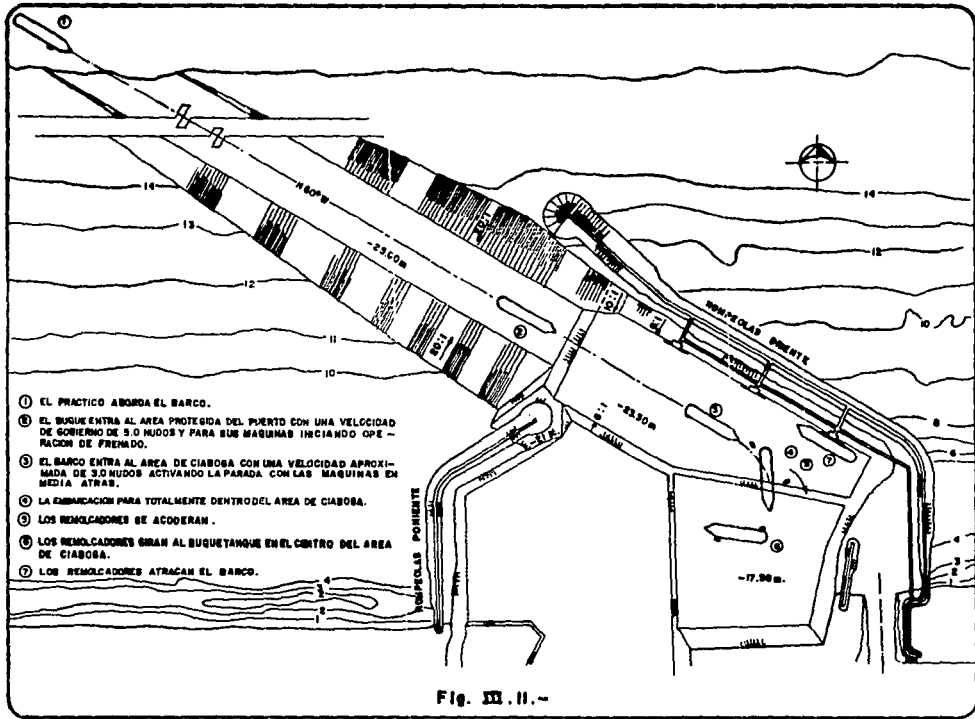
S_B = DENSIDAD DE SOLIDOS, IGUAL A $\delta s / \delta w$ DONDE δw ES EL PESO ESPECIFICO DEL AGUA EN EL CUAL ESTARA INMERSA LA ESCOLLERA, NO TIENE DIMENSIONES.

H = ALTURA DE LA OLA DE DISEÑO FRENTE A UNA SECCION O TRAMO DE ROMPEOLAS, EN M. SE TRABAJA CON LA OLA SIGNIFICANTE.

θ = ANGULO DE TALUD DE LA ESTRUCTURA CON RESPECTO A LA HORIZONTAL EN GRADOS.

K_d = COEFICIENTE DE ESTABILIDAD, CUYA OBTENCION EXPLICAMOS A CONTINUACION, ADIMENSIONAL.

Fig



LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCION DEL COEFICIENTE K_d SON:

- FORMA DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA ESCOLLERA, YA SEA PIEDRA O ELEMENTOS PREFABRICADOS.
- TIPO DE OLA QUE INCIDE SOBRE LA ESTRUCTURA; ROMPIENTE O NO ROMPIENTE.
- PARTE DE LA ESTRUCTURA QUE SE ESTA DISEÑANDO.
- ANGULO QUE FORMA EL TALUD DE LA ESTRUCTURA CON RESPECTO A LA HORIZONTAL.
- PORCENTAJE DE DAÑO ACEPTADO AL ACTUAR EL OLEAJE DE DISEÑO.

EN LA TABLA III.6.- SE INDICAN LOS VALORES DE K_d Y EN ELLOS SE CONSIDERA UN DAÑO ENTRE CERO Y CINCO POR CIENTO.

SI SE DESEA TOMAR EN CUENTA UN PORCENTAJE DE DAÑO MAYOR, EL VALOR DE K_d SE DETERMINA CON LA TABLA III.7.-

EN ESTA ULTIMA TABLA LOS VALORES DE K_d INDICADOS TIENEN COMO BASE LAS CONSIDERACIONES SIGUIENTES :

UNA VEZ DETERMINADO EL PESO DEL ELEMENTO EN LA CORAZA Y DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES INDICADAS EN LA TABLA III.8.- SE DISEÑA EL PESO DE LOS ELEMENTOS DE LA CAPA SECUNDARIA Y DEL NUCLEO, ESTO SE MUESTRA EN LA (FIG. III.12.-).

ESTOS TAMAÑOS RECOMENDADOS CUMPLEN CON LAS CONDICIONES DE FILTRO PARA EVITAR QUE SALGAN LOS ELEMENTOS DE LAS CAPAS INTERIORES.

LA PROFUNDIDAD DEL MAR A LO LARGO DE LA ESTRUCTURA VARIA DESDE CERO EN LA ZONA DEL ARRANQUE HASTA UNA PROFUNDIDAD MAXIMA FRENTE AL MORRO, Y COMO ESTA PROFUNDIDAD ES LA QUE DETERMINA LA ALTURA MAXIMA DEL OLEAJE, LA OLA DE DISEÑO TEORICAMENTE PARA CADA SECCION DE LA ESTRUCTURA VARIARA DE UN MAXIMO VALOR FRENTE AL MORRO, A CERO CERCA DEL ARRANQUE. POR LO TANTO, EL TAMAÑO TEORICO DE LOS ELEMENTOS DE ROCA PODRA VARIAR DE SECCION A SECCION. ESTA VARIACION CONTINUA DE TAMAÑOS NO ES PRACTICA, DESDE EL PUNTO DE VISTA CONSTRUCTIVO, SIN EMBARGO PERMITE UTILIZAR ADECUADAMENTE TODOS LOS TAMAÑOS DE ROCA OBTENIDOS EN EL BANCO DE ROCA.

PARA DIMENSIONAR LA SECCION TRANSVERSAL DEBE TOMARSE EN CUENTA LOS SIGUIENTES FACTORES :

- A) ANCHO DE LA CORONA.
- B) ELEVACION DE LA CORONA, Y
- C) ESPESOR DE LA CORONA Y DE LA CORAZA SECUNDARIA Y NUMERO DE LOS ELEMENTOS DE LA CORAZA.

A) ANCHO DE LA CORONA

EL ANCHO MINIMO CONSTRUCTIVO DE LA CORONA TANTO DE LA CORAZA COMO DE LA CAPA SECUNDARIA, SE DETERMINA MEDIANTE :

$$B = n K \left(\frac{w}{5s} \right)^{1/3} \dots\dots (2)$$

TIPO DE ELEMENTO EN LA CORAZA	n (1)	COLOCACION	CUERPO (TRONCO) DE LA ESCOLLERA Kd		NORRO DE LA ESCOLLERA Kd		TALUD COT. e
			OLA ROMPIENTE	OLA NO ROMPIENTE	OLA ROMPIENTE	OLA NO ROMPIENTE	
ROCA DE CANTERA LISA Y REDONDEADA RUGOSA Y ANGULOSA	2	AZAR	2.1	2.4	1.7	1.9	1.5 A 3.0 (5) (5)
	> 3	AZAR	2.8	3.2	2.1	2.3	
	1	AZAR	(2)	2.9	(2)	2.3	
RUGOSA Y ANGULOSA	2	AZAR	3.5	4.0	2.9 2.5 2.0	3.2 2.8 2.3	1.5 2.0 3.0
RUGOSA Y ANGULOSA	> 3	AZAR	3.9	4.5	3.7	4.2	(5)
	2	AZAR ESPECIAL (3)	4.8	5.5	3.5	4.5	(5)
TETRAPODO Y CUADRIPODO	2	AZAR	7.2	8.3	5.9 5.5 3.7	6.6 6.1 4.1	1.5 2.0 3.0
TRIBAR	2	AZAR	9.0	10.4	8.3 7.8 7.0	9.0 8.5 7.7	1.5 2.0 3.0
DOLOS	2	AZAR	22.0 (6)	25.0 (6)	15.0 13.5	16.5 15.0	2.0 (7) 3.0
CUBO MODIFICADO	2	AZAR	6.8	7.8	—	5.0	(5)
HEXAPODO	2	AZAR	8.2	9.5	5.0	7.0	(5)
TRIBAR	1	UNIFORME	12.0	15.0	7.5	9.5	(5)

TABLA III.6.- VALORES RECOMENDADOS DE Kd PARA DETERMINAR EL PESO DE LAS UNIDADES DE CORAZA (CRITERIO SIN DAÑO Y MINIMA EROSION, SEGUN CERC)

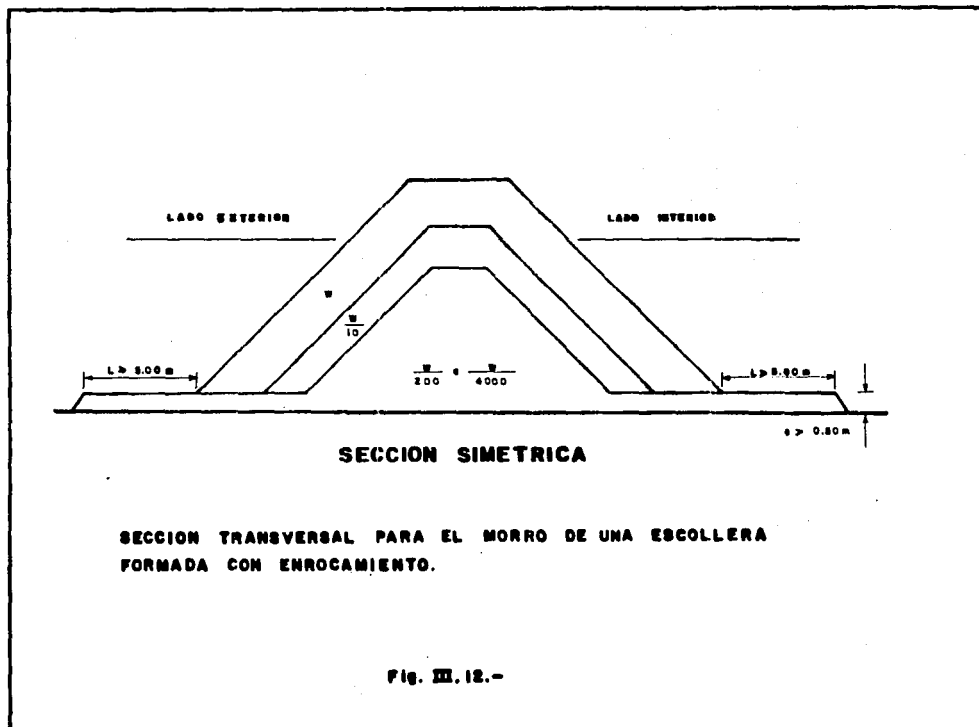
- (1) NUMERO DE ELEMENTOS DE LA CAPA DE CORAZA
- (2) EL USO DE UNA CAPA DE CORAZA FORMADA CON UN SOLO ELEMENTO DE ROCA SUJETA A OLAS ROMPIENTES NO ES RECOMENDADA Y SOLO BAJO CONDICIONES ESPECIALES PARA OLAS NO ROMPIENTES. CUANDO SE ENPLEE LAS ROCAS SE DEBEN COLOCAR CUIDADOSAMENTE.
- (3) COLOCACION ESPECIAL CON EL EJE LONGITUDINAL DE LA ROCA PUESTO EN DIRECCION PERPENDICULAR AL PARAMENTO DE LA ESCOLLERA.
- (4) APLICABLE EN TALUDES COMPRENDIDOS ENTRE 1.5:1 Y 5:1
- (5) HASTA NO TENER MAS INFORMACION DISPONIBLE ACERCA DE LA VARIACION DE Kd CON RESPECTO AL TALUD, EL USO DE Kd DEBERIA LIMITARSE A TALUDES COMPRENDIDOS ENTRE 1.5:1 Y 3:1. ESTO SE DEBE A QUE LOS RESULTADOS DE ALGUNAS PRUEBAS INDICAN DEPENDENCIA DEL VALOR DE Kd CON EL TALUD.
- (6) DATOS DISPONIBLES UNICAMENTE PARA TALUDES 2:1.
- (7) PENDIENTES MAYORES DE 2:1 NO SON RECOMENDABLES EN LA ACCIDENTALIDAD.

TIPO DE ELEMENTO		DAÑOS EN PORCENTAJE (D)						
		0a5	0a10	10a15	15a20	20a30	30a40	40a50
ROCA DE CANTERA (LISA)	$H/H_D=0$	1.00	1.08	1.14	1.20	1.29	1.41	1.54
	Kd	2.4	3.0	3.6	4.1	5.1	6.7	8.7
ROCA DE CANTERA (RUGOSA)	$H/H_D=0$	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	1.56
	Kd	4.0	4.9	6.6	8.0	10.0	12.4	15.0
TETRAPO- DO Y CUA DRIPADO	$H/H_D=0$	1.00	1.09	1.147	1.24	1.32	1.41	1.50
	Kd	8.3	10.8	13.4	15.9	19.2	23.4	27.8
TRIBAR	$H/H_D=0$	1.00	1.11	1.25	1.36	1.50	1.59	1.64
	Kd	10.4	14.2	19.4	26.2	35.2	41.8	45.9

TABLA III.7.- VALORES DE Kd EN FUNCION DEL DAÑO SOBRE CORAZA Y EL TIPO DE ELEMENTO UTILIZADO.

CAPA O ZONA	PESO TEORICO	PESOS REALES COMPRENDIDOS ENTRE :
CORAZA	$\frac{W}{2}$	$(1.25 \text{ Y } 0.75) \frac{W}{2}$
SECUNDARIA	$\frac{W}{10} + \frac{W}{20}$	$(1.30 \text{ Y } 0.70) \frac{W}{10} + \frac{W}{20}$
NUCLEO	$\frac{W}{200} + \frac{W}{4000}$ $\frac{W}{400} + \frac{W}{6000}$	$\frac{W}{400} + \frac{W}{6000}$ $\frac{W}{400} + \frac{W}{6000}$

TABLA III.8.- GRADUACION DE TAMAÑOS



DONDE :

n = ES EL NUMERO DE ELEMENTOS; EL MAXIMO RECOMENDADO ES DE TRES.
K = COEFICIENTE DE CAPA; SE OBTIENE DE LA TABLA III.9

w = ES EL PESO DE UN ELEMENTO EN LA CORONA, EN Kgf.
SE CALCULA CON LA ECUACION 1.

@s = PESO ESPECIFICO DEL ELEMENTO, EN Kgf/M3. EL COEFICIENTE **w/@s**
ES EL VOLUMEN DE UN ELEMENTO

B) ELEVACION DE LA CORONA

LA ELEVACION DE LA CORONA QUEDA DETERMINADA ENTRE OTRAS CAUSAS POR:

- LA NECESIDAD DE EVITAR EL PASO DE LA OLA SOBRE LA CORONA; CONOCIENDO EL ALCANCE MAXIMO DEL OLEAJE SE RESUELVE.

- EL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION; LA ESCOLLERA SE CONSTRUYE FORMANDO PARCIALMENTE LA SECCION TRANSVERSAL DE TIERRA HACIA EL MAR, PARA ELLO SE AVANZA DEJANDO TERMINADA LA TOTALIDAD DE LAS CAPAS BAJO UN DETERMINADO NIVEL QUE PUEDE SER LA LINEA AA' O LA LINEA BB' MOSTRADA EN LA (FIG. III.6.-), ES DECIR, LA SECCION QUEDA TERMINADA EN UN PRIMER AVANCE HASTA EL NIVEL DE LA CORONA DEL NUCLEO O DE LA CAPA SECUNDARIA. CUALQUIERA QUE SEA LA LINEA O EL NIVEL SELECCIONADO, QUEDARA A UNA DISTANCIA **ch** SOBRE EL NIVEL DE LA PLEAMAR MEDIA SUPERIOR (NPMS); EL VALOR DE **ch** ES APROXIMADAMENTE IGUAL A 0.50 M., CON LO QUE SE LOGRA TRABAJAR ADECUADAMENTE SIEMPRE QUE EL OLEAJE SEA PEQUEÑO; SOBRE ESA ELEVACION SE COLOCA UNA CAPA DE REZAGA QUE PERMITA EL TRANSITO DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION.

UNA VEZ QUE SE HA CONSTRUIDO LA ESCOLLERA EN LA FORMA INDICADA, SE PROCEDE A TERMINAR LA ESCOLLERA AVANZANDO DESDE EL MORRO HACIA EL ARRANQUE; ES DECIR, EN SENTIDO CONTRARIO AL ANTERIOR. ESA TERMINACION CONSISTE EN LA FORMACION DE LA CORONA DE LA CORAZA Y CAPA SECUNDARIA.

POR LO ANTES MENCIONADO, EL NIVEL DE LA CORONA DEPENDE DE LA ELEVACION DEL NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR, DE LA ELEVACION DEL PLANO DE CONSTRUCCION DE LA PRIMERA ETAPA Y DE LOS ESPESORES DE LA CORAZA Y CAPA SECUNDARIA.

C) ESPESOR DE LA CORAZA Y DE LA CAPA SECUNDARIA Y NUMERO DE ELEMENTOS DE LA CORAZA

EL ESPESOR "E" YA SEA DE LA CORAZA O DE LA CAPA SECUNDARIA, SE DETERMINA CON UNA ECUACION SEMEJANTE A LA No. (2), PERO AHORA "n" ES EL NUMERO DE CAPAS, QUE FORMAN EL ESPESOR Y QUE GENERALMENTE ES IGUAL A DOS.

$$E = n K \left(\frac{w}{8s} \right)^{1/3} \dots\dots (3)$$

EL NUMERO DE ELEMENTOS DE UN AREA "A" DEL TALUD, ESTA DADO POR :

$$N = n K \left(1 - \frac{P}{100} \right) \left(\frac{5s}{w} \right)^{2/3} A \dots\dots (4)$$

DONDE :

- N = ES EL NUMERO DE ELEMENOS
- A = AREA DE LA CAPA; GENERALMENTE SE ESCOGE UN AREA UNITARIA DE DIEZ A CIEEN METROS CUADRADOS.
- n = NUMERO DE ELEMENOS QUE FORMAN LA CAPA
- P = POROSIDAD EN PORCENTAJE (TABLA III.9.-)
- W = PESO DE LOS ELEMENOS QUE FORMAN LA CORAZA (ECUACION NO. 1)

CON LAS BASES ANTERIORES SE DEFINE, LLAMENOSLE EN UNA PRIMERA APROXIMACION, LOS PESOS Y TAMAÑOS DE LOS ELEMENOS, ASI COMO LAS DIMENSIONES QUE NOS DEFINEN LA SECCION O SECCIONES DEL ROMPEOLAS (NIVELES DE CORONAMIENTOS, ESPESORES DE LAS DIFERENTES CAPAS, ANCHOS DE CORONAS, ETC.)

PERO ES CONVENIENTE, SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, Y ESTO DEPENDERA DE LA IMPORTANCIA DE LA ESTRUCTURA, EFECTUAR PRUEBAS FISICAS CON MODELOS MARITIMOS PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO CON MAYOR APROXIMACION, PARA ELLO SE HACE USO DE LAS TEORIAS DE SIMILITUD.

FUE ASI QUE PARA EL DISEÑO DEL ROMPEOLAS ORIENTE, TAMBIEN SE ESTUDIO UN MODELO FISICO EN EL LABORATORIO DE HIDRAULICA MARITIMA DE DELFT, HOLANDA. EL PRIMER ESTUDIO REALIZADO EN EL MENCIONADO LABORATORIO FUE EN 1980.

LAS CONSIDERACIONES TOMADAS EN CUENTA PARA EL DISEÑO FUERON: UNA VIDA UTIL DE 50 AÑOS DEL ROMPEOLAS, EL PERIODO DE RETORNO DE LA TORMENTA DE DISEÑO FUE DE 500 AÑOS; DETERMINANDOSE PARA LAS PRUEBAS DE ESTABILIDAD UNA OLA SIGNIFICANTE DE 8.2 M, LOS DATOS ANTERIORES DEDUCIDOS A PARTIR DE LA INFORMACION OCEANOGRAFICA CON QUE SE CONTABA EN ESE ENTONCES (DAMES & MORE Y GLENN).

DE ESTA MANERA SE REALIZARON DOS TIPOS DE MODELOS HIDRAULICOS; UNO TRIDIMENSIONAL PARA ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL MORRO Y OTRO BIDIMENSIONAL PARA EL ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TRONCO DEL ROMPEOLAS.

EL PRIMER ESTUDIO TRIDIMENSIONAL REALIZADO EN 1980 CONSIDERABA EL MORRO CURVO COMO SE VIO EN EL ESTUDIO DE AGITACION, POR ELLO EN ESA EPOCA SE ANALIZO EL MORRO CON ESA FORMA (FIG. III.13.-), DEFINIENDO SIETE SECCIONES Y DETERMINANDO EL PORCENTAJE DE AVERIAS COMO EL COCIENTE DE PIEZAS QUE SON DESPLAZADAS POR EL OLEAJE ENTRE EL NUMERO TOTAL DE PIEZAS QUE FORMAN ESE TRAMO.

DE TAL MANERA, UNA PRIMERA SERIE DE ENSAYOS "A" (TABLA III.10.-) DONDE EL PESO DE CADA ELEMENTO ES DE 62.2 TON. CON LA CONDICION EXTREMA DE OLEAJE DE 8.0 M DE ALTURA Y PERIODO DE 13.5 SEGUNDOS, DESPLANTADO A LA COTA -13 M (NBNN) Y UNA PENDIENTE DEL CANAL DE ACCESO DE 15:1, DIO COMO RESULTADO UN PROMEDIO DE 16.24% DE AVERIAS.

ELEMENTOS DE CORAZA	n	COLOCACION	COEFICIENTE DE CAPA K	POROSIDAD (P) EN PORCENTAJE
ROCA DE CANTERA (LISA)	2	VOLTEO	1.02	38
ROCA DE CANTERA(RUGOSA)	2	VOLTEO	1.15	37
ROCA DE CANTERA(RUGOSA)	>3	VOLTEO	1.10	40
CUBO MODIFICADO	2	VOLTEO	1.10	47
TETRAPODO	2	VOLTEO	1.04	50
CUADRIPODO	2	VOLTEO	0.95	49
HEXAPODO	2	VOLTEO	1.15	47
TRIBAR	2	VOLTEO	1.02	54
DOLOS	2	VOLTEO	1.00	63
TRIBAR	1	UNIFORME	1.13	47

TABLA III.9.- COEFICIENTE DE CAPA Y POROSIDADES DE VARIOS TIPOS DE ELEMENTOS PARA CORAZA.

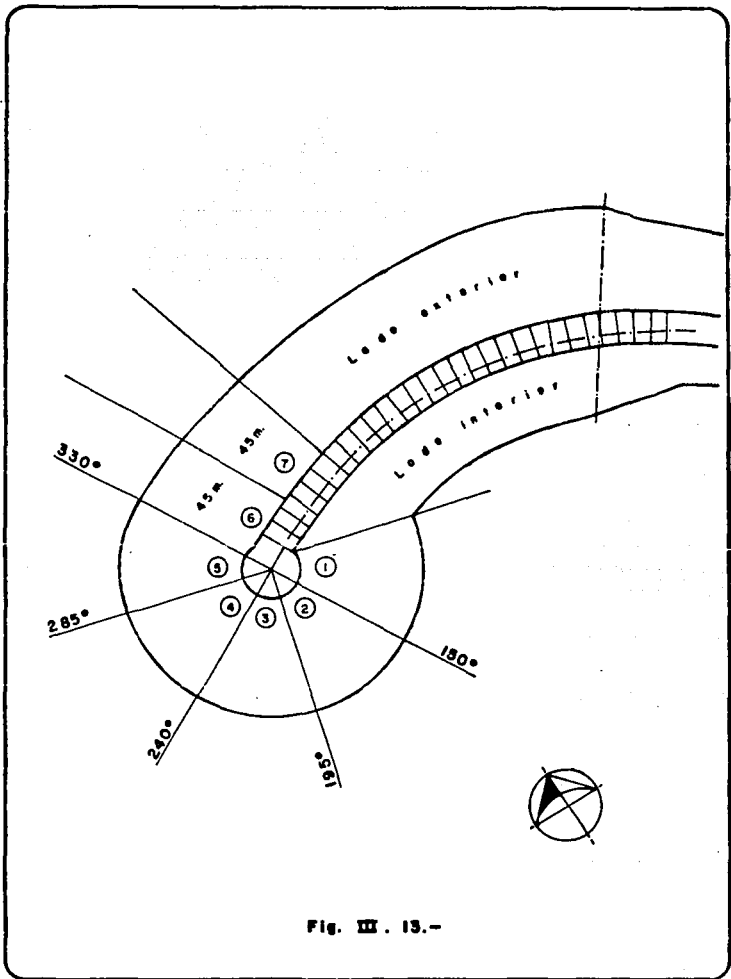


Fig. III. 13.-

UN SEGUNDO GRUPO DE ENSAYOS CON PESO MAYOR DE LOS ELEMENTOS DE 94.9 TON., DIO UN 10.6% DE DEGRADACIONES PARA LA CONDICION EXTREMA DE $H_s = 8$ M.

DEBE ACLARARSE QUE SE ESTABLECIO COMO BASE DE DISEÑO PARA EL PROYECTO UNA DEGRADACION NO MAYOR AL 5% EN EL MORRO.

ASI, UNA TERCERA SERIE DE ENSAYOS, AUNQUE UTILIZANDO ELEMENTOS DE 62.2 TON. DE PESO Y UNA ALTURA DE OLA EXTREMA DE 8.4 M. PERO, COLOCÁNDOLE BERMAS Y DELANTAL A LA SECCION DEL MORRO, DIO UN 5.92% DE AVERIAS.

ESTO DIO LA PAUTA QUE RIGIO AL DISEÑO DEL PROYECTO DEL RONPEOLAS; CONSTRUIRLE ADICIONALMENTE DELANTAL Y BERMAS A TODAS LAS SECCIONES.

LOS DEMAS ENSAYOS CONSIDERARON DESPLANTAR EL MORRO DESDE LA COTA -26 M. Y SE DIFERENCIARON ENTRE SI, EN LA VARIACION DE LOS PESOS DE LOS ELEMENTOS, LA FORMA DE ESTOS (BLOQUE, CUBO O TETRAPODO) Y EN LA PENDIENTE DEL CANAL DE ACCESO (20:1, 15:1).

EN ESA EPOCA SE DEFINIO EL MORRO DE ESTA FORMA, O SEA CURVO CON DIRECCION HACIA EL EJE DEL CANAL DE ACCESO, CON ELEMENTOS DE 62.2 TON. Y EN FORMA DE CUBO MODIFICADO (IGUALES A LOS UTILIZADOS EN EL PUERTO DE ANZIFER, FRANCIA), CON PENDIENTE DEL CANAL DE ACCESO DE 15:1 Y CONSTRUYENDO ADICIONALMENTE DELANTAL Y BERNA A LAS SECCIONES.

AHORA BIEN, COMO SE COMENTO EN EL INCISO NUMERO UNO (ANALISIS DE AGITACION) EL MORRO CURVO Y DESPLANTADO EN LA COTA -26 M PRESENTABA INCONVENIENTES. POR LO TANTO, EN 1985 SE REVISO TANTO EL ESTUDIO DE AGITACION COMO EL DE ESTABILIDAD. DETERMINÁNDOSE POR MEDIO DE OTRO MODELO FISICO (1:49) CON DATOS DE LA ESTACION OCEANOGRAFICA DE DOS BOCAS (PERIODO DE 1981 A 1984) UNA ALTURA DE OLA DE 8.25 M Y PERIODOS DE 11.5 Y 13 SEGUNDOS; ALARGAR EL RONPEOLAS ORIENTE EN SENTIDO RECTO 500 M.

SIENDO LOS ULTIMOS 100 M DE LONGITUD PROPIAMENTE EL MORRO, FORMANDO LA CORAZA CON DOS CAPAS DE CUBOS MODIFICADOS DE 65 TON., EN TALUD 2:1; Y UN TRONCO ADICIONAL DE 400 M, CON CUBOS DE 40 TON. EN EL LADO EXTERIOR Y DE 30 TON. EN LA PARTE INTERIOR, ADENAS TODO DESPLANTADO SOBRE EL TERRENO NATURAL.

ESTE ESTUDIO REGISTRO PORCENTAJES DE AVERIAS MENORES A LAS DE ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.

PARA DEFINIR LAS SECCIONES DEL TRONCO DEL RONPEOLAS SE LLEVO A CABO UN ESTUDIO POR MEDIO DE UN MODELO BIDIMENSIONAL, CON SECCIONES DESPLANTADAS EN LAS COTAS -13 M Y -11 M (NBMM= NIVEL DE BAJA MAR MEDIO).

EN CADA SECCION SE ANALIZO UN ESPECTRO DE OLEAJE CON CINCO DIFERENTES ALTURAS DE OLA MAXIMA RONPIENTE.

PARA ESTE ANALISIS SE DEFINIO UN PORCENTAJE DE AVERIAS PERMISIBLE DEL 3%, Y EN FUNCION DEL PORCENTAJE DE DAÑOS OBTENIDOS DE DICHO ANALISIS SE OBTUVO UNA GRAFICA QUE INVOLUCRA EL PORCENTAJE DE AVERIAS RELACIONADO CON EL PESO DE LOS ELEMENTOS Y LA PROFUNDIDAD A LA QUE ESTA DESPLANTADA LA SECCION (FIG. III.14.-).

PESO DE ELEMENTOS vs % AVERIAS

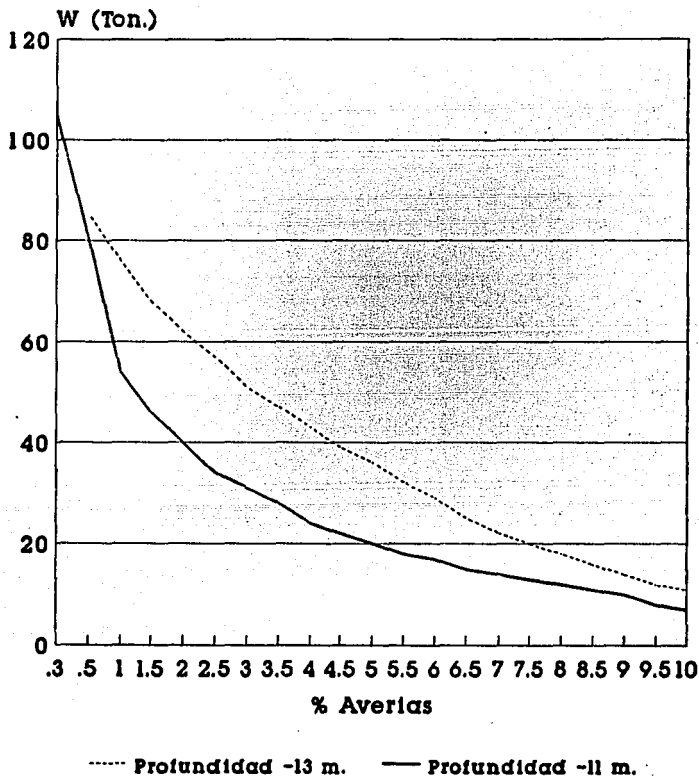


Fig. III.14

DE DICHA GRAFICA SE OBTIENE PARA UN PORCENTAJE DEL 3% DE AVERIAS, UN PESO DE CADA ELEMENTO DE 30 TON. PARA LA COTA DE DESPLANTE DE -11 M, Y PARA LA COTA -13 M UN PESO DE 50 TON., TAMBIEN CUANDO SE TENGA UN 3% DE AVERIAS.

ADENAS, SE DEDUJO EL PESO DE LOS CUBOS A LA COTA -8 M (-9.5 M CON MAREA) EN BASE A TEORIAS DE SIMILITUD Y CON LOS DATOS OBTENIDOS DE ENSAYO EN LAS COTAS -13 M (-14.5 M CON MAREA) Y -11 M (-12.5 M CON MAREA).

$$E(-8.0) = E(-13.0) \times \frac{9.5}{14.5} = 0.66 E(-13.0)$$

ANALOGAMENTE

$$E(-8.0) = E(-11.0) \times \frac{9.5}{12.5} = 0.76 E(-11.0)$$

EL PESO EQUIVALENTE CON RESPECTO A LOS CUBOS DE 50 TON. Y DE 30 TON., Y CONSIDERANDO QUE LA ESCALA ES EN TRES DIMENSIONES

$$P = 50.0 (0.66)^3 = 14.5 \text{ TON.}$$

$$P = 30.0 (0.76)^3 = 13.2 \text{ TON.}$$

POR LO QUE SE CONSIDERA A LA COTA -8.0 M EL PESO DE 14.0 TON., QUE COINCIDE CON LA GRAFICA (FIG. III.15.-) CUANDO SE TIENE UN 3% DE AVERIAS EN ESA COTA.

ASI TAMBIEN SE RELACIONO LA COTA DEL FONDO MARINO CON RESPECTO AL PESO DE LOS ELEMENTOS (FIG. III.16.-).

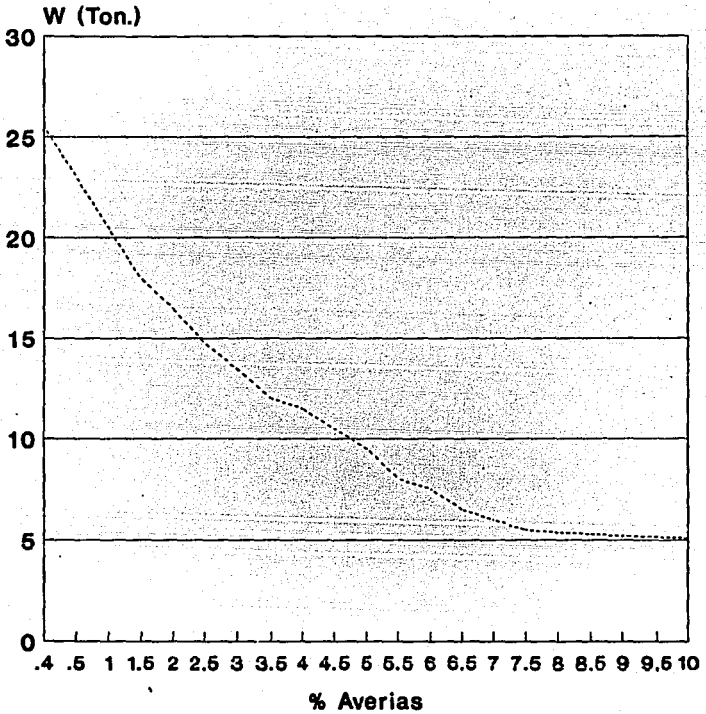
DE LA MANERA ANTERIOR FUERON DEFINIDOS LOS DIFERENTES PESOS DE LOS ELEMENTOS QUE SE COLOCARIAN EN LA CORAZA DEL ROMPEOLAS; ESTO PARA SEIS SECCIONES DIFERENTES A LO LARGO DEL MISMO, APARTE LA SECCION DEL MORRO QUE SE DEFINIO EN BASE AL ESTUDIO TRIDIMENSIONAL.

LOS ELEMENTOS DE LAS CAPAS INTERIORES DEL ROMPEOLAS, EN TODAS SUS DIFERENTES SECCIONES, FUERON DEFINIDOS EN BASE A LOS PESOS DE LAS CORAZAS COMO SE INDICO ANTERIORMENTE.

EN LO QUE RESPECTA A LAS DIMENSIONES, COTAS Y EN SI TODOS LOS COMPONENTES DE LOS DELANTALES Y BERNAS SE DEFINIERON EN BASE A LOS ESTUDIOS BIDIMENSIONALES Y TRIDIMENSIONALES.

SE PRESENTA A CONTINUACION UN DIAGRAMA GENERAL QUE TRATA DE MOSTRAR LOS FACTORES MAS REPRESENTATIVOS QUE SON INVOLUCRADOS EN LA REALIZACION DE UN DISEÑO DE ROMPEOLAS (FIG. III.17.-).

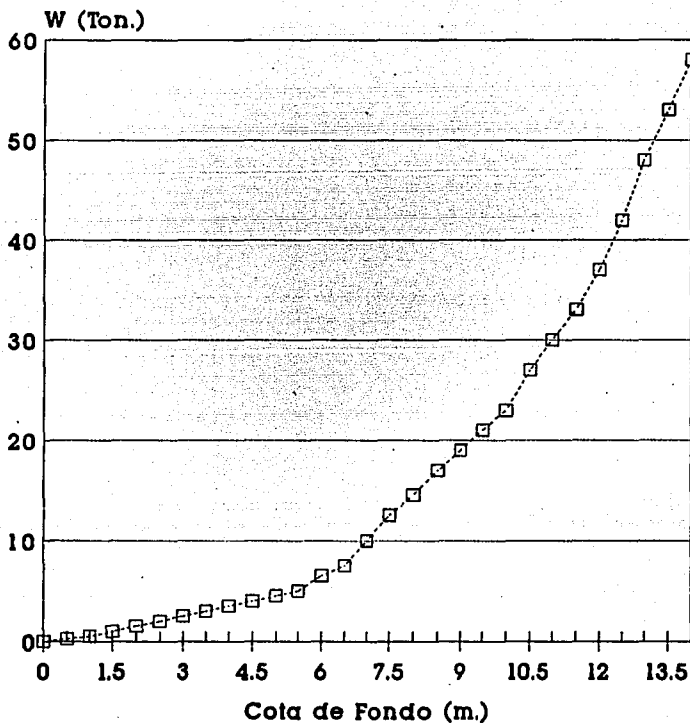
PESO DE ELEMENTOS vs % AVERIAS



----- Profundidad - 8 m.

Fig. III.15

PESO DE ELEMENTOS vs COTA DE FONDO

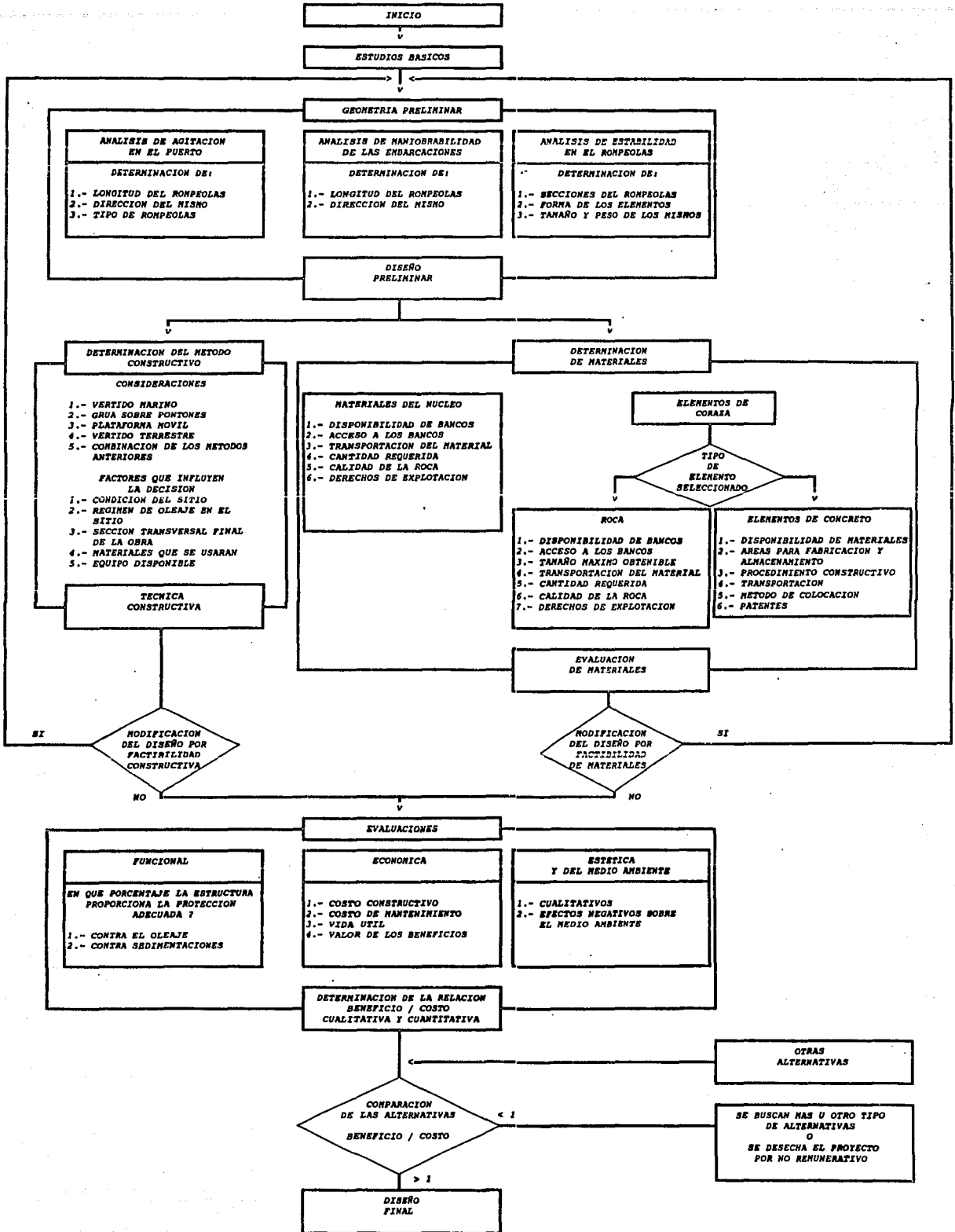


--□-- Talud 2 : 1

Fig. III.16

FIG. III.17.-

DIAGRAMA DE FLEJO PARA
DISEÑO DE ROMPEOLAS



III.4.- CARACTERISTICAS DEL ROMPEOLAS ORIENTE

EL DISEÑO DEL ROMPEOLAS ORIENTE FUE CONCEBIDO CON LA FINALIDAD PRIMORDIAL DE FORMAR UNA PROTECCION PERMANENTE CONTRA LOS EMBATES DEL OLEAJE, A FIN DE CONTAR EN FORMA ARTIFICIAL CON UN AREA DE CALMA, EN LAS QUE SE PUEBAN REALIZAR DE UNA MANERA SEGURA LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE LOS BUQUES. PARA ESTE CASO, EL ROMPEOLAS DEBERA SER CAPAZ DE RESISTIR DURANTE SU VIDA UTIL, LA ENERGIA DEL OLEAJE Y ADEMAS DE QUE TAL ESTRUCTURA SEA LO SUFICIENTEMENTE IMPERMEABLE PARA IMPEDIR QUE SE TRANSMITAN A LA ZONA ABRIGADA DEL PUERTO, LAS FLUCTUACIONES DEL NIVEL DEL MAR. LA SOLUCION ECONOMICA OBTENIDA FUE LA DE UN ROMPEOLAS A TALUD, FORMADO POR DOS ELEMENTOS BASICOS, QUE SON : LA CORAZA Y EL NUCLEO.

LAS CARACTERISTICAS DEL ROMPEOLAS EN CUANTO AL TIPO DEL MATERIAL UTILIZADO, LAS DIMENSIONES DE SUS SECCIONES Y LA LONGITUD, SON EL RESULTADO DE LOS ESTUDIOS EFECTUADOS PARA QUE LA ACCION DE LAS FUERZAS ACTUANTES Y LA AGRESIVIDAD DEL MEDIO AMBIENTE EN EL ROMPEOLAS, NO LO HAGAN PERDER SU INTEGRIDAD.

ESTA ESTRUCTURA TIENE UNA LONGITUD DE 2,765 M. CONTADOS A PARTIR DE LA ESTACION 0+368 EN QUE TERMINA LA ESCOLLERA ORIENTE DEL PUERTO DE ABASTECIMIENTO. EN SU PRIMER TRAMO TIENE UN RUMBO ASTRONOMICO DE CERO GRADOS 00 MINUTOS Y UNA LONGITUD DE 218 METROS. CONTINUA DESPUES HACIA EL NOROESTE, SIGUIENDO UNA CURVA IZQUIERDA DE 314 M. DE LONGITUD. Y 300 M. DE RADIO HASTA ALCANZAR EL RUMBO NORTE 60 GRADOS A LO LARGO DE UNA TANGENTE DE 1,918.5 M. QUE TERMINA EN LA ESTACION 2+818.5 A PARTIR DE LA CUAL SE CURVA HACIA EL PONIENTE EN UNA LONGITUD DE 314.5 M. HASTA LA ESTACION 3+133. EN QUE REHATA EN UN NORRO DESPLANTADO A LA BATIMETRICA 30 M.

A LO LARGO DE LA ESTRUCTURA VAN A ESTAR ACTUANDO DIFERENTES CONDICIONES DE OLEAJE EN BASE A LAS PRUEBAS EN MODELO BIDIMENSIONAL Y TRIDIMENSIONAL, SE DETERMINO QUE A PARTIR DE LA ESTACION 0 + 368 O SEA DONDE TERMINA LA ESCOLLERA ORIENTE DEL PUERTO DE ABASTECIMIENTO, EL ROMPEOLAS SE DIVIDIRA EN SEIS SECCIONES DIFERENTES, CON LA UNICA DIFERENCIA ENTRE SECCION Y SECCION DE LAS DIMENSIONES Y EL PESO DE LOS ELEMENTOS QUE LA COMPONEN. (FIG. III.18.-).

OLVIDANDONOS DE QUE EXISTEN DIFERENTES SECCIONES Y TOMANDO UNA SECCION A LA QUE LLAMAREMOS SECCION TIPO (FIG. III.19.-). VEREMOS LAS PARTES QUE INTEGRAN EL ROMPEOLAS. A CADA LADO DEL ROMPEOLAS ENCONTRAMOS LOS TALONES DE ATRAQUE, LOCALIZADOS AL PIE DE LA CORAZA Y QUE TIENEN LA DOBLE FUNCION DE APOYO A ESTAS ULTIMAS; CONFINANDO LA TOTALIDAD DE LA ESTRUCTURA Y, ACTUAN COMO DEFENSA CONTRA LA EROSION EN LA BASE DE LOS TALUDES DE LA HISNA.

ESTOS TALONES SON DESPLANTADOS SOBRE UNAS FAJINAS DE MATERIAL SINTETICO, CUYA FINALIDAD ES LA DE TRABAJAR COMO FILTRO, EVITANDO ASI LA FUGA DE MATERIAL FINO.

ESTAS FAJINAS SON DE 36 M. DE ANCHO EN EL LADO MAR Y DE 15 M. EN LADO PUERTO; CADA UNA DE LAS FAJINAS SE COLOCARA EN SU LUGAR Y SE LASTRARA CON DOS CAPAS DE ROCA, LA PRIMERA CON UN PESO DE 350 KG/M2. Y FORMADA POR ROCA TODO UNO, LIMITANDO A 250 KG. EL PESO MAXIMO DE ESTE TIPO DE ROCA; LA SEGUNDA CAPA, TAMBIEN DE 350 KG/M2. ESTARA FORMADA POR ROCA TIPO DOS (DE 0.25 A 0.35 TON. POR PIEZA).

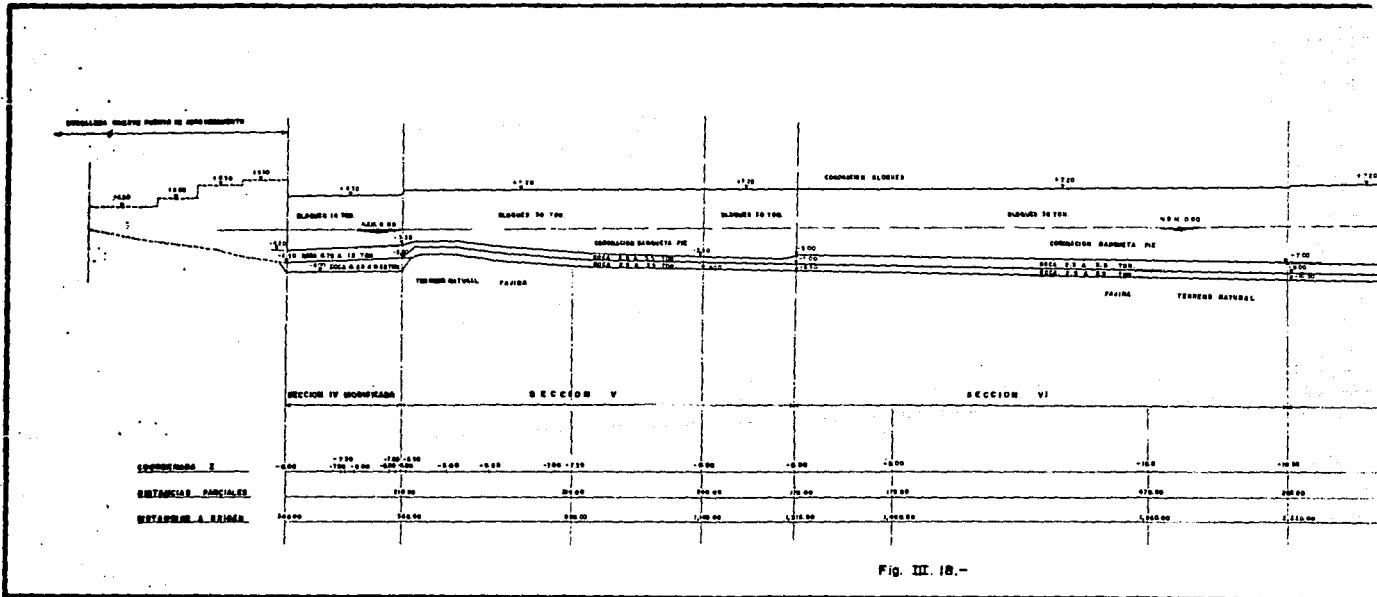


Fig. III. 18.-

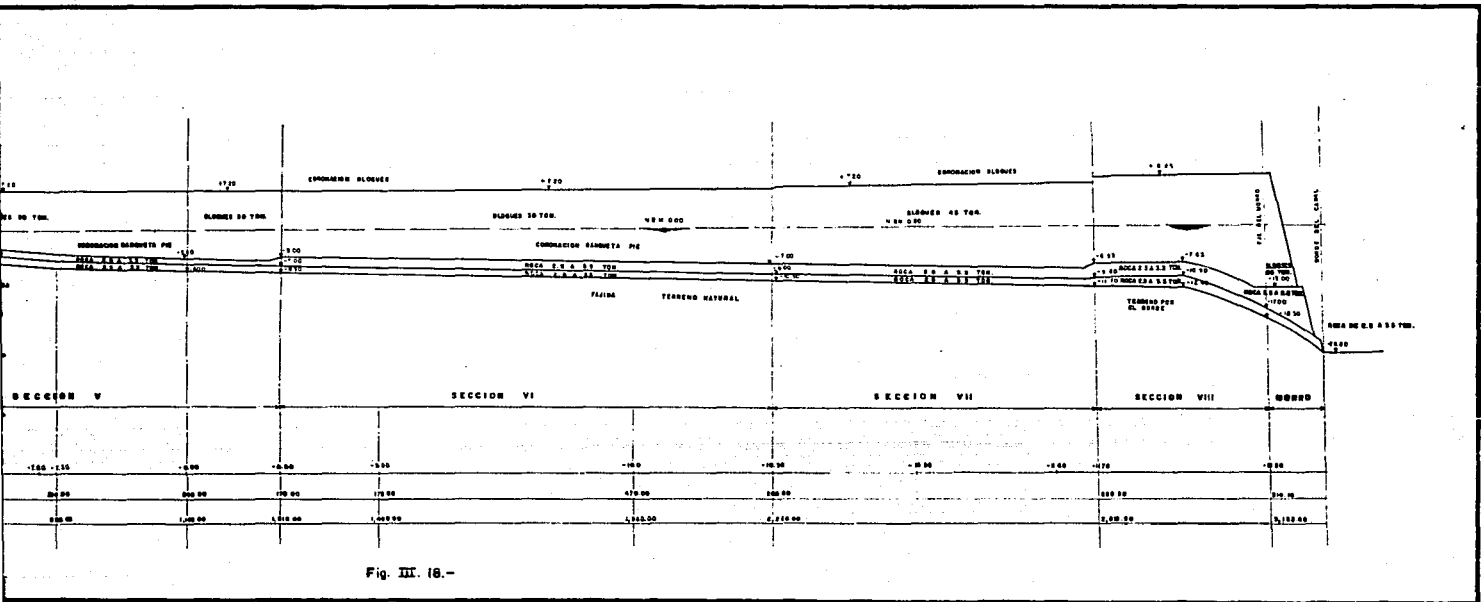


Fig. III. 18.-

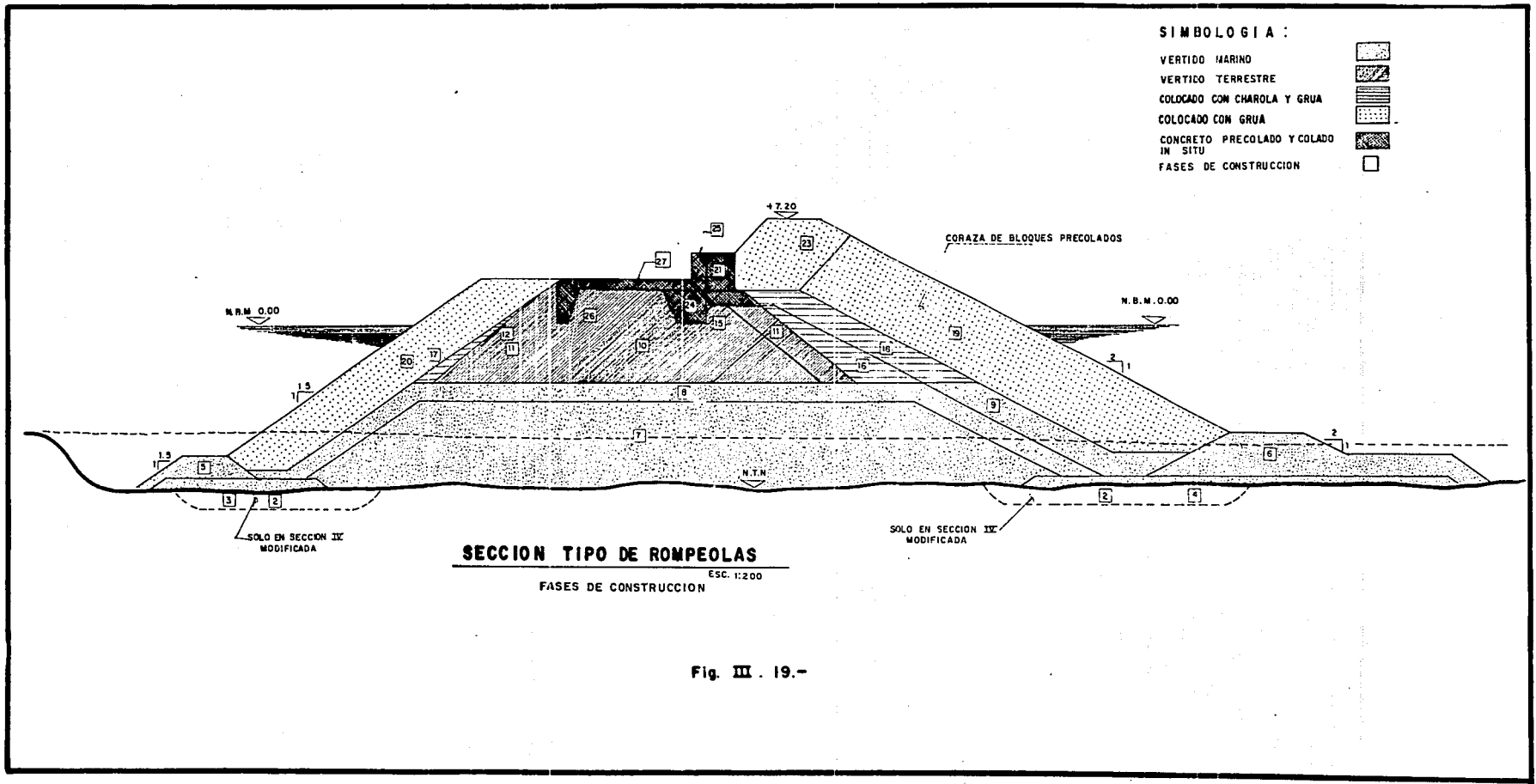


Fig. III. 19.-

LOS TALONES DE ATRAQUE MARCAN LOS LIMITES DE LA SECCION DEL ROMPEOLAS, ENTRE ESTOS ENCONTRAMOS EL CUERPO DEL ROMPEOLAS EN SI.

EL NUCLEO DEL ROMPEOLAS ESTARA CONSTITUIDO POR PRODUCTO INTEGRO DE CANTERA (TODO UNO); LAS CAPAS SECUNDARIAS Y TERCARIAS SERAN DE ENROCAMIENTO CON PESO DESDE 0.25 TON. A UN MAXIMO DE 6 TON. POR PIEZA, LA CORAZA ESTARA CONSTITUIDA POR BLOQUES CON UN PESO DE 7.5, 14, 30, 45 Y 65 TON. DEDUCIDOS DEL ESTUDIO EN MODELO HIDRAULICO.

LOS ROMPEOLAS SE CONSTRUIRAN CON EQUIPO MARINO UNA PARTE, Y EL RESTO CON EQUIPO TERRESTRE. EL EQUIPO MARINO SE USARA A PARTIR DE LA BATIMETRICA -6 M. PARA VERTER UNA PARTE DEL NUCLEO Y LOS ENROCAMIENTOS AL PIE DE LA CORAZA HASTA LA PROFUNDIDAD DE -3.50 M. EL RESTO DE LOS ENROCAMIENTOS SE COLOCARA CON GRUA UTILIZANDO CHAROLAS PARA COMPLETAR O FORMAR LAS SECUNDARIA Y TERCARIA. FINALMENTE SE COLOCARAN CON GRUA Y PIEZA POR PIEZA LOS BLOQUES DE LA CORAZA.

SOBRE LA CORONA DEL NUCLEO Y LAS CAPAS SECUNDARIAS DE ENROCAMIENTO SE COLOCARA UNA CAPA DE CONCRETO SOBRE QUE SERVIRA COMO SUPERFICIE DE RODAMIENTO PARA EL CAMINO DE CONSTRUCCION QUE UTILIZARA EL EQUIPO QUE TRANSPORTARA Y COLOCARA EL RESTO DE LOS ENROCAMIENTOS, LOS ELEMENTOS DE LA CORAZA Y EL ESPALDON. ESTA CAPA DE CONCRETO SOBRE SERVIRA, TAMBIEN, PARA PROTEGER EL NUCLEO Y LAS CAPAS SECUNDARIAS CONTRA LA EROSION POR OLEAJE.

EL ESPALDON SE CONSTRUIRA POR ETAPAS, CON EL PROPOSITO DE PROPORCIONAR PROTECCION CONTRA EL OLEAJE, A LAS GRUAS Y EQUIPO DE ACARREO PARA LOS DIFERENTES MATERIALES.

TOMANDO EN CUENTA LOS ESTRATOS COMPRESIBLES DE ARCILLA SUBYACENTES AL LECHO MARINO EN QUE SE DESPLANTARAN LOS ROMPEOLAS, RESULTA INDISPENSABLE QUE LOS MATERIALES COLOCADOS CON VERTIDO MARINO PRECEDAN, POR LO MENOS, DOS MESES A LA COLOCACION DE LOS ELEMENTOS DEPOSITADOS CON EQUIPO TERRESTRE CON OBJETO DE QUE LOS PRIMEROS ACTUEN COMO SOBRECARGA DEL SUBSUELO E INDUZCAN ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION DE LAS ARCILLAS.

POR LA MISMA RAZON, LOS "COLADOS" DE LIGER ENTRE LOS BLOQUES QUE CONSTITUYEN EL ESPALDON Y LA LOSA FINAL DEL ROMPEOLAS, DEBERAN DIFERIRSE AL MAXIMO, A FIN DE DAR TIEMPO PARA QUE OCURRAN LOS ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION DE LAS ARCILLAS. ESTO IMPLICA QUE LOS COLADOS ANTES MENCIONADOS SE EFECTUEN COMO ETAPA FINAL DEL TRABAJO, INICIANDOLOS, DE PREFERENCIA, DESDE EL MORRO HACIA TIERRA.

A CONTINUACION SE TIENEN LOS VOLUMENES DE MATERIALES CALCULADOS EN BASE A LAS SECCIONES MENCIONADAS (TABLAS III.11.- Y III.12), SE DESGLOSAN EN ELLAS LOS DIFERENTES TAMAÑOS DE MATERIALES ASI COMO SU FORMA DE COLOCACION RESPECTIVA.

N U M	CONCEPTO	UNIDAD	SECCION TIPO					MORRO	TOTAL	
			IV LNG. 218 M	V LNG 729 M	VI LNG 905 M	VII LNG 598.5	VIII LNG 314.5			
1	TODO UNO	VERTIDO MARINO	TON.		236,200	388,500	438,000	593,100	179,300	1'635,100
		COLOCADO A VOLTEO	TON.	73,600	143,600	178,200	117,800	61,900	4,400	579,500
2	ROCA DE 0.25 A 0.35 TON.	VERTIDO MARINO LASTRADO FAJINAS	TON.		33,500	41,500	27,400	20,400	10,200	133,000
		COLOCADO A VOLTEO	TON.	18,500	32,700	40,600	26,800	14,200	600	133,400
		COLOCADO C/CHAROLA	TON.	36,200	15,200	18,900	12,500	5,500	1,300	89,600
3	ROCA DE 0.35 A 0.75 TON.	VERTIDO MARINO	TON.		76,200	116,200	83,900	113,000	35,700	425,000
		COLOCADO A VOLTEO	TON.	6,600	15,700	19,500	12,900	6,000		60,700
		COLOCADO C/CHAROLA	TON.	2,400	4,000	5,000	3,300	2,200		16,900
4	ROCA DE 0.75 A 1.50 TON.	VERTIDO MARINO	TON.		13,800	17,700	20,300			51,800
		COLOCADO A VOLTEO	TON.	33,000						33,000
5	ROCA DE 1.50 A 2.50 TON.	VERTIDO MARINO	TON.		23,300	45,100		19,800		88,200
		COLOCADO C/CHAROLA	TON.		33,500	41,500		12,300		87,300
6	ROCA DE 2.50 A 3.50 TON.	VERTIDO MARINO	TON.		50,300	90,400	95,200	31,200	7,700	274,800
		COLOCADO C/CHAROLA	TON.				30,400			30,400
7	ROCA DE 3.50 A 6.00 TON.	VERTIDO MARINO	TON.					93,400	64,300	157,700
		COLOCADO C/CHAROLA	TON.					20,200	4,480	25,000

TABLA III.11.- CANTIDADES DE OBRA RESPECTO A ROCA EN EL ROMPEOLAS ORIENTE

N U M	C O N C E P T O	UNIDAD	S E C C I O N T I P O					MORRO	TOTAL
			IV	V	VI	VII	VIII		
8	BLOQUES TIPO "R" (7,5 TON.)	MS.	5,430	22,940	32,710	22,290			83,370
		PZA.	1,666	7,035	10,031	6,837			25,569
9	BLOQUES TIPO "R" (14 TON.)	MS.	11,110						11,110
		PZA.	1,825						1,825
10	BLOQUES TIPO "R" (30 TON.)	MS.		60,670	70,433		21,350		152,450
		PZA.		4,651	5,403		1,637		11,688
11	BLOQUES TIPO "R" (45 TON.)	MS.				70,580			70,580
		PZA.				3,608			3,608
12	BLOQUES TIPO "R" (65 TON.)	MS.					51,610	23,800	75,410
		PZA.					1,826	842	2,668
13	BLOQUES TIPO "R" (26 TON.)	MS.	1,040	3,440	4,300	2,840	1,500	250	13,370
		PZA.	87	290	362	240	126	21	1,126
14	CONCRETO EN ESPALDÓN	MS.	1,090	3,550	4,400	2,910	1,540	260	13,750
15	CONCRETO EN DESPLANTE ESP.	MS.	1,600	5,200	6,560	4,340	2,280	390	20,460
16	CONCRETO LOSA	MS.	2,030	6,740	8,370	5,540	2,910	170	25,760
17	F A J I M A	M2.	12,240	42,840	48,960	33,660	25,920	10,800	174,420
		PZA 15x60	4	14	16	11			45
		PZA 36x60	4	14	16	11	12	5	62
18	EXCAV. P/DESP. DEL ESPALDÓN	MS.	1,520	5,030	6,250	4,130	2,180	50	19,160
19	DRAGADO EN ZANJA	MS.							
20	DRAGADO P/DESPL. DE MORROS	MS.						2'160,000	2'160,000
21	TOTAL ROCA	TON.	170,300	678,000	1'003,100	868,500	993,200	308,300	4'021,400
22	TOTAL CONCRETO	MS.	22,300	102,630	126,770	108,500	81,190	24,870	466,260

TABLA III.12.- CANTIDADES DE OBRA EN EL COMPEOLAS ORIENTE

IV.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS ORIENTE DEL CADENAMIENTO 0+840 AL 3+132.66 Y EN RELACION AL AVANCE QUE SE TIENE DE LA ESTACION 0+000 A LA 0+840, CONSISTE EN COMPLETAR Y REPARAR LAS SECCIONES EXISTENTES ENTRE LAS ESTACIONES 0+368 Y 0+840, DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL PROYECTO Y REMOVER EL MATERIAL DE LA CORAZA QUE CONSTITUYE EL MORRO PROVISIONAL, CON EL OBJETO DE CONTINUAR EL AVANCE DEL ROMPEOLAS.

PARA CUMPLIR LO ANTES SEÑALADO SE SUMINISTRARA ROCA TIPO 1 (TODO UNO), 2, 3, 4, 5, 6, Y 7 PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DEL BANCO QUE SEA APROBADO POR EL CONTRATANTE, TRANSPORTANDOLA HASTA LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO EN DOS BOCAS, TAB., PERFECTAMENTE CLASIFICADA Y PESADA.

FABRICACION, BOTADO, COLOCACION Y LASTRADO DE FAJINAS PARA FILTRO A BASE DE TELA DE POLIPROPILENO Y CON LONGITUDES DE 15 x 60 M Y 36 x 60 M, SUMINISTRANDO MATERIALES TALES COMO: VARAS DE MANGLE (PROYECTO ORIGINAL), HILOS DE RAFIA DE POLIPROPILENO, ROCA PARA REALIZAR EL LASTRADO Y TODOS LOS DEMAS QUE SE REQUIERIRAN.

LUEGO EL VERTIDO DE ROCA TIPO 1 (TODO UNO) CON EQUIPO DE DESCARGA DE FONDO PARA FORMACION DEL NUCLEO DEL ROMPEOLAS, Y DE ROCA TIPO 2, 3, 4, 5, 6, Y 7 CON EQUIPO DE DESCARGA LATERAL CONTROLADA CON EYECTOR O VIBRADOR PARA FORMAR EL TALON DE ATRAQUE DE LA CORAZA, LAS CAPAS DE PROTECCION DEL NUCLEO Y LAS CAPAS SECUNDARIAS. ASI COMO LA COLOCACION A VOLTEO DE ROCA TIPO 1 (TODO UNO), 2 Y 3, PARA FORMAR EL NUCLEO DEL ROMPEOLAS Y CAPAS DE PROTECCION.

COLOCACION CON CHAROLA DE ROCA TIPO 2, 3, 4, 5, 6, Y 7 PARA LA FORMACION DE LAS CAPAS SECUNDARIAS DEL ROMPEOLAS.

DE ACUERDO A LAS CONDICIONES SEÑALADAS EN LAS ESPECIFICACIONES, SE PODRA COLOCAR CIERTA PORCION DE LA ROCA DIRECTAMENTE SIN NECESIDAD DE SER ALMACENADO EN DOS BOCAS, TAB., TANTO EN VERTIDO HARTO COMO A VOLTEO.

COLOCACION DE BLOQUES "R" PARA FORMAR LA CORAZA DEL ROMPEOLAS DE 7.5 TONELADAS TRANSPORTANDOLOS EN CHALAN O TRANSPORTE TERRESTRE Y DE 14, 30, 45 Y 65 TONELADAS TRANSPORTANDOLOS CON VEHICULOS TERRESTRES, COLOCANDOLOS EN LA CORAZA Y EN EL MORRO DEL ROMPEOLAS.

ELABORACION, COLOCACION Y CURADO DE CONCRETO DE $f'c = 200$ KG/CM² EN EL DESPLANTE DE LOS BLOQUES "T" DEL ESPALDON DEL ROMPEOLAS, UTILIZANDO CEMENTO TIPO 2 Y CEMIZA VOLADORA, SE INCLUYE LA EXCAVACION EN ROCA PARA ALOJAR EL CONCRETO Y LA COMPACTACION DEL CONCRETO SE HARA CON RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO DE TIPO MANUAL.

COLOCACION DE BLOQUES "T" DE 26 TONELADAS PARA FORMAR EL ESPALDON DEL ROMPEOLAS.

TODOS LOS BLOQUES "R" Y "T" SERAN PROPORCIONADOS POR EL CONTRATANTE EN LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO EN DOS BOCAS, TAB., POR LO QUE SOLO SE CONSIDERARAN LAS MANIOBRAS DE CARGA, ACARREO, DESCARGA Y COLOCACION DEFINITIVA EN EL ROMPEOLAS.

DRAGADO PARA EL DESPLANTE DEL MORRO, RETIRANDO LOS MATERIALES PRODUCTO DEL DRAGADO MAR ADENTRO Y FUERA DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO.

ESTAS SON A GRANDES RASGOS LAS ACTIVIDADES A REALIZAR PARA LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS ORIENTE Y QUE A CONTINUACION SERAN DESARROLLADAS CON MAS DETALLE.

POR MEDIO DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE ACTIVIDADES (FIG.IV.1.-), COMO UNA CONSECUENCIA GRAFICA DE LAS ETAPAS DE CONSTRUCCION, SE TRATARA DE EXPLICAR EN FORMA MUY GENERAL EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

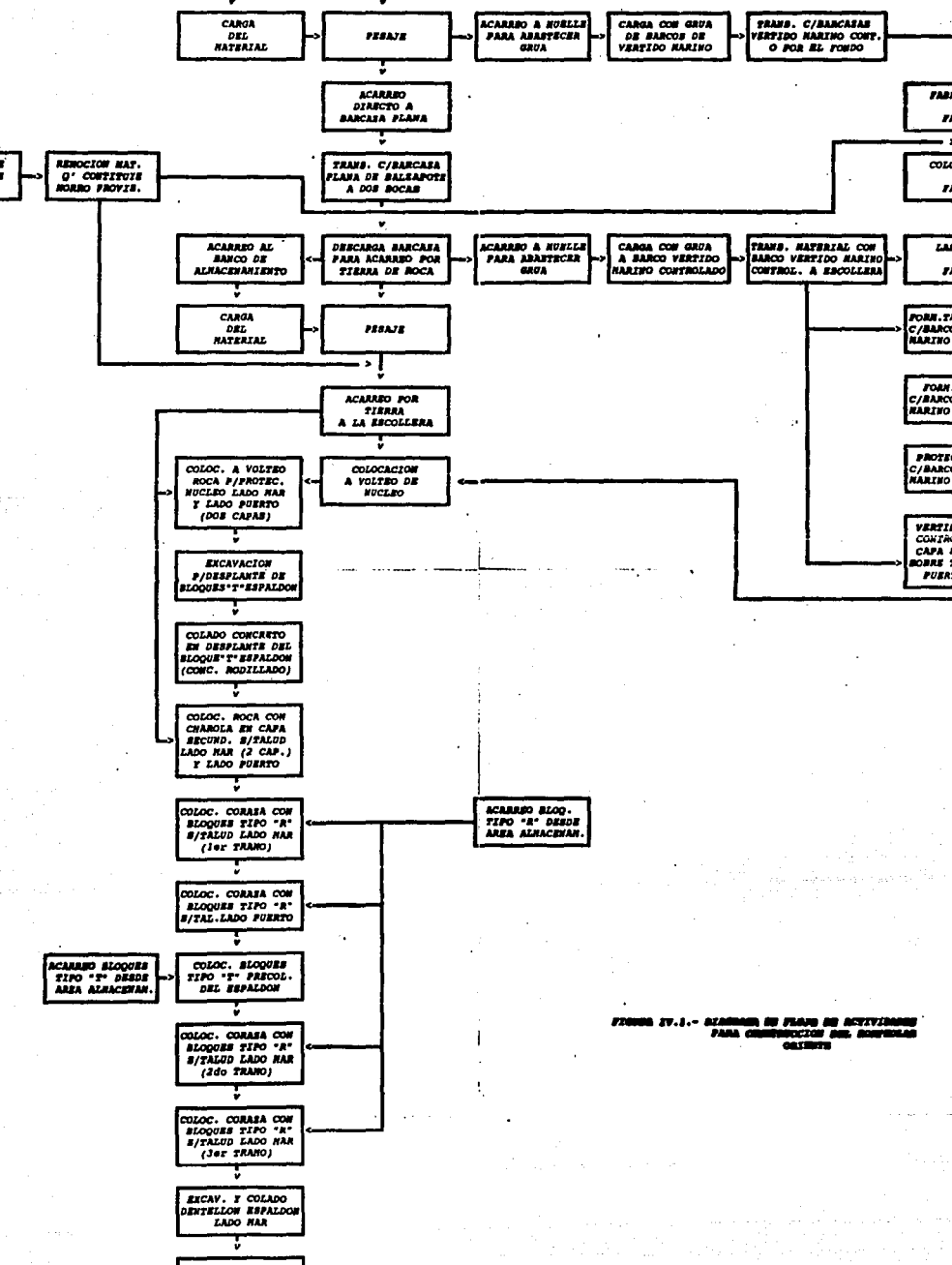


FIGURA IV.1.- ALMACENAM. DE PLANO DE ACTIVIDADES PARA CONSTRUCCION DEL ESPALDON CENTRAL

A GRANDES RASGOS, LAS FASES DE CONSTRUCCION LAS PODEMOS RESUMIR EN LAS SIGUIENTES ETAPAS:

- 1.- DRAGADO PARA DESPLANTE EN LA ZONA DE LA BARRA LITORAL (ACTIVIDAD ANULADA).
- 1.B.-DRAGADO EN LAS ZANJAS PARA DESPLANTE DE LOS TALUDES DEL RONPEOLAS (ACTIVIDAD ANULADA).
- 2.- COLOCACION DE ROCA TIPO 2 EN LAS ZANJAS PARA EL DESPLANTE DE LOS TALUDES DEL RONPEOLAS (ACTIVIDAD ANULADA).
- 3.- COLOCACION DE FAJINA EN EL LADO PUERTO.
- 4.- COLOCACION DE FAJINA EN EL LADO MAR.
- 5.- VERTIDO MARINO DE ROCA EN EL TALON DE ATRAQUE DE CORAJA EN EL LADO PUERTO.
- 6.- VERTIDO MARINO DE ROCA EN EL TALON DE ATRAQUE DE CORAJA EN EL LADO MAR.
- 7.- VERTIDO MARINO DE ROCA TIPO 1 (TODO UNO) PARA FORMAR EL NUCLEO.
- 8.- VERTIDO MARINO DE ROCA TIPO 3 PARA FORMAR PROTECCION DEL NUCLEO.
- 9.- VERTIDO MARINO DE ROCA EN CAPA SECUNDARIA SOBRE EL TALUD LADO MAR.
- 9.B.-VERTIDO MARINO DE ROCA EN CAPA SECUNDARIA SOBRE EL TALUD LADO PUERTO.
- 10.- COLOCACION A VOLTEO DE ROCA TIPO 1 (TODO UNO) EN EL NUCLEO.
- 11.- COLOCACION A VOLTEO DE ROCA PARA PROTECCION DEL NUCLEO EN EL LADO MAR Y PUERTO.
- 12.- COLOCACION A VOLTEO DE ROCA PARA PROTECCION DEL NUCLEO EN EL LADO PUERTO (SEGUNDA CAPA).
- 13.- EXCAVACION PARA EL DESPLANTE DEL BLOQUE "T" DEL ESPALDON.
- 14.- COLADO DE CONCRETO EN EL DESPLANTE DEL BLOQUE "T" DEL ESPALDON (CONCRETO RODILLADO).
- 15.- COLOCACION DE ROCA CON CHAROLA EN CAPA SECUNDARIA SOBRE TALUD LADO MAR (PRIMERA CAPA).
- 16.- COLOCACION DE ROCA CON CHAROLA EN CAPA SECUNDARIA SOBRE TALUD LADO PUERTO.
- 17.- COLOCACION DE ROCA CON CHAROLA EN CAPA SECUNDARIA SOBRE TALUD LADO MAR (SEGUNDA CAPA).
- 18.- COLOCACION DE CORAJA A BASE DE BLOQUES TIPO "R" SOBRE EL TALUD LADO MAR (PRIMER TRAMO).

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 19.- COLOCACION DE CORAZA A BASE DE BLOQUES TIPO "R" SOBRE EL TALUD LADO PUERTO.
- 20.- COLOCACION DE BLOQUE TIPO "T" PRECOLADO EN ESPALDON DE ATRAQUE.
- 21.- COLOCACION DE CORAZA A BASE DE BLOQUES TIPO "R" SOBRE EL TALUD LADO MAR (SEGUNDO TRAMO).
- 22.- COLOCACION DE CORAZA A BASE DE BLOQUES TIPO "R" SOBRE EL TALUD LADO MAR (TERCER TRAMO).
- 23.- EXCAVACION Y COLADO EN EL DENTELLON DEL ESPALDON (LADO MAR).
- 24.- COLADO DE CONCRETO PARA RELLENO DE BLOQUES.
- 25.- EXCAVACION PARA EL DENTELLON LADO PUERTO Y AJUSTE DE NIVEL PARA COLADO DE LA LOSA DE CORONA.
- 26.- COLADO DEL DENTELLON LADO PUERTO Y LOSA DE CORONA.

IV.1.- REPARACION DE LAS SECCIONES EXISTENTES

LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS ORIENTE COMPRENDE DEL CADENAMIENTO 0+840 AL 3+132.66, PERO EN RELACION AL AVANCE QUE SE TIENE DE LA ESTACION 0+000 A LA 0+840, SE DEBERAN COMPLETAR Y REPARAR LAS SECCIONES EXISTENTES DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL PROYECTO, ASI COMO LA REMOCION DEL MATERIAL DE LA CORAZA QUE CONSTITUYE EL MORRO PROVISIONAL, CON EL OBJETO DE CONTINUAR EL AVANCE DEL ROMPEOLAS.

ADENAS, CON ESTA REPARACION SE LOGRA UNA SUPERFICIE UNIFORME SOBRE LA CORONA DE LA ESTRUCTURA, FACILITANDO EL ACCESO AL EQUIPO DE CONSTRUCCION.

DENTRO DE LAS ACTIVIDADES PARA LA REPARACION Y COMPLEMENTO DE LAS SECCIONES EXISTENTES ESTAN:

- COLOCACION DE ROCA TIPO CINCO ENTRE LOS CADENAMIENTOS 0+640 AL 0+860, PARA FORMACION DEL TALON DE ATRAQUE DE LA CORAZA Y DE LA CAPA SECUNDARIA DEL ROMPEOLAS.
- ENTRE LOS CADENAMIENTOS 0+586 Y 0+840 SE HARA EL VERTIDO MARINO DE ROCA TIPO SEIS PARA COMPLETAR LAS SECCIONES EXISTENTES, FORMANDO EL TALON DE ATRAQUE DE LA CORAZA Y LA CAPA SECUNDARIA, Y CUMPLIENDO CON LAS LINEAS Y NIVELES DEL PROYECTO.
- SE COLOCARA ROCA DEL TIPO DOS, TRES, CUATRO Y CINCO, CON CHAROLA, PARA FORMACION DE CAPAS SECUNDARIAS, CUMPLIENDO LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO ENTRE LOS CADENAMIENTOS 0+586 Y 0+840.
- COMPLETANDO SECCIONES ENTRE LOS CADENAMIENTOS 0+368 AL 0+840 SE COLOCARAN BLOQUES DE 7.5 TON. PARA FORMACION DE CORAZA.
- COLOCACION DE BLOQUES DE 14 TON. ENTRE LOS CADENAMIENTOS 0+368 AL 0+586.

- COLOCACION DE BLOQUES DE 30 TON. DEL CADENAMIENTO 0+586 AL 0+840.
- DEL CADENAMIENTO 0+368 AL 0+840 SE EFECTUARA LA COLOCACION DE CONCRETO RODILLADO.
- ENTRE LOS CADENAMIENTOS 0+368 AL 0+840 SE HARA LA COLOCACION DE BLOQUES TIPO "T".

IV.2.- FAJINAS

LAS EXPERIENCIAS DE AÑOS RECIENTES, HAN DEMOSTRADO LA NECESIDAD DE PROVEER A CUALQUIER ESTRUCTURA DE ENROCAMIENTO, DE UN TALON SOLIDO PARA IMPEDIR DESLIZAMIENTOS EN LA MASA DE LA CORAZA.

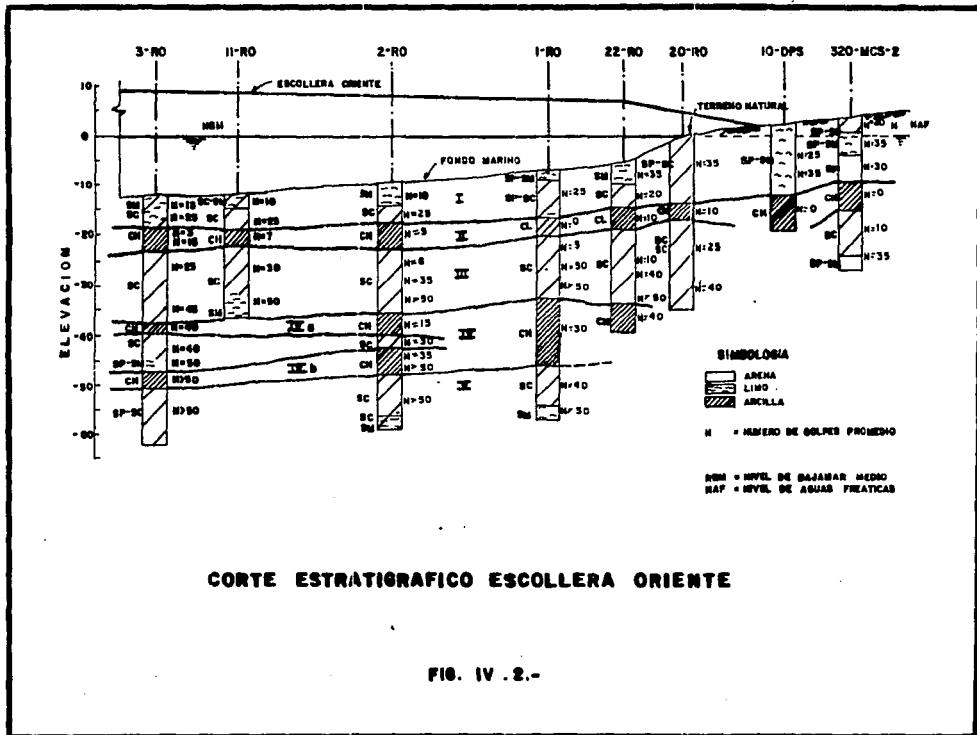
LOS TALONES ESTAN SUJETOS A FUERZAS DE OLEAJE, AL REGRESO DEL AGUA Y A MENUDO TAMBIEN A LA ACCION DE CORRIENTES; DICHS FENOMENOS PROVOCAN ALTERACIONES DEL FONDO MARINO QUE TIENEN EFECTOS SOBRE LA ESTABILIDAD DE LAS OBRAS PORTUARIAS. ESTOS TALONES SON ESENCIALES PARA LA ESTABILIDAD DE ESTE TIPO DE ESTRUCTURAS, POR LO QUE DEBEN DESCANSAR EN UNA CAPA SUBYACENTE RESISTENTE A LA EROSION.

DEPENDIENDO DE LAS CARACTERISTICAS DEL FONDO MARINO EN QUE SE DESPLANTE EL ROMPEOLAS, CONVIENE INCLUIR COMO PARTE DEL PROYECTO LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTILLA DE ROCA EN LA BASE DE LA OBRA, QUE RESTRINJA LA MIGRACION DEL MATERIAL FINO A TRAVES DE LOS HUECOS DE LA CORAZA. EL EMPLEO DE ROCA COMO PROTECCION DEL DESPLANTE A BASE DE UNA PLANTILLA, PODRIA RESULTAR UNA SOLUCION ACEPTABLE, PERO TRATANDOSE DE UNA OBRA DE TAL MAGNITUD, SU ADOPCION DEBE PONDERARSE EN FUNCION DEL GRADO DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA, YA QUE AL NO EXISTIR NORMALMENTE UN CONTROL ESTRICTO EN LA GRANULOMETRIA DE ESTA PLANTILLA, SU FUNCION RESULTA DE DUDOSA EFECTIVIDAD Y CONSECUENTEMENTE EL MATERIAL FINO SUPERFICIAL ENIGRA, LA PIEDRA SE ASENTARA EN LA ARENA HASTA ALCANZAR LA PROFUNDIDAD BAJO LA CUAL LA ARENA NO SERA DISTURBADA POR LAS CORRIENTES, DANDO LUGAR A ASENTAMIENTOS Y ACOMODAMIENTOS IRREGULARES, Y OCASIONANDO QUE LOS INTERSTICIOS ENTRE LA ROCA AUMENTEN EN TAMAÑO, HACIENDO POR TANTO A LA ESTRUCTURA MAS SUSCEPTIBLE A SER DAÑADA POR LAS OLAS.

POR TODO ESTO Y TONANDO EN CUENTA QUE EL FONDO MARINO EN DOS BOCAS ESTA CONSTITUIDO POR ARENAS MUY FINAS (FIG.IV.2.-), CON VALORES APROXIMADOS DE 160 MICRAS A LA PROFUNDIDAD DE -6.0 Y HASTA 100 MICRAS A LA BATIMETRICA -12.0 EN DONDE SE LOCALIZA EL MORRO, SE JUSTIFICA PARA HACER LA FUNCION DE FILTRO, LA UTILIZACION EN EL DESPLANTE DE LOS TALONES DE LA CORAZA DE UN GEOTEXTIL CONSTITUIDO POR UNA TELA DE POLIPROPILENO, EL CUAL CUMPLIRA LAS FUNCIONES YA PLANTEADAS Y QUE SON:

- LA PENETRACION DE LAS ROCAS DEL ROMPEOLAS EN EL SUELO SUAVE, Y
- RESTRINGIR EN FORMA EFECTIVA LA MIGRACION DEL MATERIAL FINO DEL FONDO MARINO A TRAVES DEL ENROCAMIENTO QUE FORMA EL DELANTAL Y EL TALON DE ATRAQUE.

SE HA RECOMENDADO EL TEXTIL, EN VIRTUD DE QUE ESTE SISTEMA YA HA SIDO PROBADO CON EXITO EN EUROPA EN LAS OBRAS DEL PLAN DELTA EN HOLANDA Y EN LOS ROMPEOLAS DE LOS PUERTOS DE ZEEBRUGGE, BELGICA Y DUNQUERQUE, FRANCIA.



ADICIONALMENTE EL GEOTEXTIL CUMPLIRA LA FUNCION MUY IMPORTANTE DE RESTRINGIR EL PROGRESO DE LA EROSION, QUE INEVITABLEMENTE SE TENDRA ADELANTE DEL DELANTAL DEL ROMPEOLAS, TANTO DURANTE LA FASE CONSTRUCTIVA, COMO DURANTE LA OPERACION DEL MISMO.

ES IMPORTANTE HACER MENCION QUE ESTE TIPO DE FILTROS A BASE DE GEOTEXTILES USADOS EN ESTRUCTURAS DESPLANTADAS EN SUELOS FANGOSOS O DE MUY ALTA COMPRESIBILIDAD, LE DA AL SUBSUELO UNA MAYOR ESTABILIDAD Y REPARTE MEJOR LAS CARGAS, REDUCIENDO EL HUNDIMIENTO DEL MATERIAL DE LA ESCOLLERA.

EN RESUMEN, LA INCORPORACION DE LA TELA DE POLIPROPILENO CONFERIRA AL ROMPEOLAS UN MAYOR GRADO DE SEGURIDAD, COMPATIBLE CON LA IMPORTANCIA Y TRASCENDENCIA DEL PUERTO DE DOS BOCCAS.

EN LA (FIG.IV.3.-) SE MUESTRAN LAS CONDICIONES DE INICIO DE MOVIMIENTO DEL MATERIAL FINO EN FUNCION DE LAS ALTURAS DE OLEAJE Y SU PROFUNDIDAD. COMO SE PUEDE OBSERVAR, PARA EL TRAMO RECTO DEL ROMPEOLAS N60W QUE ESTARA DESPLANTADO EN PROFUNDIDADES DE 10.0 Y 12.0 M CON DIAMETROS DEL SEDIMENTO DE APROXIMADAMENTE 150 MICRAS, LOS CUALES PODRAN SER INICIALMENTE MOVIDOS POR UN OLEAJE COMPRENDIDO ENTRE 0.92 Y 1.10 M, OLEAJE QUE SEGURAMENTE SE PRESENTARA DURANTE LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS O AUN EN SU ETAPA FINAL, Y AUNADO A QUE SI EL DIAMETRO DEL SEDIMENTO REALMENTE SEA MENOR AL ESTIMADO, SON RAZONES QUE JUSTIFICAN EL USO DE LA TELA DE PROPILENO.

IV.2.1.- FABRICACION DE FAJINAS

ORIGINALMENTE EL PROYECTO DEL ROMPEOLAS COMPRENDIA LA FABRICACION DE FAJINAS UTILIZANDO LA EXPERIENCIA HOLANDESA, LA CUAL CONSISTE EN LA ELABORACION DE LA FAJINA A BASE DE TELA DE POLIPROPILENO Y VARAS DE MANGLE. PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO SE NECESITABA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES QUE RESULTABAN COSTOSAS Y AUNADO A ESTO, LA MATERIA PRIMA O SEA EL MANGLE, DADO SU ALTA DENSIDAD EN LA ZONA, EN UN PRINCIPIO RESULTABA A UN COSTO RELATIVAMENTE BAJO, PERO CONSIDERANDO EL IMPACTO ECOLOGICO QUE REPRESENTABA EL DESFORESTAR LAS LAGUNAS LITORALES DE LA BARRA DE CHILTEPEC Y A LOS CONSTANTES PROBLEMAS, QUE POR RECLAMACIONES ECONOMICAS PRESENTABAN LOS PESCADORES Y CAMPESINOS DE LA ZONA, LA OBTENCION DEL MANGLE AUMENTABA EL COSTO AL GRADO DE RESULTAR INCOSTEABLE LA ADQUISICION DEL VOLUMEN REQUERIDO.

OTRO PUNTO MUY IMPORTANTE Y REFERENTE AL MANGLE, ES QUE POR SER UN PRODUCTO VEGETAL ES BIODEGRADABLE Y PODRIA SUCCEDER QUE LA FAJINA PERDIERA SUS PROPIEDADES Y NO CUMPLIERA SU FUNCION ESPECIFICA, CON EL CONSIGUIENTE RIESGO QUE SE PODRIA PRESENTAR EN LA ESTABILIDAD DEL TALUD.

POR ESTAS RAZONES FUE QUE SE OPTO POR CONSIDERAR EN EL PROYECTO ORIGINAL EL CAMBIO EN EL DISEÑO DE ESTAS FAJINAS; PARA ELLO SE CONTINUO INVESTIGANDO Y SE LLEGO A LA CONCLUSION DE QUE LA SEGUNDA CAPA, QUE VA DIRECTAMENTE SOBRE EL FILTRO Y QUE LE PROPORCIONA RIGIDEZ, FUERA SUSTITUIDA POR UNA MALLA PLASTICA LLAMADA GEORED.

A CONTINUACION DETALLAREMOS LOS DOS PROCEDIMIENTOS DE FABRICACION DE LAS FAJINAS:

- PROYECTO ORIGINAL -
(TELA DE POLIPROPILENO Y VARAS DE MANGLE)

PARA LA FABRICACION DE ESTE TIPO DE FAJINAS, ERA NECESARIO COMO PRIMERA ETAPA, EL ACONDICIONAMIENTO DE UN PATIO CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: EXCAVACION PARA FORMACION DEL PATIO, SOBRE LA CUAL SE DESPLANTO UN TERRAPLEN COMPACTADO AL 85% DE LA PRUEBA PROCTOR MODIFICADA Y CON UNA PENDIENTE ADECUADA PARA FACILITAR EL BOTADO DE LA FAJINA.

A CONTINUACION, Y CON EL FIN DE PROPORCIONAR UNA SUPERFICIE LISA PARA PERMITIR EL DESPLAZAMIENTO DE LAS FAJINAS SIN SER DAÑADAS, SE APLICARIA UN RIEGO DE IMPREGNACION CON ASFALTO REBAJADO FH-0 O FH-1 A RAZON DE 1.2 A 1.5 LITROS POR METRO CUADRADO, Y FINALMENTE COLOCAR UNA CAPA DE TELA DE POLIPROPILENO SOBRE LA ZONA IMPREGNADA CON ASFALTO.

EL SIGUIENTE PUNTO ERA LA CONSTRUCCION DE COBERTIZOS A BASE DE UNA ESTRUCTURA METALICA Y LAMINA ACANALADA GALVANIZADA, PARA EL ALMACENAJE DEL MANGLE Y LA TELA DE POLIPROPILENO (FIG.IV.4.-).

A CONTINUACION, SE INSTALARIAN CUATRO MAQUINAS ARMADORAS DE TORONES TIPO WIEPEN W-79 PARA 10 CM DE DIAMETRO, EQUIPADAS CON UNA MAQUINA DIESEL ENFRIADORA A BASE DE AIRE.

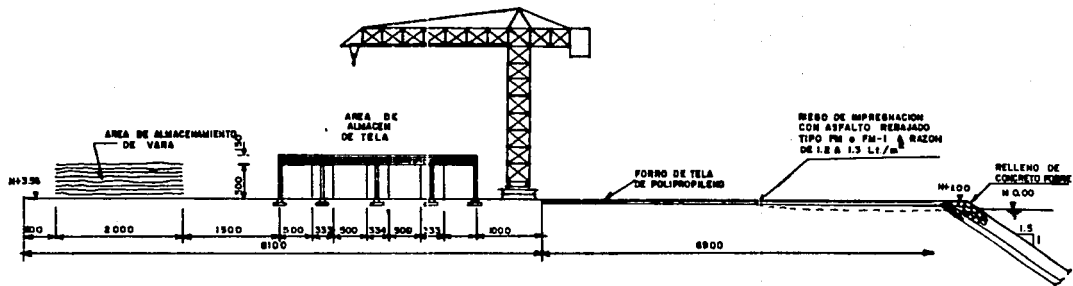
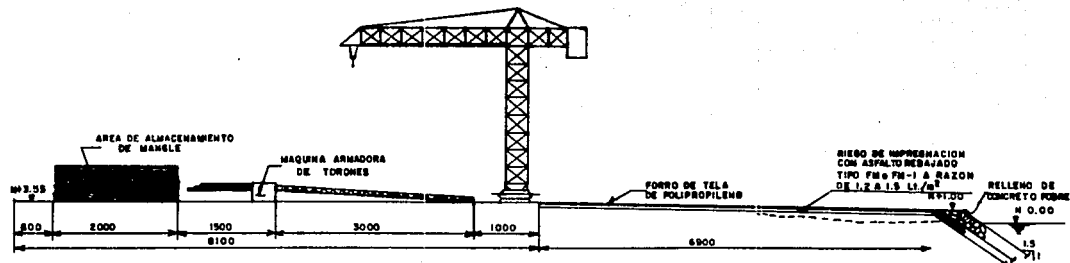
PARA EL MANEJO DE LOS TORONES DE MANGLE ERA NECESARIO INSTALAR UNA GRUA PORTICO MONTADA SOBRE RIELES (FIG.IV.5.-).

TERMINADO EL PATIO PARA FABRICACION DE FAJINAS SE PROCEDERIA A LA CONSTRUCCION DE LAS FAJINAS DE LA SIGUIENTE MANERA. EL MANGLE LLEGARIA EN BARCAZAS PROCEDENTE DE LAS LAGUNAS DE MECOACAN EN LA BARRA DE CHILTEPEC. SE ALMACENABA PARA SER DESVARADO Y POSTERIORMENTE SE PASA AL ALMACEN DE VARAS DE MANGLE DE DONDE SERA LLEVADO A LAS MAQUINAS ARMADORAS DE TORONES.

LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LA FABRICACION DE LAS FAJINAS DEBEN CUMPLIR LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

- LAS VARAS DE MANGLE PARA LA FORMACION DE LA CAMA Y TORONES DEBERAN TENER MAS O MENOS 2.0 CMS DE DIAMETRO, SER FRESCA Y FLEXIBLE, POR LO QUE SIEMPRE DEBERA ALMACENARSE BAJO LA SOMBRA; AQUELLAS QUE HAYAN PERDIDO LAS CARACTERISTICAS DE FRESCURA Y FLEXIBILIDAD SOLO PODRAN SER UTILIZADAS PARA EL RELLENO DE LAS FAJINAS.
- EL HILO PARA AMARRE DE TORONES DEBERA SER DE RAFIA DE POLIPROPILENO DE 90 N/KG, CON UN PESO DE 11.11 GR/M, Y UNA RESISTENCIA A LA RUPTURA DE 370 KG; EL HILO PARA ARMADO DE TORONES, PARA AMARRE DE LA CAMA DE MANGLE A LA FAJINA Y PARA AMARRE DE LAS VARAS DE MANGLE PARA CONFINAMIENTO, SERA DE LAS MISMAS CARACTERISTICAS YA DESCRITAS.
- EL HILO PARA UNIR LA TELA DEBERA SER DE POLIESTER DE 2.7 N/KG Y 0.61 MM DE DIAMETRO.

LAS MAQUINAS ARMADORAS DE TORONES FORMAN ATADOS DE VARAS DE MANGLE DE 10 CM DE DIAMETRO, COMO HAKINO; ESTOS ATADOS SE TRASLADAN AL ALMACEN DE TORONES PARA SER TONADOS CON LA GRUA SOBRE RIELES Y LLEVARLOS AL PATIO DE FABRICACION DE FAJINAS.



AREA PARA EL MANEJO DEL MANGLE Y ARMADO DE TORONES

FIG. IV.5.-

DURANTE TODAS ESTAS ACTIVIDADES SE DEBERAN DE PROTEGER AL MAXIMO LOS TORONES DE LOS RAYOS DEL SOL DE TAL FORMA QUE EL MANGLE SIGA CONSERVANDO SUS CARACTERISTICAS DE FRESCURA Y FLEXIBILIDAD HASTA EL MOMENTO DE SU COLOCACION EN EL ROMPEOLAS.

POR OTRO LADO, LA TELA VIENE EN ROLLOS DE 210 M DE LARGO Y 5 M DE ANCHO, CON PREPARACIONES PARA AMARRE DE TORONES EN INTERVALOS DE UN METRO EN LA DIRECCION LONGITUDINAL Y DE 10, 110, 210, 310, 410 Y 490 CM EN LA DIRECCION TRANSVERSAL.

LA TELA DE POLIPROPILENO TIENE UN ESPESOR DE 3 A 4 MM Y PESO DE 0.77 KG/M².

EL HABILITADO Y CORTE DE LA TELA SERA EN TRAMOS DE 15 O 20 METROS DE LARGO (SEGUN LA FAJINA A FABRICAR) PARA REALIZAR LAS UNIONES NECESARIAS EN SENTIDO TRANSVERSAL A FIN DE DEJAR TRAMOS DE 60 M DE LONGITUD. LAS UNIONES DE TELA SE DEBERAN EFECTUAR CON UNA MAQUINA PORTATIL, Y AL PRINCIPIO Y AL FINAL DE LOS TRAMOS ANTES MENCIONADOS SE DEJARAN LAS PREPARACIONES NECESARIAS PARA EL ALOJAMIENTO DEL TUBO QUE SERVIRA PARA JALAR LA FAJINA DESDE EL PATIO DE FABRICACION HASTA EL SITIO DE COLOCACION. EN CADA GAZA DE LA TELA DE FILTRO HABILITADA, SE COLOCARA UN CORDEL DE RAFIA DE POLIPROPILENO DE 2.60 M DE LONGITUD Y 90 M/KG Y 370 KG DE RESISTENCIA A LA RUPTURA, QUE SERVIRA PARA EL AMARRE DE LOS TORONES (FIG.IV.6.- PRIMERA ETAPA).

A CONTINUACION SE FORMARA UNA CANA CON VARAS DE MANGLE FRESCAS Y FLEXIBLES TENDIDAS EN SENTIDO TRANSVERSAL DE LA FAJINA, SUJETANDOLA A LA NISHA EN PAQUETES DE 5 VARAS COMO MAXIMO CON HILO DE RAFIA DE POLIPROPILENO DE 111 KG DE RESISTENCIA A LA RUPTURA, Y DE TAL FORMA QUE LOS CORDELES PARA AMARRE DE LOS TORONES QUEDEN SOBRESALIENDO DE LA CANA DE MANGLE (FIG.IV.6.- SEGUNDA ETAPA). EL SIGUIENTE PASO ES LA COLOCACION Y AMARRE DE TORONES EN SENTIDO LONGITUDINAL DE LA FAJINA, CON UN METRO DE SEPARACION ENTRE ELLOS; EL AMARRE SERA CON CORDEL DE 90 M/KG (FIG IV.6.- TERCERA ETAPA). LUEGO SE COLOCAN Y AMARRAN LOS TORONES CABEZALES, EN SENTIDO TRANSVERSAL DE LA FAJINA Y AMARRADOS CON CORDEL DEL MISMO TIPO. SE COLOCARA UN TORON EN CADA CABECERA DE LA FAJINA. LA SIGUIENTE ACTIVIDAD ES LA COLOCACION DE VARAS DE MANGLE EN SENTIDO LONGITUDINAL, FORMANDO UN RELLENO ENTRE TORONES LONGITUDINALES Y CON UN ESPESOR DE 10 CM, POSTERIORMENTE SE COLOCARAN Y AMARRARAN VARAS DE MANGLE EN SENTIDO TRANSVERSAL CON SEPARACION DE UN METRO, QUE SERVIRAN PARA CONFINAMIENTO DE LA CANA DE RELLENO. EL AMARRE DE ESTAS VARAS A LOS TORONES LONGITUDINALES SE DEBERA HACER CON HILO DE RAFIA DE TAL FORMA QUE QUEDEN A LA MITAD ENTRE TORON Y TORON TRANSVERSAL; FINALMENTE SE COLOCARAN Y AMARRARAN TORONES EN SENTIDO TRANSVERSAL, CON UN METRO DE SEPARACION ENTRE ELLOS. COMO SE HA DICHO, EL AMARRE SE EFECTUA CON HILO DE RAFIA (FIG.IV.6.- CUARTA ETAPA).

CON LA COLOCACION DE LOS TUBOS PARA EL JALADO DE LAS FAJINAS, QUEDAN LISTAS PARA SU BOTADO Y COLOCACION.

- CAMBIO DE PROYECTO.-
(TELA DE POLIPROPILENO Y HALLA PLASTICA GEORED)

EL OBJETO DE SUSTITUIR EL MANGLE EN LA FABRICACION DE LAS FAJINAS, ES EL DE UTILIZAR ALGUN OTRO MATERIAL DE MANEJO MAS FACIL Y QUE CUMPLA LAS FUNCIONES DEL MANGLE. EL MATERIAL SELECCIONADO PUEDE SER UNA

MALLA PLASTICA O METALICA U OTRO MATERIAL QUE PROPORCIONE RESISTENCIA AL IMPACTO DE LA ROCA Y CIERTA RIGIDEZ PARA EL MANEJO DE LA FAJINA DURANTE SU FABRICACION Y COLOCACION.

LA COLOCACION DEL MATERIAL SINTETICO POR EL MANGLE, PERMITE ASI MISMO CAMBIAR EL PROCEDIMIENTO DE COLOCACION, YA QUE POR SER MAS LIGERO Y FLEXIBLE, PUEDE MANEJARSE EN ROLLOS QUE OCUPAN MENOR ESPACIO Y SON MAS LIGEROS.

LA MALLA PLASTICA GEORED ESTA CONSTITUIDA POR UN POLIMERO FORMADO POR POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD Y DISPERSADO CON NEGRO DE HUMO.

PARA EL CASO ESPECIFICO DEL POLIETILENO, SE HA DEMOSTRADO QUE EL NEGRO DE HUMO INHIBE LA ACCION DEL INTERPERISMO QUE ESTA EN FUNCION DIRECTA A LA EXPOSICION A RADIACIONES ULTRAVIOLETA; SE HA VISTO QUE CON LA ADICION DEL NEGRO DE HUMO AL POLIETILENO, SE REQUIERE DE 15 VECES MAS EN TIEMPO, PARA ALCANZAR FALLAS VISIBLES EN LA SUPERFICIE. UNA VEZ INHERSA EN EL AGUA DEL MAR Y DEBIDO A LOS POLIMEROS CON LOS QUE SE FABRICA Y QUE SE CARACTERIZAN POR NATURALEZA EL SER ANTICORROSIVOS, LA GEORED NO PRESENTARA ALTERACIONES.

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS DE ESTE MATERIAL SON:

RESISTENCIA A LA TENSION	783 KG/H (NORMA DIN-53451)
ELONGACION A LA MITAD DE SU RESISTENCIA	3.2 %
RESISTENCIA A LA FLEXION	357 KG/CM2 (NORMA DIN-53452)
DUREZA SHORE	67 GRADOS
RESISTENCIA AL IMPACTO CHARPY	1325 KG-M/12 (NORRADIN-53453)
CARGA AL 10 % DE ALARGAMIENTO	693 KG/H

LAS FAJINAS SE FABRICAN EN LOS PATIOS DESIGNADOS PARA ELLO Y QUE SE ENCUENTRAN A LA ORILLA DEL MUELLE O DE LA ZONA DE ATRAQUE DE LA ENBARCACION QUE LAS TRANSPORTARA AL SITIO DE LA COLOCACION. ESTOS PATIOS FUERON ACONDICIONADOS MEDIANTE EL CONFORMADO DE LAS ZONAS DONDE SE TENDERIAN LOS FILTROS; A ESTE CONFORMADO SE LE DIO UNA PEQUEÑA PENDIENTE PARA AYUDAR EN LAS MANIOBRAS DE ENROLLADO. FINALMENTE, CON LA INSTALACION DE ESTRUCTURAS CUYA FUNCION ERA LA DE ALMACENAR LOS MATERIALES PARA LA FABRICACION DE LAS FAJINAS, QUEDABA TERMINADO ESTE PATIO DE FABRICACION.

CONFORMADO EL PATIO DE FABRICACION, SE TIENDE, CORTA Y ALINEA LA TELA DE POLIPROPILENO EN TRANCHOS DE 5 M DE ANCHO Y 63 M DE LARGO. A CONTINUACION Y CON EL USO DE UNA MAQUINA COSEDORA ELECTRICA PORTATIL Y CON HILO DE POLIESTER DE 0.6 MM DE DIAMETRO Y 2,700 N/KG, SE COSEN LONGITUDINALMENTE LOS TRANCHOS DE FILTRO YA EXTENDIDOS, FORMANDO UN LIENZO DEL TAMAÑO DE LA FAJINA QUE SE VA A COLOCAR (FIG.IV.7a.-).

SE DEJA UNA LONGITUD DE 63 M EN LOS FILTROS, DE MANERA QUE PUEDA ATARSE LA FAJINA ALREDEDOR DE LOS TUBOS DE LASTRE Y FAJINA, NECESARIOS PARA SU COLOCACION (FIG.IV.7c.-).

A CONTINUACION SE COLOCA LA MALLA SINTETICA GEORED EN SENTIDO TRANSVERSAL Y SE VA UNIENDO A LA TELA DE POLIPROPILENO POR MEDIO DE COSTURAS HECHAS A MANO CON HILO DE NYLON DE 90 N/KG Y CON PESO DE 11.1 GR/H (FIG.IV.8.-).

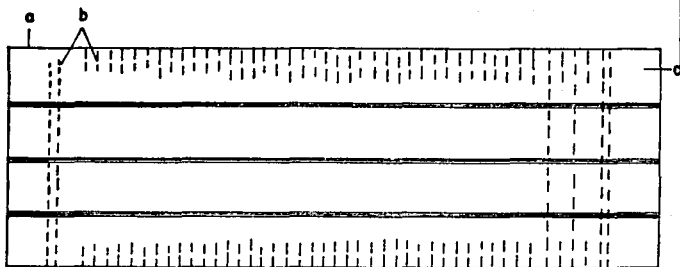


Fig. IV.7.-

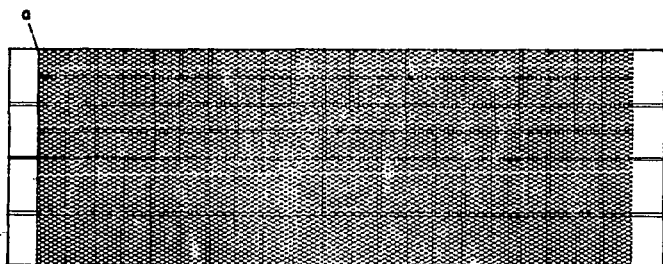


Fig. IV.8.-

PROCESO DE FABRICACION DE FAJINAS CON PROYECTO MODIFICADO

CON LA TELA Y MALLA COSIDA, SE COLOCAN EN SENTIDO TRANSVERSAL TRAMOS DE VARILLA CORRUGADA DE 1" DE DIAMETRO, QUE FUNCIONAN COMO LASTRES CUANDO SE RECUPERAN LOS TUBOS. ESTAS VARILLAS SIRVEN PARA DEJAR LA FAJINA LASTRADA EN SU PERIMETRO Y, EN ESPECIAL, LAS ZONAS DONDE VAN LOS TRASLAPES CON LAS OTRAS FAJINAS; ESTAS VARILLAS SE UNEN A LA FAMILIA POR MEDIO DE HILO DE NYLON (FIG.IV.7b.-).

YA QUE SE TIENE LA FAJINA TERMINADA, ESTA LISTA PARA PASAR LOS EXTREMOS ALREDEDOR DE LOS TUBOS DE LASTRE Y DE FAJINA Y COSER SUS PUNTAS DE MANERA QUE DICHOS TUBOS QUEDEN ABRAZADOS POR LA TELA (FIG.IV.9.-). AHORA SE PROCEDE A ENROLLAR LA FAJINA ALREDEDOR DEL TUBO (FIG.IV.10.-), PARA CUANDO LLEGUE AL OTRO EXTREMO, TODA LA FAJINA QUEDA ENROLLADA EN EL TUBO CON LOS BALEROS, Y EL TUBO DE LASTRE QUEDARA JUNTO AL OTRO (FIG.IV.11.-). EN ESTE MOMENTO SE ANARRAN FUERTEMENTE LOS DOS TUBOS CON CABOS DE POLIPROPILENO Y COLOCANDOSE LOS ESTROBOS DE CABLE DE ACERO ENTRE EL TUBO DE FAJINA Y EL DE JALON (FIG.IV.12.-), ASI COMO LOS QUE VAN DEL TUBO DE JALON AL CABLE DE LA GRUA PARA SU IZAJE. TODOS ESTOS CABLES DE ACERO SE CONECTAN A LOS TUBOS MEDIANTE GRILLETES.

IV.2.2.- COLOCACION DE FAJINAS

- PROYECTO ORIGINAL -

PARA EL BOTADO DE LAS FAJINAS ERA NECESARIO EL CONTAR CON UN MUELLE DE SERVICIO. ESTE MUELLE SE CONSTRUIRIA EN EL REMATE DEL PATIO DE FABRICACION, DE LA SIGUIENTE MANERA: RELLENO HASTA LA COTA +0.50 CON TALUD 3:1 Y CON ROCA TIPO 1 (TODO UNO); EL TALUD EN EL REMATE DEL MUELLE ES DE 1:1.5. CON LA FINALIDAD DE QUE EL MATERIAL COLOCADO NO SEA RENOVADO POR EL OLEAJE; SE COLOCARAN POSTERIORMENTE DOS CAPAS DE ENROCAMIENTO. LA PRIMERA CAPA SERA DE ROCA CON PESO COMPRENDIDO ENTRE 100 Y 200 KG, CON TALUD 1:1.5 Y ESPESOR DE 0.85 CM, FINALMENTE UNA CAPA CON ROCA DE PESO IGUAL O MAYOR A 1.0 TON, CON TALUD 1:1.5 Y ESPESOR DE 1.5 M.

SOBRE LA ROCA TODO UNO, SE HARA UN RELLENO CON UN ESPESOR DE 30 CM A BASE DE ARENA; EL RELLENO SERA COMPACTADO AL 85 % DE LA PRUEBA PROCTOR Y CON UNA PENDIENTE DE 1.7 %; A CONTINUACION SE APLICARA UN RIEGO DE IMPREGNACION CON ASFALTO REBAJADO DEL TIPO FN-0 O FN-1 A RAZON DE 1.2 A 1.5 LITROS POR METRO CUADRADO Y SOBRE ESTE RIEGO DE ASFALTO SE FERRARA LA SUPERFICIE CON UNA CAPA DE TELA DE POLIPROPILENO.

FINALMENTE, CON EL OBJETIVO DE DAR UNA SUPERFICIE UNIFORME, SE HARA UN RELLENO DE CONCRETO POBRE CON UN ESPESOR DE 0.50 M SOBRE EL ENROCAMIENTO DE PROTECCION (FIG.IV.13.-).

ES IMPORTANTE HACER NOTAR QUE AL PIE DEL TALUD DEL PEDRAPLEN DE PROTECCION, SE DEBERA CONSTRUIR UN PEQUEÑO TALON DE ATRAQUE PARA EVITAR LA SOCAVACION AL PIE DEL TALUD.

DESDE ESTE MUELLE DE SERVICIO SE BOTA LA FAJINA TOTALMENTE EXTENDIDA POR MEDIO DE LOS DISPOSITIVOS (MALACATES) CON QUE CUENTAN LAS ENBARCACIONES QUE HARAN LA COLOCACION EN EL SITIO DEL PROYECTO DE LA NISHA; ESTAS ENBARCACIONES SE TRATAN DE DOS CHALANES LLAMADOS DE PUNTA Y DE COLA

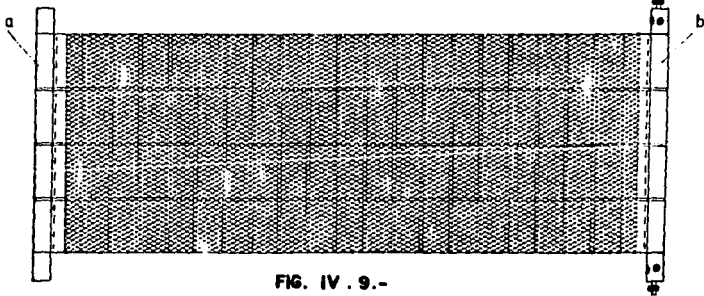


FIG. IV. 9.-

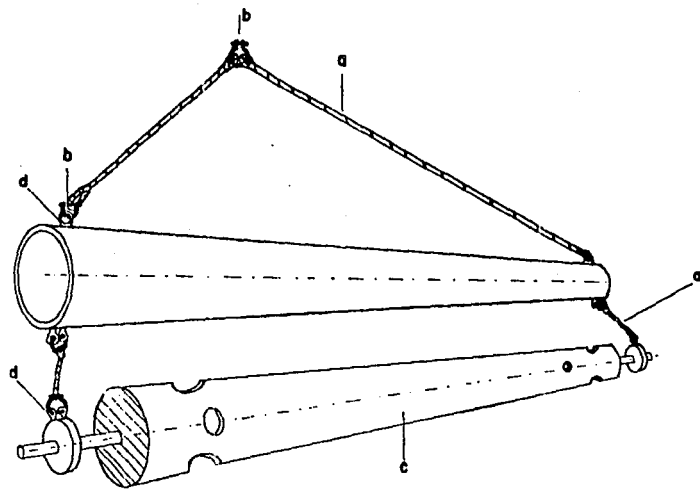


FIG. IV. 10.-



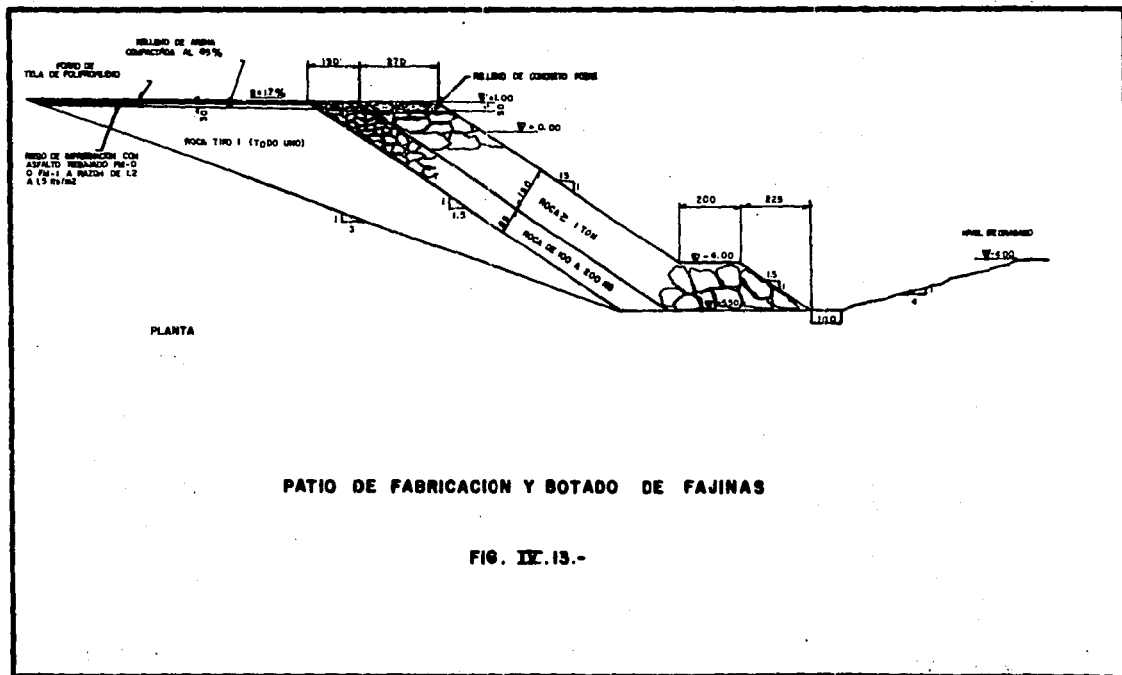
FIG. IV. 11.-

PROCESO DE FABRICACION DE FAJINAS CON PROYECTO MODIFICADO



MANEJO DE FAJINAS TERMINADAS CON PROYECTO MODIFICADO

FIG. IX. 12.-



EN LOS CUALES SE AMARRA LA FAJINA PARA SER TRASLADADA AL LUGAR DE COLOCACION, LOCALIZADO POR LA PREVIA INSTALACION DE BOYAS DE POSICIONAMIENTO EN LAS CUATRO ESQUINAS DE LA FAJINA (FIG.IV.14.-).

UNA VEZ EN EL LUGAR Y CON AYUDA DE LOS SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO ELECTRONICO DE LAS EMBARCACIONES, SE LOCALIZARA Y PRECISARA EL SITIO DE COLOCACION; SE PROCEDERA AL TIRADO DE LAS ANCLAS DE LOS CHALANES DE PUNTA Y COLA, PARA QUE ESTOS NO TENGAN DERIVA Y PUEDAN COLOCAR LA FAJINA CON PRECISION ENTRE LAS LINEAS QUE MARCA EL PROYECTO; ESTA OPERACION SE LLEVARA A CABO CON UNA EMBARCACION AUXILIAR PARA EL TIRO DE ANCLAS.

SE CORRIGE LA DERIVA QUE PUDIERA EXISTIR AUXILIANDOSE PARA ELLO DE LOS MALACATES DE ABORDO DEL CHALAN DE PUNTA O DE COLA, TIRANDO DEL ANCLA CORRESPONDIENTE HASTA CORREGIR LA DERIVA Y QUEDAR EN LA POSICION EXACTA.

SE PROCEDE AL LASTRADO DE LA TUBERIA AUXILIAR PARA EL HUNDIMIENTO DE LA FAJINA INICIANDO DEL LADO DEL CHALAN DE PUNTA, DESDE DONDE SE GUIA EL HUNDIMIENTO DE LA FAJINA, PARA QUE ESTA QUEDE CON EL TRASLAPE ADECUADO. ESTA BARCAZA PLANA O SEA EL CHALAN DE PUNTA O DE CABEZA CUENTA CON UN CONTRAPESO LATERAL QUE SIRVE PARA HUNDIR EL EXTREMO DE LA FAJINA (FIG.IV.15.-). A CONTINUACION SE REALIZA LA ACTIVIDAD DE LASTRADO DE LA FAJINA POR MEDIO DE LA COLOCACION DE DOS CAPAS DE ROCA; UNA PRIMERA CAPA CON ROCA TIPO 2 Y UNA SEGUNDA CAPA DE ROCA TIPO 3, A FIN DE OBTENER UN PESO TOTAL DE 700 KG/M2 DE AREA (FIG.IV.16.-).

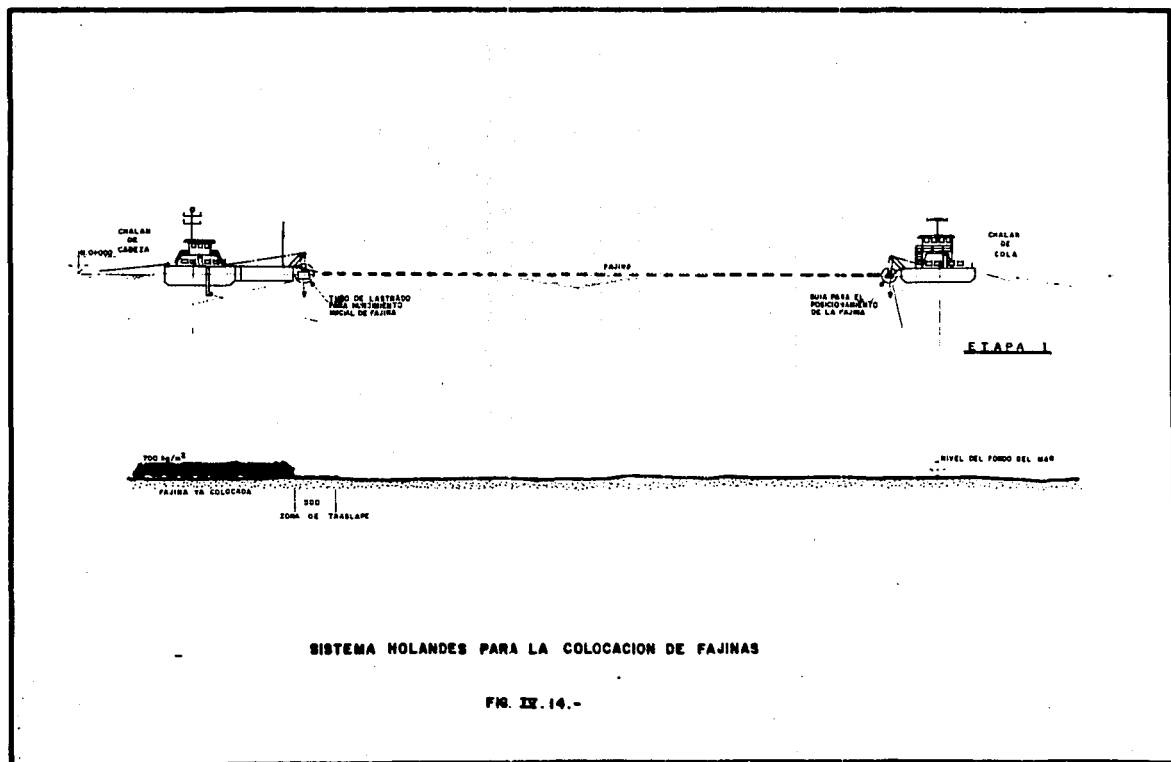
ESTA OPERACION SE LLEVA A CABO POR UNA BARCAZA DE VERTIDO LATERAL CONTROLADO, LA CUAL VIERTI ROCA A AMBOS LADOS E INICIANDO SU RECORRIDO EN EL EXTREMO QUE YA SE COLOCO EN EL FONDO MARINO (CHALAN DE PUNTA) HASTA EL EXTREMO DONDE SE ENCUENTRA EL CHALAN DE COLA, PARA ASI IR HUNDIENDO LA PIEZA CONFORME AVANCE EL LASTRADO (FIG.IV.17.-).

- PROCEDIMIENTO UTILIZADO -

EL CAMBIO DE PROYECTO PARA LA FABRICACION DE LAS FAJINAS, PERMITIO QUE APARTE DE SER MAS FLEXIBLES, EL PESO DE LAS MISMAS SE REDUJERA HASTA EN 5 VECES, LO CUAL PROVOCO QUE ESTAS FUERAN MAS MANEJABLES, YA QUE AHORA PODRIAN SER TRASLADADAS HASTA EL SITIO DE SU COLOCACION EN LARGOS ROLLOS SOBRE LA CUBIERTA DE UN CHALAN, OCUPANDO POCO ESPACIO. TODOS ESTOS CAMBIOS FACILITARON EN GRAN MEDIDA TODAS LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA COLOCACION DE LAS FAJINAS (BOTADO, TRASLADO Y COLOCACION), LO QUE CONDUJO A LA REDUCCION DE COSTOS POR LA REALIZACION DE ESTAS ACTIVIDADES CON RESPECTO AL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO INICIALMENTE PLANEADO.

PARA LA COLOCACION DE LAS FAJINAS FUE NECESARIO EL HABILITADO DE TRES TUBOS METALICOS, CUYAS CARACTERISTICAS Y FUNCIONES A CONTINUACION DESCRIBIMOS:

- TUBO DE LASTRE (FIG.IV.18.-): SE TRATA DE UN TUBO ABIERTO PARA QUE SE HUNDA, CUENTA CON UNA CRUCETA METALICA A CADA EXTREMO Y CUYO OBJETIVO ES EL DE QUE SE INCRUSTE EN EL FONDO MARINO, EVITANDOSE QUE SE DESLICE.



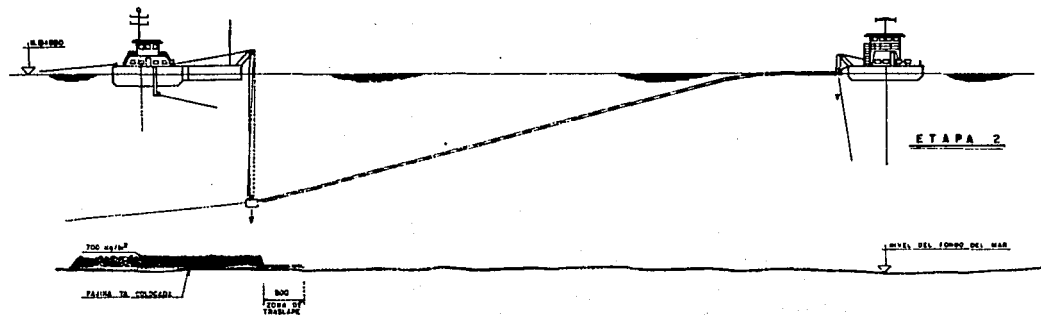


FIG. IX. 15.-

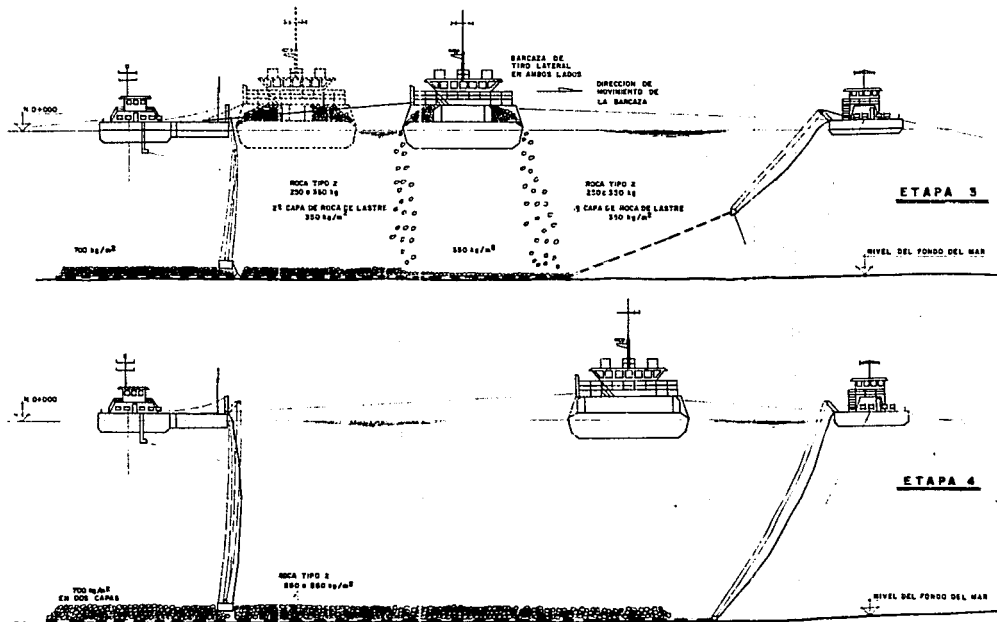


FIG. IX .16.-

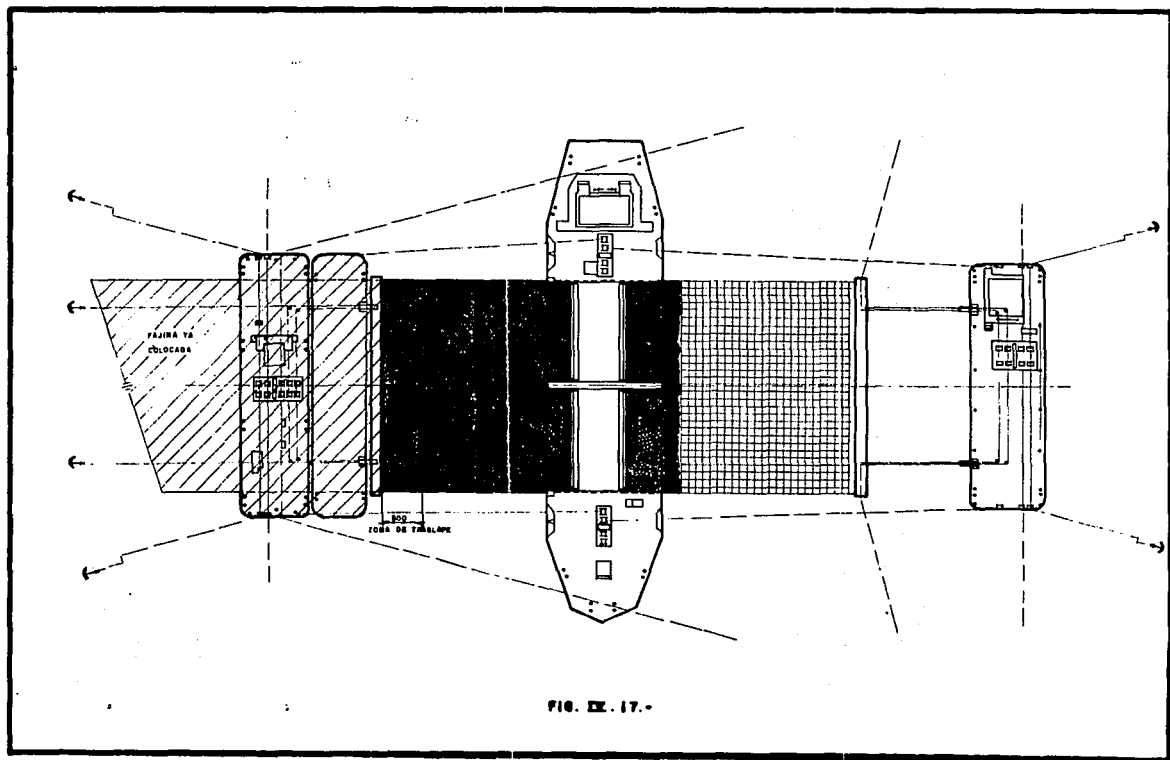
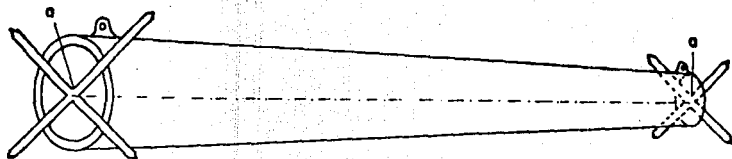


FIG. EX. 17.-



**TUBO DE LASTRE PARA EL PROCESO MODIFICADO
DE COLOCACION DE FAJINAS**

FIG. IX. 18.-

- TUBO DE FAJINA (FIG.IV.19.-): ES UN TUBO CON VARIOS ORIFICIOS EN SU PARED CIRCULAR, PARA QUE TAMBIEN SE HUNDA, PERO CERRADO EN SUS EXTREMOS CON UNA DOBLE PLACA METALICA; CUENTA CON UNA FLECHA Y BALEROS

DENTRO DE UNA CAJA SELLADA, QUE PERMITEN SU RODAMIENTO AL MOMENTO DE COLOCACION DE LA FAJINA. ALREDEDOR DE ESTE TUBO SE ENROLLA LA FAJINA PREVIAMENTE FABRICADA.

LA FAJINA SE ENROLLA A MANO, COMENZANDO POR SU EXTREMO Y GIRANDO EL TUBO DE LA FAJINA SOBRE ELLA Y A FAVOR DE LA PENDIENTE DEL PATIO. EL OTRO EXTREMO SE FIJA AL TUBO DE LASTRE, QUE PERMANECERA INMOVIL HASTA QUE LA FAJINA ENROLLADA SE LE UNA.

LOS PRIMEROS MOVIMIENTOS QUE SE EFECTUAN, SON LOS DE SUBIR LOS TUBOS ENROLLADOS CON LA FAJINA A CUBIERTA. LAS FAJINAS MIDEN 20 M DE ANCHO QUE CON UN TRASLAPE DE 4 M, SUMA UN ANCHO DE DESPLANTE DE 36 M PARA EL TALON EN EL LADO MAR Y EN EL LADO PUERTO SOLO SE COLOCA UNA DE 15 M DE ANCHO.

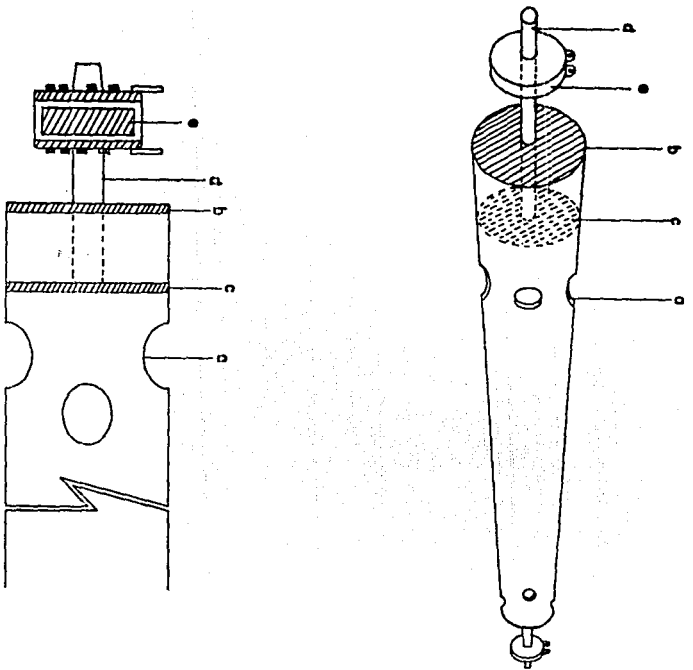
- TUBO DE JALON O IGUALADOR (FIG.IV.12.-): ES UN TUBO CERRADO EN SUS EXTREMOS PARA QUE FLOTE Y CUYA FUNCION ES LA DE QUE LOS TIRONES QUE SE EJERCEN AL MOMENTO DE COLOCACION DE LAS FAJINAS SOBRE EL TUBO DE FAJINAS SEA SIEMPRE AXIAL SOBRE LOS BALEROS, ASEGURANDO ASI LA CORRECTA EJECUCION DEL DESENRROLLADO DE LA FAJINA.

CON RESPECTO A LAS ENBARCACIONES QUE INTERVIENEN EN LA COLOCACION DE LAS FAJINAS, SON:

- UN REMOLCADOR, LO SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA MOVER EL CHALAN DE FAJINAS Y LAS ANCLAS DEL MISMO, ASI COMO CONTAR CON UNA POLEA DE GRAN CAPACIDAD, MONTADA EN POPA.

- UN CHALAN CON DIMENSIONES DE 180' x 54' x 12.5' EL CUAL FUE NECESARIO ACONDICIONAR PARA QUE CONTARA CON EL SIGUIENTE EQUIPO Y ACCESORIOS:

UNA CASETA OFICINA
TRES MALACATES DE DOBLE TAMBOR CON CABLES
CUATRO ANCLAS Y SUS BOYAS MARCADORAS
CUATRO POLEAS DE PISO PARA LOS CABLES
CUATRO DISPOSITIVOS CENTRADORES DE CABLE (FAIRLEAD)
UN DISPOSITIVO CENTRADOR DE CABLE
UNA CASETA DE CONTROL DE MALACATES
UNA BOMBA DE ACHIQUE
UNA PLANTA DE SOLDAR
UNA PLANTA DE LUZ
UNA GRUA SOBRE ORUGAS
UNAS TENAZAS PARA ROCA
DOS PLATAFORMAS PROTECTORAS A BASE DE MADERA PARA EL AREA DE ALMACENAMIENTO DE ROCA
CUATRO APOYOS PARA FAJINA
DOS DEPOSITOS DE COMBUSTIBLE
UN DEPOSITO PARA AGUA
UN SISTEMA ELECTRICO PARA ILUMINACION
UN SISTEMA DE LUCES DE NAVEGACION
UN LOTE DE CHALECOS SALVAVIDAS PARA TRIPULACION
TRES EQUIPOS DE BUCEO



TUBO DE FAJINA

FIG. IV. 19.-

**UN COMPRESOR DE AIRE
DOS LANCHAS AUXILIARES CON MOTOR FUERA DE BORDA**

UNA VEZ QUE LA FAJINA ESTE EN CONDICIONES, ES IZADA Y COLOCADA PROXIMA A UNA DE LAS BORDAS DEL CHALAN, QUE ES DONDE SE ENCUENTRAN LOS APOYOS PARA FAJINA; ESTA ACTIVIDAD SE REALIZA CON LA GRUA SOBRE ORUGAS MONTADA SOBRE EL CHALAN. CON ESTA MISMA GRUA Y CON AYUDA DE LAS TENAZAS, SE CARGA LA ROCA QUE PREVIAMENTE SE VA ALMACENANDO A ORILLAS DEL MUELLE DE BOTADO DE FAJINAS Y QUE SIRVE PARA UN PRELASTRADO DE LA FAJINA YA COLOCADA (FIG.IV.20.-).

REALIZADAS ESTAS ACTIVIDADES SE PROCEDE AL TRASLADO DEL CHALAN AL SITIO DE COLOCACION DE LA FAJINA. PARA ESTE EFECTO, YA CON ANTERIORIDAD HAN SIDO COLOCADOS LOS BOYARINES QUE DELIMITAN LA ZONA DONDE VA A SER COLOCADA LA FAJINA. SE TRATA DE CUATRO BOYAS DE POSICIONAMIENTO EN LAS CUATRO ESQUINAS DE LA FAJINA, ESTOS BOYARINES SON DE NEOPRENO Y PINTADOS DE COLOR ROJO; ESTAN SUJETOS CON HILO DE POLIPROPILENO A UN LASTRE DE CONCRETO COLOCADO EN EL FONDO MARINO POR BUZOS (FIG.IV.21b y c.-).

POSTERIORMENTE SE COLOCAN BOYAS INTERMEDIAS A CADA 15 M, QUE JUNTO CON LAS BOYAS ROJAS DELIMITAN PERFECTAMENTE EL PERIMETRO DE LA SUPERFICIE DONDE SE COLOCARA LA FAJINA (FIG.IV.21d.-).

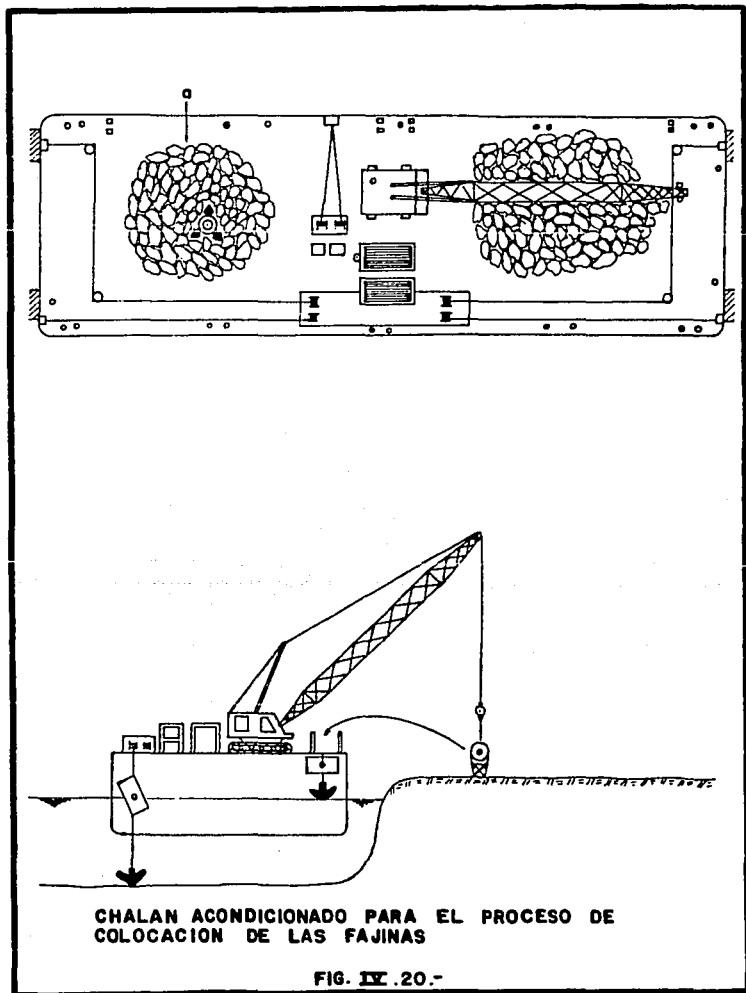
FINALMENTE, 200 M ADELANTE SE COLOCA UNA ULTIMA BOYA QUE DELIMITA EL EJE CENTRAL DEL SITIO DE COLOCACION DE LA FAJINA. EN ESTE PUNTO SE POSICIONARA EL REMOLCADOR QUE REALIZARA LAS ACTIVIDADES DE DESENLIZADO DE LA FAJINA (FIG.IV.21f.-).

PARA SITUAR LAS BOYAS, SE UTILIZA UN APARATO EN TIERRA LLAMADO DISTANCIOMETRO, Y QUE CON AYUDA DE UN TRANSITO SE DEFINEN LAS COORDENADAS "X" Y "Y" DE LA FAJINA A COLOCAR.

UNA VEZ QUE EL CHALAN ESTE SITUADO MAS O MENOS EN EL SITIO DE COLOCACION DE LAS FAJINAS, SE PROCEDE A LA COLOCACION DE LAS CUATRO ANCLAS DEL CHALAN EN LOS PUNTOS Y DISTANCIAS CONVENIENTES, PARA LUEGO AJUSTAR EL POSICIONAMIENTO EXACTO, MARCADO POR LAS DOS LINEAS DE BOYAS YA DESCRITAS, QUE FORMAN UN CARRIL CON LA HOLGURA ADECUADA PARA EL PASO DEL TUBO DE FAJINA.

EL TIRAR LAS CUATRO ANCLAS DEL CHALAN ES UNA OPERACION LLEVADA A CABO POR EL REMOLCADOR, QUE LAS POSICIONA APROXIMADAMENTE A UNA DISTANCIA DE 200 M DEL CHALAN, FORMANDO EL CABLE DE LAS ANCLAS UN ANGULO DE 45 GRADOS, QUEDANDO ASI POSICIONADO EL CHALAN. FINALMENTE, TIRANDO DEL ANCLA CORRESPONDIENTE POR MEDIO DE LOS MALACATES A BORDO, SE POSICIONA EL CHALAN A LA DISTANCIA ADECUADA Y PARALELO A LA LINEA DE ARRANQUE.

AHORA SE PROCEDE A BAJAR EL ROLLO DE FAJINA CON LA GRUA, COLOCANDOLO DE TAL MANERA QUE QUEDA PERFECTAMENTE ALINEADO EL TUBO DE LASTRE CON LOS LASTRES DE LAS BOYAS DE ARRANQUE. CUANDO LA FAJINA SE ENCUENTRA EN EL FONDO, SE COLOCAN DOS BOYAS, UNA EN CADA EXTREMO DEL TUBO DE LASTRE (FIG.IV.21m.-), Y DOS BOYAS MAS. UNA EN CADA EXTREMO DEL TUBO DE FAJINA (FIG.IV.21n.-). LAS BOYAS SON SUJETADAS POR UN CABO DE GROSOR APROPIADO Y AMARRADO A UNAS OREJAS COLOCADAS EN LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS (FIG.IV.12d.-). CUANDO SE TIENE ESTO, SE HACEN LAS CORRECCIONES NECESARIAS PARA UN BUEN CENTRADO Y ALINEAMIENTO DEL TUBO DE LASTRE.



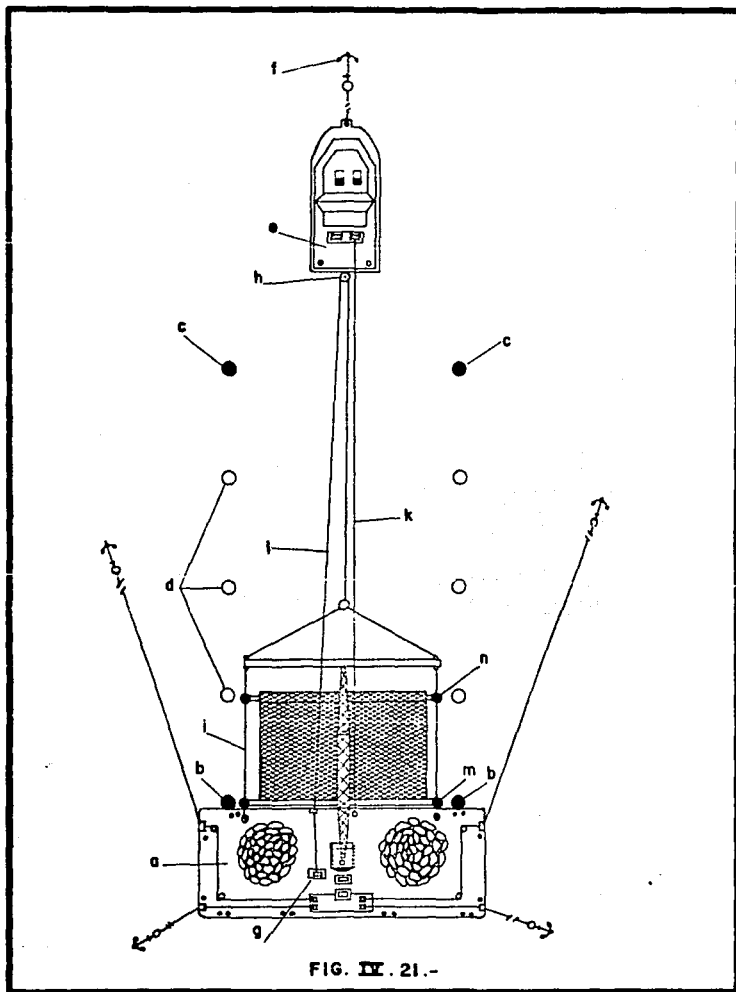


FIG. IV. 21.-

ES IMPORTANTE HACER NOTAR LA NECESIDAD DE CONTAR CON BUZOS CALIFICADOS Y ENTRENADOS, PARA LA SUPERVISION DE TODA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN EL FONDO DEL MAR, PARA GARANTIZAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

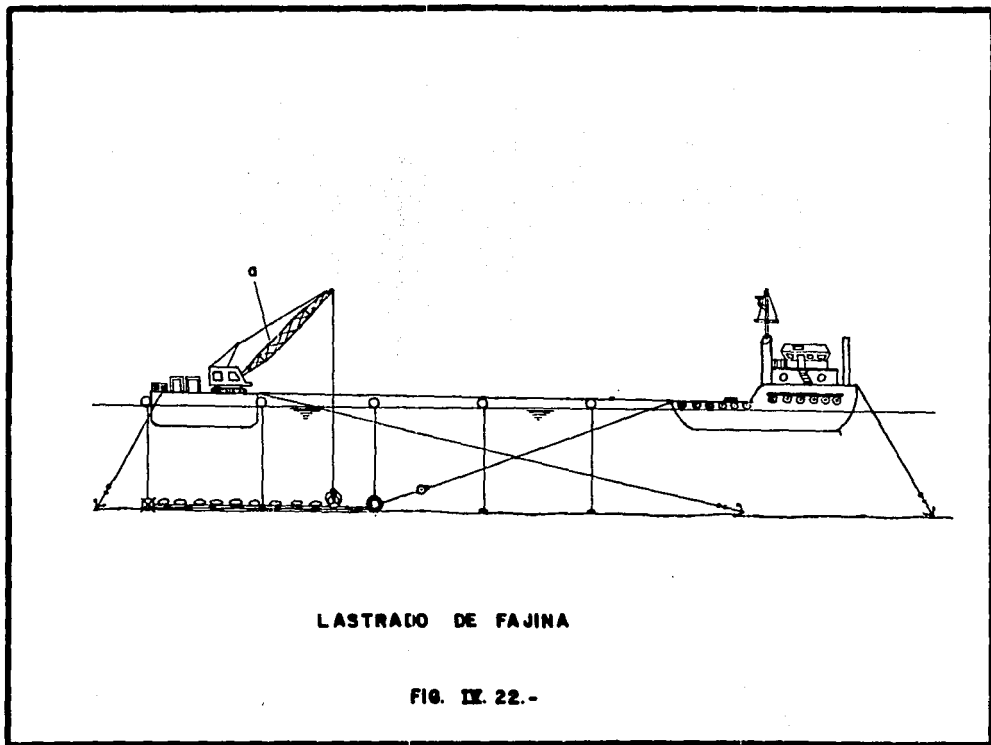
ES CONVENIENTE LA VERIFICACION DE QUE EL TUBO DE FAJINA SE ENCUENTRE ADELANTE DEL TUBO DE LASTRE, PARA QUE PUEDA EFECTUAR EL DESENRROLLADO.

TODO ESTO REALIZADO, EL REMOLCADOR SE POSICIONARA (FIG.IV.21e.-) A LA MITAD DEL CARRIL FORMADO POR LAS BOYAS Y A UNA DISTANCIA ADECUADA DELANTE DE LAS BOYAS DEL FINAL DE LAS FAJINAS; SE POSICIONARA CON LA POPA HACIA EL CHALAN Y SUJETADO A TRAVES DE UN CABLE QUE VA DEL MALACATE DEL REMOLCADOR A UNA DE LAS BITAS QUE SE ENCUENTRAN EN EL CENTRO DE LA BORDA DEL CHALAN (FIG.IV.21k.-). A CONTINUACION EL REMOLCADOR SE AMARRA POR LA PARTE DE PROA A UNA ANCLA COLOCADA CON ANTERIORIDAD. ESTA ANCLA ESTA SEÑALADA POR MEDIO DE LA LLAMADA QUINTA BOYA (FIG.IV.21f.-).

CON ESTO, SE OBTIENE LA FIJACION DEL REMOLCADOR EN SENTIDO LONGITUDINAL Y EN CASO DE ESTAR DESCENTRADO TRANSVERSALMENTE SE CORRIGE CON LOS MOTORES DEL MISMO REMOLCADOR. EN EL CHALAN SE ENCUENTRA MONTADO, EN EL LUGAR APROPIADO, UN MALACATE DE DOBLE TAMBOR Y DE CAPACIDAD SUFICIENTE PARA JALAR LA FAJINA Y ASI DESENRROLLARLA (FIG.IV.21g.-). EL CABLE DE ESTE MALACATE (FIG.IV.21i.-) ES PASADO POR UN DISPOSITIVO CENTRADOR (FAIRLEAD) MONTADO EN LA BORDA DEL MISMO CHALAN Y LLEVADO HASTA LA POPA DEL REMOLCADOR EN DONDE SE LE PASARA A TRAVES DE UNA POLEA (FIG.IV.21h.-) DEL TAMAÑO NECESARIO, QUE SE ENCUENTRA MONTADA FUERA DE BORDA EN LA POPA DEL REMOLCADOR. ESTE CABLE QUE UNO DE SUS EXTREMOS SE ENCUENTRA EN EL REMOLCADOR, ES JALADO POR OTRO CABLE QUE SE DESPRENDE DEL MISMO MALACATE DE FAJINA COLOCADO EN EL CHALAN. EL CHALAN DE FAJINA ES PASADO A TRAVES DE LA POLEA QUE SE ENCUENTRA EN EL REMOLCADOR, ES JALADO POR EL MALACATE DE FAJINA Y REGRESADO AL CHALAN, EN DONDE SE LE CONECTA A LOS ESTROBOS DE IZARJE Y DESENRROLLADO DE LA FAJINA, DESCONECTANDO LOS MISMOS DE LOS CABLES DE LA GRUA POSTERIORMENTE. EN ESTOS MOMENTOS, LOS CABOS QUE UNEN A LOS DOS TUBOS (FAJINA Y LASTRE) Y QUE SE ENCUENTRAN ALINEADOS EN EL FONDO, SON CORTADOS PARA SU LIBERACION, Y ASI PROCEDER CON EL DESENRROLLADO DE LA FAJINA. EN EL TUBO DE FAJINA, EN LA FLECHA ENTRE BALEROS Y TUBO, VAN ATADOS DOS CABOS DE POLIPROPILENO O SIMILAR DE GROSOR ADECUADO Y LONGITUD MAYOR QUE EL DE LA FAJINA A COLOCAR (FIG.IV.21j.-), CUYA FUNCION ES LA DE PERMITIR CONTROLAR DESDE EL CHALAN, EL ALINEAMIENTO EN EL TRANCURSO DEL DESENRROLLADO DE LA FAJINA, ES DECIR, ESTE DISPOSITIVO EVITA QUE LA FAJINA SALGA DEL CARRIL Y CORRIGE EN CASO DE DESVIACION.

EL SIGUIENTE PASO ES INICIAR EL EXTENDIDO DE LA FAJINA HASTA LAS PRIMERAS BOYAS INTERMEDIAS; ESTAS BOYAS SON COLOCADAS DE ACUERDO A LA LONGITUD DE LA PLUMA Y A LA CAPACIDAD DE LA GRUA; UNA VEZ QUE LA FAJINA ESTE DESENRROLLADA HASTA LAS PRIMERAS BOYAS INTERMEDIAS, SE DETIENE EL PROCESO Y SE CONTINUA CON EL LASTRADO DE LA PARTE DE FAJINA DESENRROLLADA, UTILIZANDO PARA EL CASO LA GRUA CON UNAS TENAZAS APROPIADAS PARA LA COLOCACION DE ROCA QUE SERVIRA COMO LASTRE Y QUE SERA COLOCADA EN EL INTERVALO NECESARIO Y RESPETANDO LAS ZONAS DE TRASLAPE (FIG.IV.22.-).

SEGUIDAMENTE, SE POSICIONA DE NUEVO EL CHALAN PARA PERMITIR QUE LA GRUA TENGA DE NUEVO ALCANCE SUFICIENTE PARA LASTRAR EL PEDAZO NUEVO DE FAJINA DESENRROLLADO.



LASTRADO DE FAJINA

FIG. IX. 22.-

EL PROCESO CONTINUA CON EL DESEMBOLADO DE LA FAJINA HASTA LAS SIGUIENTES BOYAS INTERMEDIAS, EN DONDE SE DETENDRA NUEVAMENTE PARA SU LASTRADO. ESTE PROCESO SE REPITE HASTA LLEGAR A LAS BOYAS FINALES.

CUANDO LA FAJINA ESTE DESEMBOLADA COMPLETAMENTE Y LASTRADA EN SU TOTALIDAD, EXCEPTO EN LAS ZONAS DE TRASLAPE (FIG. IV. 23.-), SE PROCEDE A SOLTAR EL CABLE DE FAJINA DEL RENOLCADOR Y A SOLTAR EL RENOLCADOR DEL CHALAN Y ANCLA; EN ESTOS MOMENTOS LOS BUZOS CORTARAN LA FAJINA POR EL LONO DEL TUBO PARA LIBERARLO. HECHO ESTO, SE CONECTAN LOS ESTROBOS DE JALON E ITAJE AL CABLE DE LA GRUA PARA LA RECUPERACION DEL TUBO DE FAJINA Y EL TUBO IGUALADOR. RECUPERADOS ESTOS TUBOS SE RETROCEDE EL CHALAN HASTA LAS BOYAS DE ARRANQUE PARA LA RECUPERACION DEL TUBO DE LASTRE, UTILIZANDO PARA ESTE CASO LA GRUA Y DOS ESTROBOS DE LONGITUD APROPIADA, CON GANCHOS EN LOS EXTREMOS PARA QUE LOS BUZOS LOS CONECTEN EN LOS ORIFICIOS QUE TIENE EN LOS EXTREMOS EL TUBO DE LASTRE QUE PREVIAMENTE SE LIBERO DE LA FAJINA.

EL CHALAN RECUPERA SUS ANCLAS CON EL AUXILIO DEL RENOLCADOR Y ES LLEVADO DE REGRESO A PUERTO.

POR ULTIMO, SE PROCEDE AL LASTRADO FINAL DE LA FAJINA COMPLETA POR MEDIO DE LAS ENBARCACIONES DE DESCARGA POR FONDO CON ROCA DE 250 A 350 KGS. EN DOS CAPAS, DE TAL MANERA DE OBTENER UN LASTRADO DE 700 KGS. POR METRO CUADRADO. EL LASTRADO OCUPARA 55 METROS DE LONGITUD, DEJANDO LOS 5 METROS DE TRASLAPE PARA LA SIGUIENTE SECCION.

IV.3.- SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ROCA

DENTRO DE LOS MATERIALES QUE CONSTITUYEN LAS DIFERENTES SECCIONES QUE FORMAN PARTE DE UN RONPEOLAS A TALUD, LA ROCA EN SUS DIFERENTES PESOS Y TAMAÑOS CONFORMA APROXIMADAMENTE TRES CUANTAS PARTES DEL VOLUMEN TOTAL DE LA ESTRUCTURA, POR LO QUE DE SU CORRECTA EXPLOTACION Y SUMINISTRO DEPENDEN TODAS LAS DEMAS ACTIVIDADES QUE INTEGRAN LA CONSTRUCCION DE TAN IMPORTANTE ESTRUCTURA.

ES POR ELLO, QUE RESULTA DE PARTICULAR IMPORTANCIA LA LOCALIZACION Y EL ESTUDIO DE CANTERAS PARA SU FUTURA EXPLOTACION Y ASI SUMINISTRAR ROCA DE CALIDAD ADECUADA Y EN CANTIDAD SUFICIENTE, Y TRANSPORTADA EN FORMA EXPEDITA Y ECONOMICA HASTA EL SITIO DE LA OBRA.

LA GEOGRAFIA REGIONAL Y LOCAL, LAS FUERZAS GENERADAS POR EL OLEAJE Y LA AGRESIVIDAD DEL MEDIO AMBIENTE MANIFESTADA EN EL PAULATINO DETERIORO DE LOS ELEMENTOS COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA, SON EN ULTIMA INSTANCIA LAS CARACTERISTICAS QUE GOBERNARAN LA CALIDAD, CANTIDAD, TAMAÑOS, ETC., DE LOS FRAGMENTOS ROCOSOS A OBTENER.

LOS FRAGMENTOS DE ROCA ESTARAN EXPUESTOS A FUERZAS QUE PROVOCARAN ESFUERZOS INTERNOS QUE A SU VEZ INDUCIRAN A LA DEGRADACION DE LA INTEGRIDAD DEL CONJUNTO. ADEMAS DE LAS SOLICITACIONES MECANICAS, LOS FRAGMENTOS DE ROCA DEBERAN TENER LA SUFICIENTE ESTABILIDAD QUIMICA PARA RESISTIR POR AÑOS, EL DETERIORO PROVOCADO POR EL ATAQUE DEL AGUA SALINA.

DE ACUERDO CON LO ANTERIOR E INDEPENDIENTEMENTE DE SU ORIGEN GEOLOGICO, EL ENROCAMIENTO QUE FORMARA EL RONPEOLAS DEBERA CUMPLIR CIERTAS PROPIEDADES ESSENCIALES, Y QUE SON:

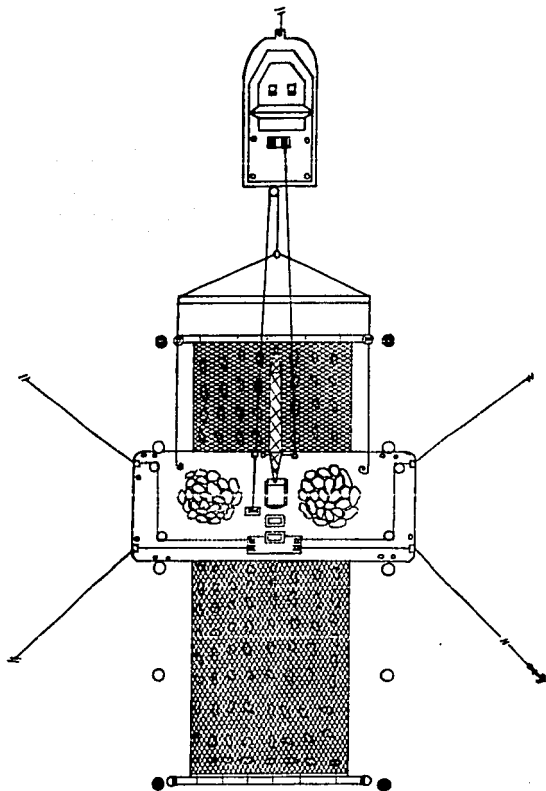


FIG. IX. 23.-

- TENACIDAD
- HERMETISMO
- INMUNIDAD QUINICA

EN LA TABLA IV.1.- APRECIAMOS LAS CARACTERISTICAS BASICAS QUE DEBERAN SER SATISFECHAS POR LA ROCA QUE SERA COLOCADA EN LA ESTRUCTURA.

TABLE IV.1.-
CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE ROCA A UTILIZAR EN ROMPEOLAS

No.	PROPIEDAD ESENCIAL	CARACTERISTICAS
1.-	TENACIDAD	
1.1.-		RESISTENCIA A LA COMPRESION
1.2.-		RESISTENCIA A LA TENSION
1.3.-		RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE
1.4.-		RESISTENCIA AL IMPACTO
1.5.-		DENSIDAD RELATIVA
1.6.-		ABSORCION
1.7.-		SUSCEPTIBILIDAD A LA INMERSION
1.8.-		COEF. DE FRICCION ENTRE ROCA Y ROCA
1.9.-		FORMA DE LOS FRAG. Y No. DE PUNTOS DE CONTACTO
1.10.-		DEBILIDADES INTERNAS DEL FRAGMENTO: EXFOLACION, VENAS INTRUSIVAS, FRACT. Y OTROS EFEC. INTRUSIVOS Y DE INTemperismo
2.-	HERMETISMO	
2.1.-		POROSIDAD
2.2.-		PERMEABILIDAD
3.-	INMUNIDAD QUINICA	
3.1.-		INTEGRIDAD VOLUMETRICA (SLACKING) (RESIST. A DESINTEGRARSE AL SUNERG. EN AGUA DE MAR, YA SEA TOTAL O PARCIAL, ASI COMO EN CICLOS ALTERNADOS DE SECO Y MOJADO)
3.2.-		AMBIENTE ATMOSFERICO

PARA EFECTOS DE ESTA OBRA, LOS INDICES DE CALIDAD DE ROCA RECOMENDADOS, SON LOS DADOS POR LAS ESPECIFICACIONES DE LA A.S.T.M. (TABLA IV.2.-), Y SE RECHAZARA LA ROCA SUMINISTRADA, QUE A JUICIO DEL SUPERVISOR EN CAMPO, NO CUMPLA ESTAS NORMAS.

**TABLA IV.2.-
INDICES DE CALIDAD PARA ROCA DE ESCOLLERA, SEGUN LA A.S.T.M.**

NORMA	PROPIEDAD	INDICE DE CALIDAD REQUERIDO
C-170	RESISTENCIA A LA COMPRESION	HAYOR DE 400 KG/CM²
C-127	PESO ESPECIFICO	HAYOR DE 2.5 TON/M³
C-97	ABSORCION	1 A 3 PORCIENTO
C-88	PERDIDA POR ACCION DEL SULFATO DE MAGNESIO (INTENPERISMO ACELERADO) (CINCO CICLOS)	MEJOR DEL 15 PORCIENTO
C-88	PERDIDA POR ACCION DEL SULFATO DE SODIO (INTENPERISMO ACELERADO) (CINCO CICLOS)	MEJOR DEL 10 PORCIENTO
C-535	PERDIDA POR DESGASTE (PRUEBA DE LOS ANGELES)	MEJOR DEL 35 PORCIENTO

POR OTRO LADO, UNA VEZ QUE FUERON DETERMINADOS POR EFECTOS DE OLEAJE, EL PESO DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL NUCLEO Y LAS CAPAS SECUNDARIAS DE LAS SECCIONES DEL ROMPEOLAS Y CON EL FIN DE QUE SE CUMPLAN LAS CONDICIONES DE FILTRO, LA ROCA POR SUMINISTRAR FUE CLASIFICADA EN SIETE TIPOS Y DEBE DE CUMPLIR LAS ESPECIFICACIONES PARTICULARES INDICADAS (TABLA IV.3.-).

TABLA IV.3.-
CLASIFICACION Y TOLERANCIAS DE LA ROCA A SUMINISTRAR

TIPO DE ROCA	P E S O	TOLERANCIAS
ROCA TIPO 1 O TODO UNO	-- 0 --	COMO MINIMO EL 50 % EN PESO, SERA DE MATERIAL FORMADO POR ROCAS, CUYO PESO SEA MAYOR DE 25 KG NO TENIENDO LIMITACION EL PESO MAX. NO SE ACEPTARA MAS DE UN 10 % EN PESO, DE PIEDRAS CON UN PESO INFERIOR A UN KILOGRAMO.
ROCA TIPO 2	0.25 A 0.35 TON	COMO MAXIMO EL 15 % EN PESO, SERA DE MAT. FORMADO POR ROCAS CON PESO COMPRENDIDO ENTRE 0.125 Y 0.250 TONELADAS
ROCA TIPO 3	0.35 A 0.75 TON	COMO MAXIMO EL 15 % EN PESO, SERA DE MATERIAL FORMADO POR ROCAS CON PESO COMPRENDIDO ENTRE 0.175 Y 0.350 TONELADAS
ROCA TIPO 4	0.75 A 1.5 TON	COMO MAXIMO EL 15 % EN PESO, SERA DE MATERIAL FORMADO POR ROCAS CON PESO COMPRENDIDO ENTRE 0.375 Y 0.750 TONELADAS
ROCA TIPO 5	1.50 A 2.50 TON	COMO MAXIMO EL 15 % EN PESO, SERA DE MATERIAL FORMADO POR ROCAS CON PESO COMPRENDIDO ENTRE 0.755 Y 1.500 TONELADAS
ROCA TIPO 6	2.50 A 3.50 TON	COMO MAXIMO EL 15 % EN PESO, SERA DE MATERIAL FORMADO POR ROCAS CON PESO COMPRENDIDO ENTRE 1.250 Y 2.500 TONELADAS
ROCA TIPO 7	3.50 A 6.00 TON	COMO MAXIMO EL 15 % EN PESO, SERA DE MATERIAL FORMADO POR ROCAS CON PESO COMPRENDIDO ENTRE 1.750 Y 3.500 TONELADAS

NO SE ACEPTARA MAS DE UN 5 % EN PESO DE ARENA O POLVO ADHERIDO A LA ROCA.

FINALMENTE, PARA QUE LA ESTRUCTURA SEA MAS ESTABLE, SE ESPECIFICA QUE TODA ROCA SUMINISTRADA TENDRA SUS CARAS ASPERAS E IRREGULARES, EVITANDOSE LAS FORMAS REDONDEADAS. SU DIMENSION MINIMA NO SERA INFERIOR A UN TERCIO DE SU DIMENSION MAXIMA.

LAS LAJAS Y LOSAS PLANAS O ALARGADAS SERAN RECHAZADAS.

RESPECTO AL CONTROL DE CALIDAD DE LA ROCA DURANTE SU SUMINISTRO SERA COMO MINIMO EL SIGUIENTE:

- A) INFORME COMPLETO DE LA ROCA CADA VEZ QUE SE CAMBIE DE BANCO.
- B) PESO ESPECIFICO Y DESGASTE UN ENSAYO CADA 10,000 TON.
- C) ABSORCION UN ENSAYO CADA 20,000 TON.
- C) PESO DE LA ROCA CADA VEZ QUE SE CONSIDERE CONVENIENTE.

LA INVESTIGACION DE LOS BANCOS DE ROCA COMPRENDE ESTUDIOS TOPOGRAFICOS, GEOFISICOS, GEOLOGICOS Y PRUEBAS DE CALIDAD. ES IMPORTANTE EFECTUAR UN BUEN ESTUDIO DE LA GEOLOGIA ESTRUCTURAL DE CADA CANTERA, QUE PERMITA PRONOSTICAR EL TAMAÑO MAXIMO DE LA ROCA SUSCEPTIBLE DE OBTENERSE, ASI COMO INVESTIGAR LA MICROFRACTURACION QUE PUDIERA EXISTIR EN EL MATERIAL. ADICIONALMENTE ESTE ESTUDIO SERVIRA PARA PROYECTAR EN FORMA RACIONAL LA APERTURA DE LOS BANCOS DE EXPLOTACION.

ES MUY RECOMENDABLE EFECTUAR VOLADURAS DE PRUEBA EN LAS CANTERAS DURANTE LA FASE DE INVESTIGACION DE LAS MISMAS, VARIANDO LOS PATRONES DE BARRENACION Y LA CANTIDAD DE EXPLOSIVOS, A FIN DE CONOCER LOS PORCENTAJES PROBABLES DE LOS DISTINTOS TAMAÑOS DE ROCA QUE PUEDEN OBTENERSE EN FORMA ECONOMICA Y PRACTICA, LO CUAL PERMITE QUE DESDE LA FASE DE DISEÑO, SE AJUSTE EL PROYECTO A LA DISPONIBILIDAD DE ESTE MATERIAL. EN CASO DE QUE NO SEA POSIBLE EFECTUAR DICHAS PRUEBAS DE VOLADURAS DURANTE LA FASE DE DISEÑO, HABRA LA NECESIDAD DE HACER AJUSTES AL PROYECTO CUANDO SE CONOZCA LA PRODUCCION REAL DE LAS CANTERAS, PARA EVITAR EL DESPERDICIO DE ESTE MATERIAL.

IV.3.1.- LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LOS BANCOS DE MATERIAL

DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DE LA TABLA IV.2.- A CUMPLIR POR LA ROCA A SUMINISTRAR, SE REALIZARON ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOFISICOS PARA PODER LOCALIZAR UN BANCO DE MATERIALES QUE CUMPLIERA CON LOS REQUERIMIENTOS DE VOLUMEN, CALIDAD Y DISTANCIA NECESARIOS PARA LA EJECUCION DE ESTA OBRA.

EN PRIMERA INSTANCIA SE ESCOGIO EL BANCO DE ROCA BASALTICA LOCALIZADO EN LA COSTA VERACRUZANA DE LA POBLACION DE BALZAPOTE, A 32 KM AL NORTE-NOROESTE DE CATEMACO, VERACRUZ. EL ACCESO AL SITIO PUEDE REALIZARSE POR UN CAMINO DE TERRACERIA QUE PARTE DE CATEMACO, EL CUAL ES TRANSITABLE TODO EL AÑO, AUNQUE EN EPOCA DE LLUVIAS REQUIERE DE MANTENIMIENTO MENOR.

REGIONALMENTE EL BANCO QUEDA COMPRENDIDO EN LA PROVINCIA GEOLOGICA DE SAN ANDRES TUTTLA, QUE CORRESPONDE A UNA ZONA MONTAÑOSA DE ELEVACION MODERADA, CONSTITUIDA POR NUMEROSOS APARATOS VOLCANICOS CUYA EDAD VA DEL TERCARIO (OLIGOCENO, 26 MILLONES DE AÑOS) AL RECIENTE. LOS VOLCANES, ENTRE LOS QUE SOBRESALEN EL SAN MARTIN CON 1,658 M, Y EL VIGIA DE SANTIAGO DE 800 M DE ELEVACION, ESTAN CONSTITUIDOS POR LAVAS ANDESITICAS Y BASALTICAS EN FORMA DE COLADAS Y DIQUES, BRECHAS VOLCANICAS, CENIZAS, ESCORIA VOLCANICA, TOBAS Y BASALTOS ALTERADOS.

LA ULTIMA ACTIVIDAD ERUPTIVA EN LA REGION Y DE LA QUE SE TIENE CONOCIMIENTO FUE LA ERUPCION DEL VOLCAN SAN MARTIN EN EL AÑO 1793.

ESTA PROVINCIA VOLCANICA QUE DIVIDE A LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS DE VERACRUZ Y COATZACOALCOS, FUE ORIGINADA POR UN LEVANTAMIENTO, DEBIDO AL ENPLAZAMIENTO DE CUERPOS IGNEOS INTRUSIVOS Y A LA CONSIGUIENTE ACTIVIDAD VOLCANICA, DANDO LUGAR A LA FORMACION DEL LAGO DE CATEMACO Y LAGUNA DE ZONTECONAPAN LA CUAL TIENE COMUNICACION CON EL MAR; ASI COMO LAGOS EN CRATERES COMO LA ENCANTADA, YOBALTAJAPAN, AMATAN, ETC.

PARA LA ETAPA REFERENTE A LA CONSTRUCCION DE LAS ESCOLLERAS DEL PUERTO DE ABASTECIMIENTO, ESTE BANCO FUE EXPLOTADO ATACANDO UN FRENTE DENOMINADO "A". PARA ESTA ETAPA DE CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS SE VOLVIO A ATACAR EL FRENTE "A" Y SE INICIO LA EXPLOTACION DE UN NUEVO FRENTE DENOMINADO "D".

EL FRENTE "A" SE LOCALIZA A UN LADO DEL PUERTO DE BALZAPOTE Y CORRESPONDE A UNA ESTRUCTURA VOLCANICA COMPLEJA, POR LO QUE SU ATAQUE SE DIFICULTA CON LA CONSIGUIENTE DISMINUCION EN EL APORTE DE ROCA QUE REUNA CARACTERISTICAS SATISFACTORIAS, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES.

ESTA ESTRUCTURA COMPLEJA CONDUJO A LA REALIZACION DE UN ESTUDIO CON DOBLE FINALIDAD; LA PRIMERA ES QUE PERMITIERA DEFINIR EXACTAMENTE LA ESTRUCTURA GEOLOGICA Y EL SEGUNDO OBJETIVO ERA EL DE DETERMINAR LA POSIBILIDADES DEL NUEVO FRENTE "D", COMO UNA ALTERNATIVA DE EXPLOTACION. PARA TAL FIN SE RECABARON PLANOS TOPOGRAFICOS ESCALA 1:1000, CARTAS TOPOGRAFICAS ESCALA 1:50000, PLANOS GEOLOGICOS DEL ESTADO DE VERACRUZ ESCALA 1:500000, FOTOGRAFIAS AEREAS VERTICALES ESCALA 1:50000, ASI COMO INFORMACION DE TRABAJOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD. SE REALIZARON RECORRIDOS GEOLOGICOS EXHAUSTIVOS, UBICANDO EN PLANTA LAS DIFERENTES UNIDADES LITOLÓGICAS OBSERVABLES TANTO EN AFLORAMIENTOS NATURALES COMO EN CORTES ARTIFICIALES Y PERFORACIONES CORTAS CON TRACK-DRILL.

POSTERIORMENTE SE PROGRAMO LA EJECUCION DE INVESTIGACIONES GEOFISICAS COMBINANDO EL METODO ELECTRICO DE RESISTIVIDAD Y EL SISMICO DE REFRACCION, TRATANDO DE INVESTIGAR A UNA MAYOR PROFUNDIDAD Y DEFINIENDO LA CAPA DE SUELO. SE ELABORARON DOS PLANTAS GEOLOGICAS, SEIS PERFILES GEOELECTRICOS, SIETE GRAFICAS SISMOLOGICAS TIEMPO-DISTANCIA, ONCE GRAFICAS DE SEV'S (SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES), SEIS TABLAS DE VALORES DE LINEAS SISMOLOGICAS Y DOS TABLAS DE VALORES DE SEV'S.

TODA ESTA INFORMACION SE INTERPRETO CON ENFOQUE GEOLOGICO Y EN BASE A ESTO SE CONSTRUYERON DIEZ SECCIONES GEOLOGICAS QUE PERMITIERON CUBICAR EN FORMA APROXIMADA EL VOLUMEN DE ROCA DISPONIBLE.

EN EL FRENTE "A" SE REALIZARON SIETE SEV'S Y EN EL FRENTE "D" CUATRO SEV'S COMPLEMENTADOS CON SEIS LINEAS SISMICAS DE REFRACCION.

ESTE ESTUDIO PERMITIO DAR UNA INTERPRETACION GEOLOGICA ESTRUCTURAL INTEGRAL Y EL ESTABLECIMIENTO DE UN MODELO GEOLOGICO, Y CUYOS RESULTADOS SON:

FRENTE "A": LOCALIZADO A UN LADO DEL PUERTO DE BALZAPOTE Y ORIGINALMENTE CONSISTIA DE UNA ELEVACION DE FORMAS REDONDEADAS CON UNA TUPIDA VEGETACION Y CUBRIENDO UNA SUPERFICIE APROXIMADA DE 40 HA, CORRESPONDIENDO A UN APARATO VOLCANICO QUE HA TENIDO DIVERSOS PERIODOS DE ACTIVIDAD, DONDE ALGUNOS DE LOS CUALES SON DE CARACTER EXPLOSIVO,

EXPULSANDO CENIZA VOLCANICA, ESCORIA Y FRAGMENTOS DE ROCA, DANDO LUGAR A DEPOSITOS PIROCLASTICOS Y BRECHAS, PRINCIPALMENTE; OTRO PERIODO ERUPTIVO HA DADO LUGAR AL EMPLAZAMIENTO DE CUERPOS BASALTICOS EN FORMA DE COLADAS EN DONDE SE PUEDE OBSERVAR LA SUPERFICIE ORIGINAL DE LAS NISHAS, EVIDENCIADO POR LA ZONA DE VESICULAS DE MEDIO METRO DE ESPESOR, ASINISMO EL BASALTO ESTA PRESENTE EN FORMA DE "DIQUE", QUE SON CUERPOS TABULARES INJECTADOS EN LAS FRACTURAS, GENERALMENTE VERTICALES O CASI VERTICALES DE UN METRO DE ESPESOR, QUE ATRAVIESAN DISCORDANTEMENTE CUERPOS SUB-HORIZONTALES DE LA ESTRUCTURA GEOLOGICA GENERAL.

LA EROSION Y LA EXPLOTACION DEL BANCO HAN MODIFICADO LA MORFOLOGIA ORIGINAL, SIN ENBARGO HAN DEJADO EXPUESTA PARTE DE LA NISHA EN DONDE SE PUEDE APRECIAR CON CLARIDAD, COMO SUCESIVAS EMISIONES, TANTO PIROCLASTICAS COMO LAVICAS, HAN DEFORMADO LAS COLADAS PREEXISTENTES ARQUEANDOLAS HASTA UNA POSICION CASI VERTICAL.

LOS HORIZONTES QUE CONSTITUYEN EL CONDUCTO PRINCIPAL SON CUERPOS DE CINCO A DIEZ M DE ESPESOR, INCLINADOS SUAVEMENTE HACIA EL NW.

EN ESTE FRENTE "A", CON ANTERIORIDAD SE HAN EXTRAIDO IMPORTANTES VOLUMENES DE ROCA, SIN ENBARGO TODAVIA SE PUEDE EXTRAER ALREDEDOR DE 200,000 TON DE LO QUE SE HA DENOMINADO CUERPO UNO Y DOS. EXISTE UN TERCER CUERPO SUBYACENTE AL NUMERO DOS Y QUE CUBICA APROXIMADAMENTE 140,000 TON, PERO PARA LLEGAR A EL ES NECESARIO LA REMOCION DE 180,000 TON DE "ROCA DESPERDICIO" QUE LO CUBRE, LO CUAL REDUCE SU FACTIBILIDAD ECONOMICA.

PARA FINES DE EXPLOTACION DE ESTE BANCO, SE HAN DEFINIDO EN ESTOS TRES CUERPOS COMENTADOS; EL CUERPO NUMERO UNO QUE CORRESPONDE AL FLANCO NORTE DE LOS BASALTOS DEFORMADOS POR LA ERUPCION VOLCANICA.

ESTE CUERPO CUBICADO APROXIMADAMENTE PUEDE APORTAR 170,000 TON DE ROCA CON CONSIDERABLE CANTIDAD DE MATERIAL DE DESPERDICIO (ROCA ALTERADA Y BRECHA).

EL CUERPO DOS CORRESPONDE A UNA COLADA CASI HORIZONTAL QUE DE ACUERDO A SU ESPESOR Y DIMENSIONES, PUEDE APORTAR 140,000 TON DE ROCA DE CALIDAD ACEPTABLE. SIN ENBARGO, PUEDE PRESENTAR UNA CANTIDAD CONSIDERABLE DE DESPERDICIO (BASALTO ALTERADO, BRECHAS Y TOBAS) POR ENCONTRARSE ESTRECHAMENTE ENTREMESCLADOS.

EL CUERPO "C" ES SIMILAR AL "B" AL CUAL SUBYACE SEPARADO POR UN ESPESOR DE 5 M, QUE PUEDE CUBICAR APROXIMADAMENTE 140,000 TON.

EL PROBLEMA QUE PRESENTA ESTE BANCO ES QUE ARROJA UN DESPERDICIO DEL 40%, DEBIDO A LA GRAN CONTAMINACION EXISTENTE EN ESTOS CUERPOS.

EL FRENTE "D" PRESENTO UNA ALTERNATIVA MAS VIABLE YA QUE SU ESTRUCTURA GEOLOGICA ES MENOS COMPLEJA QUE LA DEL FRENTE "A". CORRESPONDE A UNA COLINA DE APROXIMADAMENTE 130 M DE ELEVACION, LOCALIZADA AL SW DEL FRENTE "A". ESTA COLINA CORRESPONDE A UN APARATO VOLCANICO CUYO CONDUCTO PRINCIPAL SE LOCALIZA AL ORIENTE DE LA ZONA QUE SE PRETENDE EXPLOTAR, LA CUAL ESTA REPRESENTADA POR UN ELEMENTO ALARGADO DE APROXIMADAMENTE 270 M DE LONGITUD POR 150 M DE ANCHO. ESTA SEPARADA DE OTRA SIMILAR AL NORTE POR UN DOBLE FALLAMIENTO DE TIPO NORMAL, CON UN SALTO APROXIMADO DE 6 M CADA UNO.

DE ESTE FRENTE SE ELIGIO EL AREA YA MENCIONADA, BASANDOSE EN LOS DATOS DE LOS ESTUDIOS PREVIOS, LAS PERFORACIONES EXPLORATORIAS DE 15 M DE PROFUNDIDAD REALIZADAS CON TRACK-DRILL Y EL RESULTADO DE LA SISMOLOGIA DE REFRACCION Y LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES, QUE EN CONJUNTO INDICAN QUE EL ESPESOR DE DESPALME ES MAYOR EN LA PORCION NORTE DEL FRENTE "D".

CONSISTE EN UNA COLADA DE BASALTO DE APROXIMADAMENTE 40 M DE ESPESOR, EL CUAL PUEDE SER MAYOR, PERO NO FUE TOTALMENTE DEFINIDO POR LAS EXPLORACIONES TANTO DIRECTAS COMO INDIRECTAS.

EL BASALTO AFLORA EN TRES SITIOS; EN LA PARTE BAJA DEL TERRENO EN DONDE SE OBSERVA SANO, DENSO Y SIN INTENPERISMO QUINICO, PARTE DE LA COLADA SE ENCUENTRA BAJO UNA CUBIERTA DE VEGETACION Y SUELO CON MUCHO HUMEDAD Y EN CONTACTO CON UN ARROYO, PRESENTANDO UN INTENPERISMO AVANZADO, PERO QUE SIN ENBARGO SE RESTRINGE A ESTA ZONA. EN LA PARTE MEDIA DE LA LADERA AFLORA BASALTO SANO, SIN INTENPERISMO QUINICO, DE TIPO COLUMNAR LO CUAL PUEDE INFLUIR EN EL TAMAÑO DE LOS BLOQUES QUE SE OBTENGAN DURANTE SU EXPLOTACION, CON BLOQUES MAS PEQUEÑOS A LOS ESPERADOS.

EN LA PARTE SUPERIOR EL BASALTO AFLORA EN FORMA SANA Y DENSA. DURANTE LA REALIZACION DEL ESTUDIO SE ENPEZO A TRAZAR EL CAMINO DE ACCESO AL BANCO, REALIZANDO CORTES DE HASTA 2.0 M Y PERMITIENDO OBSERVAR EL BASALTO CON ABUNDANTES FRACTURAS RELLENAS DE ARCILLA CAFE ROJIZA, EN BLOQUES CUYO TAMAÑO VARIA DE 0.30 HASTA 1.0 M DE DIAMETRO. SIN ENBARGO ESTA PORCION FRACTURADA PRESENTA LOS BLOQUES SANOS Y ADENAS SU ESPESOR ES MUY VARIABLE YA QUE CON DICHOS CORTES SE PUEDE OBSERVAR LA VARIACION DE 2.0 M A 0.20 M EN UNOS CUANTOS METROS DE DISTANCIA HORIZONTAL.

HACIA LA PARTE ALTA DE LA COLINA ESTA EXPUESTO UN AFLORAMIENTO DE BRECHA VOLCANICA SIMILAR A LA DEL FRENTE "A" DE ESPESOR NO DEFINIDO DEBIDO A UNA PENDIENTE MUY PRONUNCIADA EN ESTE SITIO.

MEDIANTE EL METODO DE SECCIONES Y PLANIMETRIA Y CON UN CALCULO CONSERVADOR, SE CUBICA 3.6 MILLONES DE TON DE ROCA PARA LA PORCION SUR DEL FRENTE "D".

A MEDIDA QUE SE CONENZO LA EXPLOTACION DE ESTE FRENTE SE VIO QUE EL MAXIMO TAMAÑO DE ROCA OBTENIDA NO EXCEDIA A LAS CARACTERISTICAS DE LA DENOMINADA ROCA TIPO IV, POR LO QUE SE TUVO QUE RECURRIR A LA LOCALIZACION DE UN NUEVO BANCO DE MATERIALES, QUE PERMITIERA LA EXPLOTACION DE ROCA DEL TIPO V, VI, Y VII.

REGRESANDO A LAS DIVERSAS POSIBILIDADES QUE SE HABIAN ANALIZADO PARA LA LOCALIZACION DEL BANCO DE MATERIALES ADECUADO, SE OPTO POR ESCOGER EL BANCO DE TULIJA, LOCALIZADO EN EL ESTADO DE TABASCO. ESTE BANCO CONTABA CON LAS CARACTERISTICAS ADECUADAS EN CUANTO A LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUINICAS QUE DEBE CUMPLIR LA ROCA A SER COLOCADA PARA LA CONSTRUCCION DE ESTA ESTRUCTURA, PERO INICIALMENTE HABIA SIDO DESCARTADO, YA QUE EL ACARREO DE MATERIAL AL SITIO DE COLOCACION ES MAS COMPLEJO, ELEVANDO LOS COSTOS DE CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS.

EL BANCO DE TULIJA SE ENCUENTRA 180 KM AL SUR DEL PUERTO DE FRONTERA Y 80 KM AL ESTE DE LA CIUDAD DE VILLAHERMOSA. ESTA LOCALIZADO A UNOS CUANTOS KILONETROS DE LA INTERSECCION QUE HACE LA CARRETERA VILLAHERMOSA-ESCARCEGA CON EL RIO TULIJA, AFLUENTE DEL USUHACINTA.

EL BANCO OCUPA UNA ZONA DE 3.5 HA Y CONSTA DE TRES FRENTES EN ESCALON CON UN PROMEDIO DE 9.0 M DE ALTURA CADA UNO. ESTA FORMADO POR ROCA SEDIMENTARIA DE ORIGEN QUIMICO HASTA LA COTA -25 M QUE COINCIDE CON EL NIVEL 116 M.S.N.M. A PARTIR DE LA COTA -25 M EL BANCO ESTA COMPUESTO POR ROCA SEDIMENTARIA DE ORIGEN MECANICO DENOMINADA LUTITA DE COLOR GRIS OSCURO.

EL ACARREO DEL MATERIAL EN PRIMERA INSTANCIA SE REALIZA DEL SITIO DE EXPLOTACION HASTA EL PUERTO DE FRONTERA EN FORMA FLUVIAL, Y EN FORMA MARITIMA HASTA DOS BOCAS. PESE A ESTE INCONVENIENTE, LA EXPLOTACION DE ESTE BANCO SUPLE EL DEFICIT DE ROCA GRANDE QUE SE TIENE EN EL BANCO DE ZALLAPOTE, POR LO QUE DE EL DEPENDERA LA CONCLUSION DEL ROMPEOLAS.

IV.3.2.- EXPLOTACION DE LOS BANCOS DE MATERIAL

- DESMONTE, DESPALME Y DESCAPOTE

PARA EL INICIO DE LA EXPLOTACION DE UN BANCO DE ROCA, ES NECESARIO EL RETIRO DE TODO MATERIAL ORGANICO Y LAS DIFERENTES CAPAS SUPERFICIALES DE SUELO QUE CUBREN EL MANTO ROCOSO.

PARA ELLO, LA PRIMERA ACTIVIDAD ES DESMONTAR EL TERRENO Y QUE CONSISTE EN EL RETIRO DE ARBOLES Y MONTE QUE SE ENCUENTRAN INVADIENDO EL BANCO EN SU PARTE SUPERFICIAL. ESTA OPERACION SE LLEVA A CABO CON UN TRACTOR DE CAPACIDAD ADECUADA QUE SERA SELECCIONADO EN FUNCION AL GRADO DE DENSIDAD DE VEGETACION QUE TENGA EL MONTE.

EN ESTE CASO LA ACTIVIDAD FUE EJECUTADA CON UN TRACTOR SOBRE ORUGAS MARCA CATERPILLAR MODELO D-8K, EQUIPADO CON UNA CUCHILLA ANGULABLE O MOVER Y DESGARRADOR O RIPPER.

A CONTINUACION SE DESPALMA EL TERRENO, ACTIVIDAD CONSISTENTE EN EL RETIRO DE LA CAPA DE MATERIAL ORGANICO A BASE DE NATAS, PASTO, RAICES, TOCONES, ETC., QUE SE TIENEN EN EL TERRENO.

ESTE DESPALME VARIA DE 30 A 50 CM DE ESPESOR, Y SE EFECTUA ATACANDO DESDE LA PARTE SUPERIOR DEL BANCO HACIA ABAJO, CON EL FIN DE APROVECHAR LAS PENDIENTES Y AUMENTAR RENDIMIENTOS. SE ATACA POR ZONAS O FRANJAS, CONCENTRANDO EL MATERIAL AMONTONANDOLO O ALINEANDOLO SOBRE EL FRENTE DE ATAQUE PARA SU QUEMA POSTERIOR.

EL EQUIPO HA UTILIZAR ES EL MISMO DESCRITO EN EL DESMONTE.

PERFECTAMENTE DESPALMADO EL TERRENO, SE PROCEDE AL DESCAPOTE DEL BANCO, ACTIVIDAD CONSISTENTE EN EL RETIRO DE LAS CAPAS SUPERFICIALES QUE CONFORMAN EL SUELO Y QUE CUBREN AL BANCO.

ESTE DESCAPOTE TIENE PROFUNDIDADES VARIABLES, LAS CUALES PUDIERON SER DEFINIDAS POR LA REALIZACION DE LOS SONDEOS EFECTUADOS EN EL BANCO. EL ATAQUE ES A BASE DE CUCHILLA, RETIRANDO TODO AQUEL MATERIAL SUELTO EN PRIMERA INSTANCIA. ENSEGUIDA SE TRABAJA EN LAS ZONAS DURAS CON EL DESGARRADOR Y UNA VEZ AFLOJADO EL MATERIAL, CON EL TRACTOR POR MEDIO DE LA CUCHILLA SE EMPUJARA HASTA EL LUGAR IDONEO.

EL DESCAPOTE TAMBIEN SE DEBE TRABAJAR DESDE LAS PARTES ALTAS HACIA LAS BAJAS, APROVECHANDO LAS PENDIENTES Y HACIENDO MAS FACIL EL EMPUJE DEL MATERIAL.

FINALMENTE, UTILIZANDO UN CARGADOR FRONTAL SOBRE NEUMATICOS U ORUGAS Y CANIONES DE VOLTEO, SE REALIZA LA CARGA Y RETIRO DEL MATERIAL A UN SITIO DE TIRO.

- PERFILAMIENTO

CONSISTE EN LA FORMACION DEL PERFIL ESCALONADO, CONSTITUYENDO EL FRENTE INICIAL PARA LA EXPLOTACION DEFINITIVA DEL BANCO.

LA FORMACION DEL PERFIL SE TRATA DE UN CORTE VERTICAL PRACTICADO CON MAQUINARIA PESADA Y EXPLOSIVOS EN EL FRENTE POR DONDE SE DEBERA ATACAR EL BANCO, CON EL FIN DE DESCUBRIR LA ROCA SANA. ESTE ES UN ASPECTO MUY IMPORTANTE, YA QUE AL ABRIRSE EL FRENTE DE ATAQUE SE ELIMINA TODO AQUEL MATERIAL INTENPERIZADO, Y A LA VEZ PARA FORMAR UNA PLATAFORMA PARA FACILITAR LA CARGA DE LA ROCA, SU SELECCION Y EL TRANSITO DEL EQUIPO DE CARGA Y ACARREO.

- EXPLOTACION

YA QUE LA ESTRUCTURA SERA CONSTRUIDA DE MANERA QUE EL AVANCE SEA SIMULTANEO EN TODAS SUS CAPAS CONSTITUTIVAS, LA EXPLOTACION SE HARA DE MODO QUE SE OBTENGA TODA LA GAMA DE TAMAÑOS REQUERIDOS Y SOLICITADOS EN LOS PLANOS DEL PROYECTO DEL MATERIAL PETREO, POR LO QUE SE OPTARA POR LA PRODUCCION SIMULTANEA DEL MISMO Y DE ACUERDO CON LA DEMANDA EN EL SITIO DE COLOCACION.

UNA VEZ PERFILADO EL BANCO Y OBTENIDO UN BUEN FRENTE DE ATAQUE, LA PRIMERA ACTIVIDAD A REALIZAR ES LA DE EFECTUAR DIFERENTES PRUEBAS TANTO DE BORDOS Y ESPACIAMIENTOS, PARA LA DETERMINACION DE LAS CUADRICULAS DE BARRENACION, ASI COMO LOS FACTORES DE CARGA A UTILIZAR; ESTOS DOS PUNTOS SON MUY IMPORTANTES YA QUE DE ELLOS SE PODRA OBTENER ROCA GRANDE, SIN LA CUAL LA CONSTRUCCION DE ESTA ESTRUCTURA RESULTARIA MUY DIFICIL. ESTOS DOS PUNTOS SON BASICOS PARA LA REALIZACION DE LA EXPLOTACION DEL BANCO DE ROCA EN FORMA RACIONAL, PARA QUE RINDA EL POTENCIAL DE ROCA UTIL EN SUS DISTINTOS TAMAÑOS NECESARIOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO.

- BARRENACION

SE ENTIENDE POR BARRENACION A LA PERFORACION REALIZADA DE LA ROCA, PARA PERMITIR LA COLOCACION DEL EXPLOSIVO Y LOGRAR LA FRACTURA DE LA MISMA.

DE ESTAS PRUEBAS INICIALES, PARA LA DEFINICION DE LA CUADRICULA DE EXPLOTACION QUE NOS BRINDE LA POSIBILIDAD DE OBTENER LA FRAGMENTACION ADECUADA A LAS NECESIDADES DE LA OBRA, SE LLEGO A LA CONCLUSION DE LAS SIGUIENTES CUADRICULAS:

- PARA EL CASO DE BARRENOS DE 1/2" DE DIAMETRO, LA PLANTILLA A UTILIZAR SERIA CON BORDO DE 1.2 M Y ESPACIAMIENTO DE 1.2 M.

- LA PLANTILLA PARA BARRENOS CON 3" DE DIAMETRO, SERA CON BORDO DE 3.0 M Y ESPACIAMIENTO DE 2.5 M.

- POBLADO

EL POBLADO ES LA ACTIVIDAD CONSISTENTE EN LA COLOCACION DE LA CARGA DENTRO DE LOS BARRENOS, PARA PRODUCIR LA VOLADURA Y FRAGMENTACION DE LA ROCA.

LA FRAGMENTACION DE LA ROCA ES FUNCION DIRECTA DE LA CANTIDAD DE EXPLOSIVOS QUE SEAN CARGADOS DENTRO DE UN BARRENO; GENERALMENTE EN LA PARTE SUPERIOR SE PRODUCE UNA FRAGMENTACION MAYOR QUE EN LA PARTE INFERIOR, POR LO QUE SE DEBE CONOCER LA CANTIDAD DE EXPLOSIVOS QUE SE DEBERAN UTILIZAR PARA LA OBTENCION DE UNA FRAGMENTACION ADECUADA DE LA ROCA.

EN CADA BARRENO EL POBLADO SE REALIZA COLOCANDO TRES ELEMENTOS DIFERENTES; EN EL PRIMER TRAMO DE LA LONGITUD BARRENADA SE COLOCA LA LLANADA "CARGA DE FONDO", CUYA FUNCION PRINCIPAL ES LA DE VENCER EL ESFUERZO CORTANTE EN LA PATA DEL BARRENO Y DEBE ESTAR CONSTITUIDA POR UN EXPLOSIVO POTENTE Y DENSO, Y EN LA MAYORIA DE LOS CASOS RESISTENTE AL AGUA.

A CONTINUACION SE COLOCA UN AGENTE EXPLOSIVO DE BAJA DENSIDAD FORMANDO LA CARGA DE COLUMNA Y DESARROLLANDO EN LA EXPLOSION, LA FUNCION DE VOLTEAR Y FRAGMENTAR LA ROCA EN LA PARTE SUPERIOR DEL BARRENO.

FINALMENTE, EL ULTIMO TRAMO FORMADO POR TAPONES SOLIDOS DE ARENA FINA QUE CONFINAN LOS ELEMENTOS DE CARGA.

DURANTE LA EXPLOTACION DEL BANCO DE ROCA DE BALZAPOTE, EL 40 % DE LA CARGA TOTAL ES UTILIZADA COMO CARGA DE FONDO Y EL 60 % RESTANTE COMO CARGA DE COLUMNA.

LA CANTIDAD DE EXPLOSIVOS QUE LLEVA CADA BARRENO SE CALCULA DE ACUERDO CON EL VOLUMEN DE ROCA A MOVER.

A CONTINUACION Y DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS PRESENTADAS EN EL BANCO, MOSTRAMOS EL CALCULO PARA LA DETERMINACION DE LA CARGA A COLOCAR.

DATOS GENERALES DE LA EXPLOTACION DEL BANCO

1.- DIAMETRO DEL BARRENO (D): 3" DE DIAMETRO.

PLANTILLA DE BARRENACION

2.- BORDO (B): DISTANCIA ENTRE LA CARA LIBRE Y LA PRIMERA HILERA DE BARRENOS; 3.00 M.

3.- ESPACIAMIENTO (E): DISTANCIA ENTRE BARRENOS DE UNA MISMA HILERA; 2.50 M.

4.- LONGITUD DE BARRENACION (H): 9.50 M.

5.- ALTURA DEL BANCO (K): 8.50 M.

6.- VOLUMEN DE MATERIAL POR BARRENO (V):

$$V = B \times E \times K$$

$$V = 3.0 \times 2.5 \times 8.5 = 63.75 \text{ M}^3$$

7.- BARRENACION ESPECIFICA (BE):

$$BE = \frac{9.50 \text{ M}}{63.75 \text{ M}^3} = 0.149 \text{ M/M}^3$$

8.- FACTOR DE CARGA (FC): SE REFIERE A LA CANTIDAD DE MATERIAL EXPLOSIVO POR METRO CUBICO OBTENIDO DE ROCA; 0.30 KG/M³.

9.- CARGA TOTAL DE DINAMITA (CT):

$$CT = V \times FC$$

$$CT = 63.75 \times 0.30 = 19.13 \text{ KG/M}^3$$

10.- CARGA DE FONDO (CF):

$$CF = 40 \% (CT)$$

$$CF = 0.4 \times 19.13 = 7.65 \text{ KG/M}^3$$

11.- CARGA DE COLUMNA (CC):

$$CC = 60 \% (CT)$$

$$CC = 0.6 \times 19.13 = 11.48 \text{ KG/M}^3$$

YA QUE LA SALCHICHA O BOMBILLO PESA 0.92 KG, LA CARGA DE FONDO SERA IGUAL A:

$$\frac{7.65 \text{ KG/BARRENO}}{0.92 \text{ KG/BOMBILLO}} = 8.32 \text{ BOMBILLOS}$$

$$= 8.00 \text{ BOMBILLOS}$$

$$CF = 8.8 \times 0.92 = 7.36 \text{ KG/BARRENO}$$

LA CARGA DE COLUMNA SERA IGUAL A :

$$CC = \frac{11.48 \text{ KG/BARRENO} + (7.65 \text{ KG/BARRENO} - 7.36 \text{ KG/BARRENO})}{0.92 \text{ KG/BOMBILLO}}$$

$$CC = 12.79 \text{ BOMBILLOS/BARRENO} = 13 \text{ BOMBILLOS}$$

12.- SUBPERFORACION (SP): PERFORACION EXCEDENTE, DADA A PARTIR DEL NIVEL DE PISO DE BANCO, PARA EVITAR LA FORMACION DE CUÑAS POR LA TROHADA.

$$SP = 0.3 \times B$$

$$= 0.3 \times 3.00 \text{ M} = 0.90 \text{ M} = 1.00 \text{ M}$$

13.- H = K + SP

$$= 8.50 \text{ M} + 1.0 \text{ M} = 9.5 \text{ M}$$

- VOLADURA
MEDIANTE EL ACCIONAMIENTO DEL INTERRUPTOR DEL EXPLOSOR SE PROCEDE AL VOLADO DEL VOLUMEN DE ROCA BARRENADO.

LAS DETONACIONES SE REALIZAN UTILIZANDO ESTOPINES INSTANTANEOS Y DE RETARDO DEL TIPO MS CON DISPAROS CADA 0.2 SEGUNDOS, CONECTADOS EN PARALELO CON ALAMBRE DE COBRE AISLADO TW-20.

- REMOCION

CON EL PROPOSITO DE CONTAR CON UN AREA DE TRABAJO ADECUADA PARA LA PREPARACION Y EJECUCION DE LA SIGUIENTE VOLADURA, ASI COMO PARA PODER SELECCIONAR EL MATERIAL EXTRAIDO, SE EFECTUA LA REMOCION DEL MATERIAL CON LA CUAL SE RETIRA TODO EL MATERIAL DE CADA VOLADURA INMEDIATAMENTE DESPUES DE EFECTUADA, EJECUTANDO MANIOBRAS DE TAL MANERA DE PRESERVAR LOS TAMAÑOS MAYORES NECESARIOS EN LA CONSTRUCCION DE LA CORAZA Y PREVIENDO UNA MEJOR SELECCION AL REMOVE, SEPARANDO POR TAMAÑOS CORRESPONDIENTES A LOS DE LAS DIFERENTES CAPAS.

- CLASIFICACION

DURANTE O DESPUES DE EJECUTADA LA REMOCION DEL MATERIAL, SE EFECTUA LA SELECCION DEL MATERIAL EXTRAIDO EN BASE A LOS PESOS SOLICITADOS PARA CADA TIPO DE ROCA EN EL PROYECTO.

UNA SELECCION ADECUADA SE EFECTUA CON EL METODO DE TRABAJO SIGUIENTE: LA PRIMERA ACTIVIDAD A REALIZAR, ES EL PESAJE DE DIFERENTES TAMAÑOS DE ROCA CON EL FIN DE OBTENER ROCAS TIPO, DE ACUERDO A LOS PESOS ESPECIFICADOS PARA LA ROCA QUE FORMARA PARTE DE LA ESTRUCTURA.

ESTAS ROCAS TIPO OBTENIDAS SE PONEN DE NUESTRA A LOS OPERADORES DE EQUIPO DE CARGA, SIENDO ASI COMO CADA EQUIPO SEGUN SUS CARACTERISTICAS DE CAPACIDAD, MANIOBRABILIDAD, ETC., PROCEDE A EFECTUAR LA CLASIFICACION DE LA ROCA, LA CUAL PUEDE IR DEPOSITANDO EN LOTES DEFINIDOS O HACER LA CARGA DIRECTA AL EQUIPO DE ACARREGO.

- MONEO

SI POSTERIORMENTE A LA REALIZACION DE UNA VOLADURA Y DE ACUERDO A LA CLASIFICACION DE LA ROCA, SE OBTIENEN ROCAS DE MAYOR TAMAÑO AL NECESARIO, SE PROCEDERA A BARRENAR POR MEDIO DE PERFORADORAS DE PISO PARA LUEGO CARGAR DICHO BARRENO Y TRONAR PARA OBTENER ROCAS DE MENOR TAMAÑO Y DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

- CARGA

EL EQUIPO Y TECNICAS A EMPLEAR PARA EL MANEJO DURANTE LA CARGA Y DESCARGA DEL MATERIAL SELECCIONADO EN EL BANCO, EN EL AREA DE ALMACENAMIENTO Y/O EN EL SITIO DE COLOCACION FINAL, SERA AQUEL QUE OFREZCA EL MANEJO MAS EFICIENTE DE LOS DISTINTOS TAMAÑOS DE ROCA CLASIFICADA, Y EN ESPECIAL DE LOS ELEMENTOS SELECCIONADOS PARA FORMAR LA CORAZA, PROCURANDO NO PRODUCIR FRACTURAMIENTO EXCESIVO AL MATERIAL O SITUACIONES PELIGROSAS.

EL EQUIPO NECESARIO PARA LA CARGA DEL MATERIAL ES MUY VARIADO Y DEPENDE DEL TAMAÑO Y PESO DE LAS ROCAS, SIENDO LOS EQUIPOS MAS RECOMENDABLES: CARGADORES FRONTALES S/ORUGAS Y/O NEUMATICOS CON PROTECCION A BASE DE CADENAS, DADAS LAS CONDICIONES EXISTENTES PARA TRABAJOS EN ROCA, ASI MISMO COMO EL USO DE GRUAS SOBRE ORUGAS, EQUIPADAS CON TENAZAS PARA ROCA.

- ACARREO

FINALMENTE, UNA VEZ QUE EL MATERIAL HA SIDO CARGADO A UNIDADES DE ACARREO, ESTE SE TRASLADA YA SEA DIRECTAMENTE A LAS BARCAZAS PLANAS QUE HARAN EL ACARREO HASTA EL SITIO DE LA OBRA, PARA COLOCAR ESTE MATERIAL POR VERTIDO TERRESTRE O AL MUELLE DE CARGA CONSTRUIDO ESPECIFICAMENTE PARA EL ATRAQUE Y CARGA DE LAS ENBARCACIONES, QUE SE ENCARGARAN DE ACARREAR Y COLOCAR EL MATERIAL EN EL LUGAR SEGUN PROYECTO, POR MEDIO DE VERTIDO MARINO.

EN CASO DE QUE NINGUNO DE LOS DOS FRENTE SOLICITE ALGUN TIPO DE ROCA Y EN EL BANCO SE ESTE ACUMULANDO DADO QUE LA EXPLOTACION NO SE DEBE INTERRUMPIR, ENTONCES EL ACARREO DEL MATERIAL EXPLOTADO SERA A LAS AREAS DESTINADAS AL ALMACENAJE DE LA ROCA. UNO DE LOS PUNTOS POR DONDE SE VEN OBLIGADOS A PASAR EL EQUIPO DE ACARREO ES EN LA BASCULA DE PESAJES, YA QUE ES EL PUNTO EN DONDE SE CUANTIFICA, PARA FINES DE MEDICION Y PAGO, EL VOLUMEN DE ROCA QUE SERA TRANSPORTADA HASTA EL LUGAR DE LOCALIZACION DE LA OBRA.

IV.3.3.- TRANSPORTE DEL MATERIAL A LA OBRA

EN CADA CASO PARTICULAR SE DEBE ESTUDIAR EL MEDIO DE TRANSPORTE PARA LLEVAR HASTA EL SITIO DE COLOCACION, A LA ROCA PREVIAMENTE CLASIFICADA EN LOS PATIOS DE LA CANTERA, QUE SERA UTILIZADA EN LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS.

GENERALMENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO, EL MEDIO DE TRANSPORTE QUE RESULTA MAS FACTIBLE PARA EL ACARREO DE MATERIAL PETREO, ES EL DE TIPO MARITIMO O FLUVIAL. AUN CUANDO PARA SER UTILIZADO, ES NECESARIO APLICAR INVERSIONES EN LA CONSTRUCCION DE UN PUERTO PARA EL EMBARQUE DE LA ROCA EN LAS CERCANIAS DEL BANCO, ASI COMO UN PUERTO DE SERVICIO EN EL SITIO DE LA OBRA.

EL TRANSPORTE MARITIMO Y FLUVIAL OFRECE LA VENTAJA ADICIONAL DE PERMITIR DESCARGAR PARTE DEL MATERIAL A COLOCAR, DIRECTAMENTE DESDE EL CHALAN O ENBARCACION AL ROMPEOLAS, EVITANDOSE ASI LAS OPERACIONES EN EL PUERTO DE SERVICIO DE DESCARGA, ALMACENAMIENTO Y NUEVA CARGA DE LA ROCA, PARA SER COLOCADA EN LA ESTRUCTURA.

EN EL CASO DE ESTA OBRA, EL USO DE ESTE MEDIO EN COMPARACION CON LA UTILIZACION DEL TRANSPORTE POR CARRETERA O FERROCARRIL, IMPLICA GRANDES AHORROS ECONOMICOS.

DE LA ULTIMA PROGRAMACION, REFERENTE AL SUMINISTRO DE ROCA Y ORIGINADA DE LOS DESAJUSTES ECONOMICOS CON QUE CONTO EL PAIS EN 1985, SE LLEGO A NECESIDADES DE SUMINISTRO CON PROMEDIO DE 180,000 TON DE ROCA MENSUAL ENTRE LOS BANCOS DE EXPLOTACION DE BALZAPOTE Y TULIJA.

ESTE VOLUMEN ESTABA PROGRAMADO HASTA EL MES DE AGOSTO DE 1986, DONDE CON UN ALMACENAMIENTO DE 40,000 TON MENSUALES SE TENDRIA, EN DOS BOCAS, LA CANTIDAD DE ROCA SUFICIENTE PARA TERMINAR EL ROMPEOLAS EN MARZO DE 1987.

DESAFORTUNADAMENTE LA CRISIS ECONOMICA MUNDIAL QUE SE VIVIO Y SE AGUDIZO PARA MEXICO CON LA CAIDA DE LOS PRECIOS DEL PETROLEO EN 1986, CONDUJO AL PARO DE GRAN CANTIDAD DE OBRAS INCLUYENDO ESTA, DANDO COMO RESULTADO LA OBSOLESCENCIA DE TODA PROGRAMACION HECHA EN ESTA OBRA.

EL SUMINISTRO DE ROCA A LA OBRA SE EFECTUO DE TRES MANERAS:

A) EL TRANSPORTE MARITIMO DIRECTO DESDE BALZAPOTE HASTA EL SITIO DE COLOCACION EN EL RONPEOLAS DE LA ROCA, POR MEDIO DE LA UTILIZACION DE LAS BARCAZAS DE DESCARGA POR FONDO.

B) CON TRANSPORTE MARITIMO DESDE BALZAPOTE HASTA EL PUERTO DE SERVICIO EN LA TERMINAL DE DOS BOCAS, POR MEDIO DE CHALANES REMOLCADOS.

C) FINALMENTE POR MEDIO DE UNA COMBINACION DE TRANSPORTE MARITIMO Y FLUVIAL, CON ENPUJADOR Y CHALAN, DESDE EL BANCO DE ROCA EN TULIJA HASTA EL PUERTO DE FRONTERA, Y DE ESTE PUNTO AL PUERTO DE DOS BOCAS SIENDO REMOLCADO EL CHALAN.

EL AVANCE LINEAL MENSUAL ESTIMADO DISMINUYE GRADUALMENTE DE 200 M A 50 M, DE ACUERDO AL VOLUMEN DE ROCA A COLOCAR, QUE VA EN AUMENTO EN RELACION A LA VARIACION DE LA PROFUNDIDAD DEL LECHO MARINO.

PARA EL CUMPLIMIENTO DE ESTOS RENDIMIENTOS, A CONTINUACION VERENOS LAS NECESIDADES DE CADA UNO DE LOS TIPOS DE TRANSPORTE DE MATERIAL, A UTILIZARSE EN LA OBRA.

A) TRANSPORTE MARITIMO DIRECTO EN BARCOS DE DESCARGA DE FONDO.

PARA LA REALIZACION DE ESTA ACTIVIDAD, SE UTILIZAN TRES ENBARCACIONES CUYA CAPACIDAD VARIA ENTRE 1,800 Y 2,000 TON.

LA PRIMERA ENBARCACION TRANSPORTA ROCA DEL TIPO 1, 4 o 6, DE ACUERDO A LAS NECESIDADES EN OBRA; EL REQUERIMIENTO MENSUAL DE ESTOS TIPOS DE ROCA ES DE 17,464 TON EN TOTAL. DE ACUERDO A LAS OBSERVACIONES EN OBRA, VENOS QUE EL CICLO DE ESTAS ENBARCACIONES ES DE 43 HORAS/VIAJE, MOVIENDO UN VOLUMEN PROMEDIO DE 1,300 TON/VIAJE, QUE DA COMO RESULTADO UNA PRODUCCION MENSUAL PROMEDIO DE:

$$\begin{array}{r} 24 \text{ HRS/DIA} \times 30 \text{ DIAS/MES} \times 1,300 \text{ TON/VIAJE} \\ \hline 43 \text{ HRS/VIAJE} \end{array} = 21,767.5 \text{ TON/MES}$$

QUE ES UN VALOR SUPERIOR AL VOLUMEN MENSUAL REQUERIDO, LO QUE PERMITE UNA HOLSURA PARA SOLVENTAR CUALQUIER RETRASO.

LAS OTRAS DOS ENBARCACIONES TRANSPORTAN ROCA TIPO 1, CUYO REQUERIMIENTO MENSUAL ES DE 38,500 TON. CONSIDERANDO QUE EL CICLO MEDIO ES DE 41 HRS/VIAJE Y LA CARGA MEDIA DE 1,500 TON, NOS DAN UNA PRODUCCION MENSUAL PROMEDIO DE:

$$\begin{array}{r} 24 \text{ HR/DIA} \times 30 \text{ DIA/MES} \times 1,500 \text{ TON/VJE} \times 2 \text{ ENBC.} \\ \hline 41 \text{ HRS/VIAJE} \end{array} = 52,682.9 \text{ TON/MES}$$

PRODUCCION SUPERIOR A LA REQUERIDA LO QUE TAMBIEN PERMITE TENER HOLSURA EN ESTA ACTIVIDAD.

LA CARGA DE ESTOS BARCOS SE REALIZA POR MEDIO DE UNA DRAGA BUCYRUS BE-88-B EQUIPADA POR UN BOTE ROQUERO DE 4 1/2 YARDAS CUBICAS DE CAPACIDAD, LA CUAL ES ALIMENTADA CON ROCA PREVIAMENTE CLASIFICADA Y PESADA, TRAIDA YA SEA DIRECTAMENTE DEL BANCO O DE LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO, Y SUMINISTRADA POR UN CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 988-B CON CAPACIDAD DE 7 YARDAS CUBICAS Y ACARREANDO HASTA EL MUELLE DE CARGA POR MEDIO DE TRES CAMIONES VOLTEO PESADO TEREX R-35 DE 32 TON. DE CAPACIDAD.

B) TRANSPORTE MARITIMO SOBRE CHALANES DESDE BALZAPOTE HASTA DOS BOCAS.

POR MEDIO DE ESTE TIPO DE ACARREO, SE PRETENDE CUBRIR DOS NECESIDADES. LA PRIMERA ES LA REFERENTE A LA ROCA QUE SERA COLOCADA POR MEDIO DE VERTIDO TERRESTRE, O SEA TODA AQUELLA ROCA QUE COMPONE LAS DIFERENTES SECCIONES DEL NIVEL -3.50 HASTA EL NIVEL DE CORONA DEL ROMPEOLAS. LA SEGUNDA NECESIDAD A CUBRIR, ES LA QUE SE TRATA DEL SUMINISTRO DE ROCA QUE SERA COLOCADA POR MEDIO DE UNA EMBARCACION PARA VERTIDO MARINO CONTROLADO; ROCA CUYO OBJETIVO ES EL DE SERVIR COMO LASTRE A LAS FAJINAS DE LOS TALONES DE ATRAQUE EN EL ROMPEOLAS.

DE ACUERDO A ESTAS NECESIDADES SE REQUIERE TRANSPORTAR 100,340 TON/MES, QUE SON CUBIERTAS CON LOS SIGUIENTES RECURSOS:

- PARA LA CARGA DE LOS CHALANES SE DEBE CONTAR CON DOS CARGADORES FRONTALES CATERPILLAR 988-B Y TRES VOLTEOS PESADOS TEREX R-35.

- PARA EL ACARREO DE LA ROCA ES NECESARIO EL USO DE DOS REMOLCADORES CON POTENCIA DE 1,800 H.P. Y TRES BARCAZAS PLANAS DE 4,500 TON DE CAPACIDAD CADA UNA.

- FINALMENTE, LA DESCARGA EN DOS BOCAS SE REALIZA POR MEDIO DE UN CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 988-B Y TRES CAMIONES VOLTEO PESADO TEREX R-35.

EL OBJETIVO DE CONTAR CON DOS CARGADORES FRONTALES DURANTE LA REALIZACION DE LA ACTIVIDAD DE CARGA DE LAS BARCAZAS PLANAS, ES PORQUE UN CARGADOR DEBE ESTAR ALIMENTANDO AL EQUIPO DE ACARREO, LOS CUALES AL MOMENTO DE DESCARGAR VAN FORMANDO PEQUEÑOS MONTONES DE ROCA Y PERDIENDO ESPACIO CARGABLE. ES POR ESTO QUE SE REQUIERE UN SEGUNDO CARGADOR, QUE DEBE HACER UN REACOMODO DEL MATERIAL DESCARGADO, REDUCIENDO EL ESPACIO NO CARGADO Y HACIENDO EFECTIVA LA CAPACIDAD DE 4,500 TON DE ESTAS BARCAZAS.

POR OTRO LADO, LOS CICLOS DE LOS REMOLCADORES UTILIZADOS EN ESTA ACTIVIDAD, SON LOS SIGUIENTES:

REMOLCADOR NO. 1	ESPERA POR CARGA DE BARCAZA	15 HORAS
TOMANDO EN CUENTA:	4,500 TON DE CAPACIDAD DE LA BARCAZA Y 300 TON/HR DESCARGADAS POR EL EQUIPO DE ACARREO.	
	4,500 TON	
	-----	15 HRS
	300 TON/HR	

- VIAJE CARGADO

200 KM DE DISTANCIA ENTRE EL BANCO DE ROCA DE BALEAPOTE Y LA TERMINAL MARITIMA DE DOS BOCCAS.

5 A 8 NUDOS DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE NAVEGACION, ES EL RANGO DE VELOCIDADES A DESARROLLAR.

CONSIDERANDO UNA VELOCIDAD PROMEDIO DE 5.5 NUDOS.

MILLA NAUTICA = 1,853 M

**1 NUDO = MILLA NAUTICA/HORA
= 1,853 M/HR = 1.853 KM/HR**

POR LO TANTO:

$$\text{VELOCIDAD} = 5.5 \text{ NUDOS} \times 1.853 \frac{\text{KM/HR}}{\text{NUDO}} = 10.2 \text{ KM/HR}$$

$$\text{TIEMPO} = \frac{200 \text{ KM}}{10.2 \text{ KM/HR}} = 19.6 \text{ HR}$$

- ESPERA POR DESCARGA DE BARCAZA

SE TIENEN LOS MISMOS RENDIMIENTOS QUE LO REFERENTE A LA CARGA DEL MATERIAL, POR LO QUE LA DURACION DE ESTA ACTIVIDAD ES DE 15 HORAS.

- REGRESO VACIO

VELOCIDAD PROMEDIO DE 7 NUDOS

$$\text{TIEMPO} = \frac{200 \text{ KM.}}{7 \text{ NUDO} \times 1.853 \frac{\text{KM/HR.}}{\text{NUDOS}}} = 15.4 \text{ HR}$$

RESUMIENDO:

CICLO DEL REMOLCADOR

- ENTRADA A PUERTO Y MANIOBRAS DE ATRAQUE DE BARCAZA EN PUERTO DE ABASTECIMIENTO DE ROCA.	0.50 HR
- ESPERA POR CARGA DE BARCAZA.	15.00 HR
- DESATRAQUE DE BARCAZA AMARRE DE ESTA AL REMOLCADOR Y SALIDA DE PUERTO.	0.75 HR

- VIAJE CON BARCAZA CARGADA.	19.60 HR
- ENTRADA A PUERTO Y MANIOBRAS DE ATRAQUE DE BARCAZA.	1.50 HR
- ESPERA POR DESCARGA DE BARCAZA.	15.00 HR
- MANIOBRAS DE AMARRE DE BARCAZA A REMOLCADOR, DESATRAQUE DE BARCAZA Y SALIDA DE PUERTO.	1.00 HR
- REGRESO CON BARCAZA VACIA A PUERTO DE ABASTECIMIENTO.	15.60 HR
TOTAL POR CICLO	68.75 HR

YA QUE LA CAPACIDAD PROMEDIO DE CADA BARCAZA ES DE 4,500 TON, ESTO NOS DA UNA PRODUCCION PROMEDIO MENSUAL DE:

$$\frac{30 \text{ DIAS/MES} \times 24 \text{ HR/DIA} \times 4500 \text{ TON/CIC} \times 0.9 \text{ (FAC.EFIC.)} \times 2 \text{ EMB.}}{68.75 \text{ HR/CICLO}} = 86,829 \text{ TON/MES}$$

VOLUMEN QUE NO ES SUFICIENTE PARA CUMPLIR CON LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS DE ROCA.

ESTE PROBLEMA FUE RESUELTO POR MEDIO DE LA ADICION A LOS RECURSOS ASIGNADOS PARA LA REALIZACION DE ESTA ACTIVIDAD, DE UNA BARCAZA PLANA CON LAS MISMAS CARACTERISTICAS A LAS OTRAS. ASI REDUCIENDO EL TIEMPO EN EL CICLO, YA QUE SE EVITA QUE LOS REMOLCADORES ESTEN EN ESPERA DE LA DESCARGA DE LA BARCAZA, AUNQUE POR SOLO CONTAR CON UN MUELLE DE ATRAQUE PARA BARCAZAS, SEA NECESARIO EL REALIZAR MANIOBRAS EXTRAS, COMO SON LAS DEL RETIRO DE LA BARCAZA VACIA, QUE SERA ENCONTRADA POR LOS REMOLCADORES AL LLEGAR A DOS BOCAS, PARA PODER HACER EL ATRAQUE DEL NUEVO VOLUMEN POR DESCARGAR; O EN EL CASO DEL PUERTO DE ABASTECIMIENTO DE ROCA, PRIMERO EL RETIRO DE LA BARCAZA CARGADA QUE SERA ENCONTRADA POR LOS REMOLCADORES AL LLEGAR AL PUERTO DE EMBARQUE, PARA EL ATRAQUE DE LA BARCAZA VACIA POR CARGAR.

UNA VEZ QUE LAS BARCAZAS LLEGAN AL PUERTO DE DOS BOCAS, LA ROCA ES DESCARGADA Y SEGUN LAS NECESIDADES PUEDE SER ACARREADA PARA SU COLOCACION, PREVIO PESAJE, EN EL RONPEOLAS POR MEDIO DE VERTIDO TERRESTRE O PUEDE SER ACARREADO AL PIE DEL MUELLE PARA CARGA DEL BARCO DE VERTIDO MARINO CONTROLADO, TAMBIEN PESANDO PRIMERO EL MATERIAL. FINALMENTE, EN CASO DE NO REQUERIRSE LA ROCA EN EL MOMENTO, EL MATERIAL SERA TRANSPORTADO A LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO, PARA SU POSTERIOR COLOCACION.

C) TRANSPORTE MARITIMO Y FLUVIAL DESDE TULIJA HASTA DOS BOCAS

DE ACUERDO CON LOS VOLUMENES DE ROCA SUMINISTRADOS POR EL BANCO DE ROCA DE BALZAPOTE, RESTAN UN PROMEDIO DE 40,000 TON DE ROCA MENSUAL POR PROPORCIONAR, DE ACUERDO A LAS NECESIDADES.

ESTAS 40,000 TON POR MES SERAN APORTADAS POR EL BANCO DE ROCA DE TULIJA EN TABASCO.

LA UBICACION DE ESTE BANCO PROVOCA QUE EL ACARREO DEL MATERIAL SE REALICE EN DOS ETAPAS.

LA PRIMERA ETAPA DE ACARREO ES DESDE EL MUELLE DE ENBARQUE EN EL BANCO HASTA LA DESEMBOCADURA DEL RIO GRIJALVA, EN DONDE SE ENCUENTRA EL PUERTO DE FRONTERA, TABASCO. ESTE TRANSPORTE ES DE TIPO FLUVIAL Y PARA ELLO SE UTILIZAN DOS REMOLCADORES EMPUJADORES DE RIO DE 1,000 H.P. DE POTENCIA CONTINUA. LA ELECCION DE ESTE TIPO DE REMOLCADORES ES DEBIDO A QUE EL TRAMO DE RIO POR NAVEGAR ES ALGO SINUOSO, RESULTANDO MAS SEGURO EL ACARREO YA QUE SE TIENE MAYOR MANIOBRABILIDAD DE LA BARCAZA.

LAS CARACTERISTICAS DEL TRANSPORTE SON LAS SIGUIENTES:

- SE EMPUJARAN BARCAZAS CARGADAS CON 1,800 TON DE ROCA, HACIA AGUAS ABAJO.
- EL RANGO DE VELOCIDAD A DESARROLLAR VARIA ENTRE LOS 4 A 5.5 NUDOS Y ESTA EN RELACION A LAS DIFICULTADES PROPIAS DE LA NAVEGACION EN EL RIO.
- LA DISTANCIA DE TRANSPORTE ES DE 100 MILLAS NAUTICAS.

DE ACUERDO CON ESTAS CARACTERISTICAS, EL CICLO DE ESTE EQUIPO ES EL SIGUIENTE:

- PREPARATIVOS Y MANIOBRAS DE DESATRAQUE 1.0 HR

- VIAJE CON CARGA:

TRANSPORTE NOCTURNO: $\frac{48 \text{ MILLAS NAUTICAS}}{4 \text{ MILLAS NAUTICAS/HR}} = 12.0 \text{ HR}$

TRANSPORTE DIURNO: $\frac{52 \text{ MILLAS NAUTICAS}}{5 \text{ MILLAS NAUTICAS/HR}} = 10.4 \text{ HR}$

- MANIOBRAS AMARRE BARCAZA CARGADA Y TOMA DE BARCAZA VACIA PARA REMONTAR EL RIO. 1.6 HR

- REGRESO EMPUJANDO BARCAZA VACIA CONTRA CORRIENTE:

TRANSPORTE NOCTURNO: $\frac{48 \text{ MILLAS NAUTICAS}}{4 \text{ MILLAS NAUTICAS/HR}} = 12.0 \text{ HR}$

TRANSPORTE DIURNO: $\frac{52 \text{ MILLAS NAUTICAS}}{5.5 \text{ MILLAS NAUTICAS/HR}} = 9.5 \text{ HR}$

- MANIOBRAS

1.5 HR

TOTAL 48.0 HR/CICLO

LAS BARCAZAS CON LAS CUALES SE REALIZA EL ACARREO DE ROCA TIENEN CAPACIDAD DE 1,500 TON Y CON DIMENSIONES DE 180 PIES DE ESLORA POR 54 PIES DE ANCHO Y 12 PIES DE PUNTAL.

DE ACUERDO CON ESTA CAPACIDAD MEDIA DE TRABAJO DE 1,500 TON, EL MOVIMIENTO MENSUAL DE ROCA ES DE:

2 BARCAZAS x 1,500 TON/CICLO = 720 HR/MES

48 HR/CICLO = 45,000 TON/MES

CUBRIENDOSE ASI, LAS NECESIDADES RESTANTES.

LA SEGUNDA FASE DE ESTE TRANSPORTE ES LA REALIZADA CON REMOLCADORES DE MAR CON 1,800 H.P. DE POTENCIA, MOVIENDO LAS BARCAZAS DESDE FRONTERA, TAB. HASTA EL PUERTO DE DOS BOCAS.

LAS CARACTERISTICAS DE ESTE TRANSPORTE ES MOVIENDO UNA BARCAZA DE 1,800 TON, CON RANGO DE VELOCIDAD ENTRE 5 A 7 NUDOS Y UNA DISTANCIA DE TRANSPORTE DE 40 MILLAS NAUTICAS, COMPUESTAS POR 7 MILLAS NAUTICAS EN EL DELTA DEL RIO, 32 MILLAS NAUTICAS EN MAR Y UNA MILLA NAUTICA EN EL ACCESO AL PUERTO DE DOS BOCAS.

EL CICLO DE ESTE TIPO DE ACARREO ESTA COMPUESTO DE LA SIGUIENTE MANERA:

- MANIOBRA DE AMARRE DE BARCAZA Y SALIDA DEL PUERTO 2.0 HR
- RECORRIDO FRONTERA-DOS BOCAS

EN EL DELTA:

7 MILLAS NAUTICAS

4 MILLAS NAUTICAS/HR = 1.8 HR

EN EL MAR (DE DIA):

32 MILLAS NAUTICAS

6 MILLAS NAUTICAS/HR = 5.3 HR

EN ACCESO AL PUERTO:

1 MILLA NAUTICA

3 MILLAS NAUTICAS/HR = 0.3 HR

- MANIOBRAS DE ATRAQUE Y ENTRADA DE PUERTO 1.8 HR
- MANIOBRAS DE AMARRE DE BARCAZA Y SALIDA DE PUERTO 1.8 HR

- RECORRIDO DOS BOCAS-FRONTERA

EN SALIDA DE PUERTO:

1 MILLA NAUTICA	

3 MILLAS NAUTICAS/HR	0.3 HR
EN EL MAR (DE NOCHE):	
32 MILLAS NAUTICAS	

5 MILLAS NAUTICAS/HR	6.4 HR
EN EL DELTA:	
7 MILLAS NAUTICAS	

3 MILLAS NAUTICAS/HR	2.3 HR
- MANIOBRAS DE ATRAQUE Y ENTRADA A PUERTO	2.0 HR
TOTAL	24.0 HR/CIC.

COMPARANDO LOS CICLOS OBTENIDOS, VEMOS QUE CON LA UTILIZACION DE UN SOLO REMOLCADOR ES SUFICIENTE PARA ATENDER LAS NECESIDADES DE LOS EMPUJADORES.

IV.4.- COLOCACION DE ROCA

IV.4.1.- COLOCACION DE ROCA POR VERTIDO MARINO

ESTE SISTEMA DE COLOCACION DE LA ROCA, RESPONDE A LA NECESIDAD DEL USO DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO QUE PERMITIERA DE ACUERDO A LAS DIFERENTES SECCIONES QUE CONSTITUYEN EL ROMPEOLAS, LA FORMACION DE LOS TALONES DE ATRAQUE. ACTIVIDAD IMPOSIBLE DE REALIZAR DE NO SEGUIRSE UN PROCEDIMIENTO DE ESTE TIPO.

PARA EFECTUAR ESTA ACTIVIDAD EXISTEN UNA SERIE DE ALTERNATIVAS COMO SON:

- EL USO DE CHALANES DE CUBIERTA PLANA CON TRACTORES O TRAXCAVOS EMPUJANDO LA ROCA.
 - o SE PUEDE DISPONER DE EQUIPO MAS ESPECIALIZADO, TAL COMO:
- CHALANES DE VERTIDO MARINO
- GANGUILES DE VERTIDO POR FONDO
- LAS ENBARCACIONES PARA EL VERTIDO LATERAL CONTROLADO POR SISTEMA DE VIBRADORES O CON EYECTORES TRANSVERSALES.

SEGUN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO, SE RECOMENDABA EL USO DE BARCAZAS DE DESCARGA LATERAL CONTROLADA POR EYECTOR O VIBRADOR PARA LA REALIZACION DE LAS ACTIVIDADES CONSTITUIDAS POR LA COLOCACION A VERTIDO MARINO DE ROCA TIPO 4, 5, 6 Y 7 (DE ACUERDO A LA SECCION POR CONSTRUIR, PARA LA FORMACION DEL TALON DE ATRAQUE DE LA CORAZA Y LA CAPA SECUNDARIA

DEL ROMPEOLAS), ASI TAMBIEN SE CONSIDERABA CONVENIENTE LA UTILIZACION DE ESTE TIPO DE EQUIPO EN LA ACTIVIDAD REFERENTE AL VERTIDO MARINO DE ROCA TIPO 3 PARA FORMACION DE LA CAPA DE PROTECCION DEL NUCLEO DEL ROMPEOLAS.

FINALMENTE, SE PEDIA EL USO DE BARCAZAS DE DESCARGA DE FONDO EN LA COLOCACION DEL MATERIAL TODO UNO, EN LA FORMACION DEL NUCLEO DEL ROMPEOLAS (FIG. IV.24, IV.25, IV.26, IV.27 Y IV.28.-).

PARA EL VERTIDO MARINO DE LA ROCA, OPERARIAN CUATRO BARCAZAS AUTOPROPULSADAS DE DESCARGA POR EL FONDO, EN DONDE EN UNA DE LAS EMBARCACIONES SE PUEDE REALIZAR LA DESCARGA DE LA ROCA EN FORMA CONTROLADA, DEBIDO A LA POSIBILIDAD DE MANEJAR LA APERTURA DE LA TOLVA DE CARGA.

LA CONSTRUCCION DEL NUCLEO SE LLEVA A CABO EN FORMA ECONOMICA UTILIZANDO LOS GANGUILLES DE VERTIDO DE FONDO Y AUNQUE LA COLOCACION DE LA ROCA EN LOS ATRAQUES AL PIE DE LA CORAZA, QUE COMO YA SE COMENTO, CONVIENE HACERSE DE PREFERENCIA CON EMBARCACIONES DE VERTIDO LATERAL CONTROLADO PARA GARANTIZAR UN MAYOR GRADO DE PRECISION, SE DECIDIO LA UTILIZACION DE EMBARCACIONES DE VERTIDO MARINO POR FONDO PARA REDUCIR COSTOS CON RESPECTO AL EQUIPO RECOMENDADO, SIN PERDER DESDE LUEGO CALIDAD EN EL TRABAJO A REALIZAR.

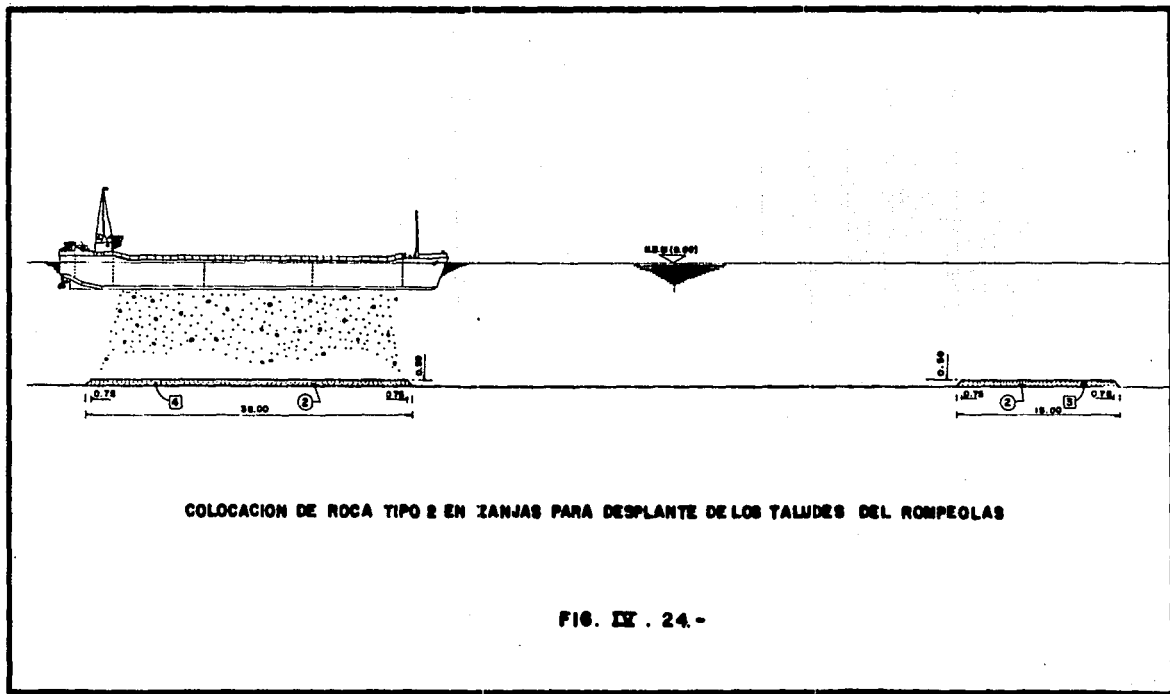
EL PROCEDIMIENTO DE COLOCACION DE ROCA MEDIANTE EL USO DE VERTIDO MARINO, RESULTA SER EL SISTEMA MAS ECONOMICO POR DOS RAZONES; UNA DE LAS CUALES ES LA DE MOVILIZACION DE GRANDES VOLUMENES DE MATERIAL Y SEGUNDO, POR LA REDUCCION DEL TIEMPO NECESARIO PARA LA REALIZACION DEL CICLO, YA QUE CON ESTE PROCEDIMIENTO SE PUEDE DESCARGAR DIRECTAMENTE EN EL LUGAR DE COLOCACION, EVITANDOSE ADEMAS ACTIVIDADES COMO LA DESCARGA DE LA BARCAZA, EL ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL, SU NUEVA CARGA Y SU POSTERIOR ACARREO HASTA EL SITIO DE COLOCACION.

AL REDUCIRSE COSTOS Y HABIENDO GRANDES AHORROS EN TIEMPO, RESULTA SER EL PROCEDIMIENTO IDEAL, EL CUAL TIENE COMO UNICA LIMITACION LA NECESIDAD DE DISPONER DE UN TIRANTE MINIMO DE AGUA ARRIBA DE LA ROCA PREVIAMENTE COLOCADA, SUFICIENTE PARA QUE LAS EMBARCACIONES NAVEGUEN Y DESCARGUEN SIN PELIGRO DE VARARSE SOBRE EL ROMPEOLAS EN CONSTRUCCION.

EN TODOS LOS CASOS SE REQUIERE QUE LAS EMBARCACIONES DISPONGAN DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO CONFIABLE Y SUFICIENTEMENTE PRECISO QUE PERMITA VERTER LA ROCA DE ACUERDO CON LAS LINEAS Y NIVELES QUE MARCAN LOS PLANOS DE PROYECTO, RESPETANDO LAS TOLERANCIAS QUE SE INDICAN EN LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.

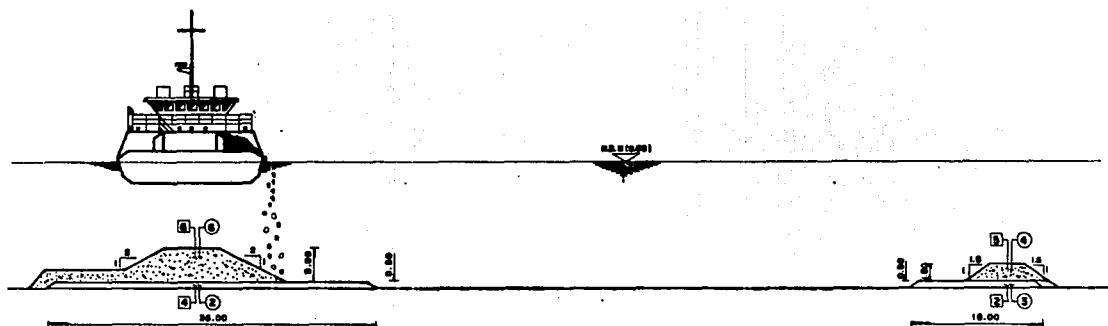
PARA ELLO, LOS BARCOS ESTAN EQUIPADOS CON SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO ELECTRONICO (TRISPONDER), SISTEMA CONECTADO A UNA PANTALLA A TRAVES DE UNA COMPUTADORA, EN DONDE EL CAPITAN DE LA EMBARCACION PUEDE REFERIR LA POSICION Y CURSO DEL NAVIO EN RELACION A LA POSICION EN DONDE EL BARCO DEBERA DEPOSITAR SU CARGA.

ESTE METODO CONSISTE EN LA COLOCACION DE TRES ANTENAS EN TIERRA, LAS CUALES EMITEN ONDAS DE RADIO. LAS EMBARCACIONES RECIBEN LAS SEÑALES QUE SON PROCESADAS A BORDO POR MEDIO DE LA COMPUTADORA, CALCULANDOSE LA POSICION EXACTA DE LA EMBARCACION CON LA APLICACION DE UNA FORMULA MATEMATICA EN FUNCION DEL TIEMPO DE RECEPCION DE LAS SEÑALES.



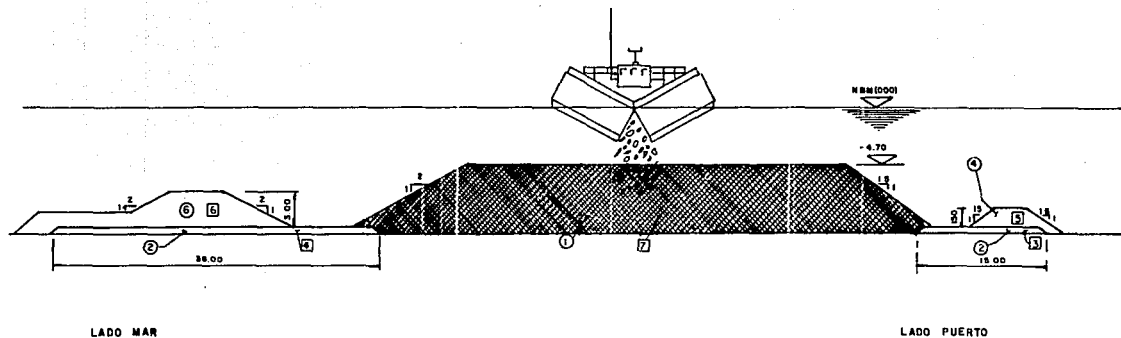
COLOCACION DE ROCA TIPO 2 EN ZANJAS PARA DESPLANTE DE LOS TALUDES DEL ROMPEOLAS

FIG. IV . 24. -



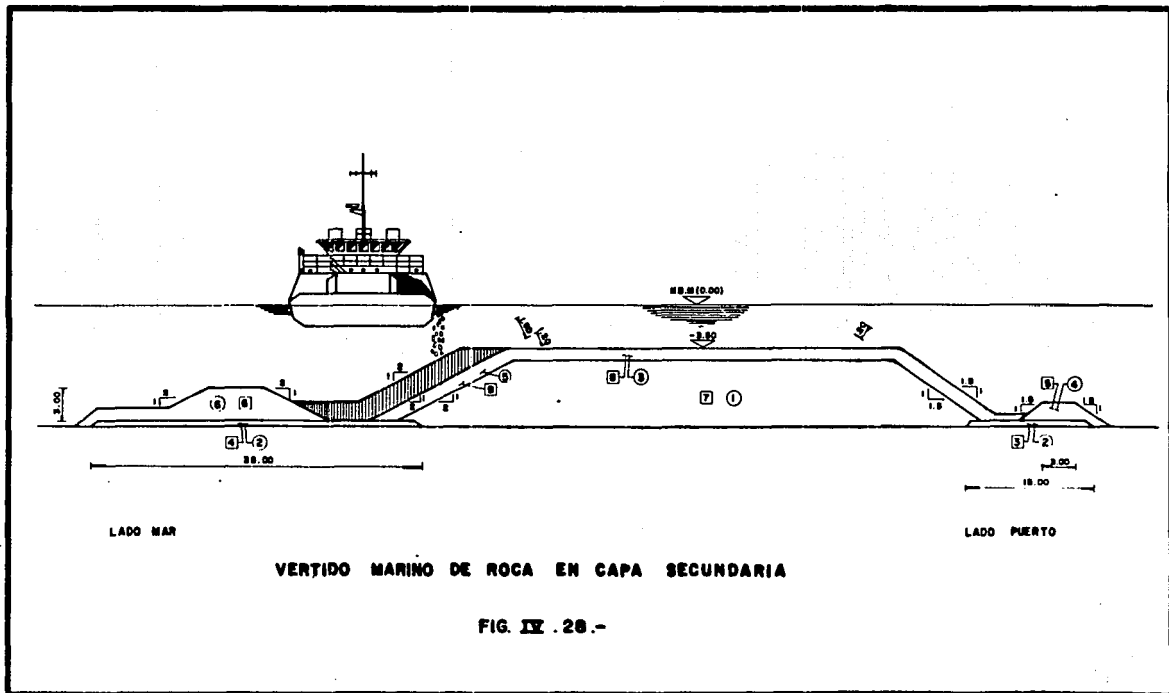
VERTIDO MARINO DE ROCA EN EL TALON DE ATRQUE DE CORAZA

FIG. IV. 25.-



VERTIDO MARINO DE ROCA TIPO UNO PARA FORMAR EL NUCLEO

FIG. IV. 26.-



VERTIDO MARINO DE ROCA EN CAPA SECUNDARIA

FIG. IX .26.-

LOS BARCOS DESCARGAN EN UNA POSICION PERPENDICULAR AL EJE DEL ROMPEOLAS, ORIENTANDO LA PROA HACIA LA MAREJADA PARA MEJORAR LA MANIOBRABILIDAD DE LA ENBARCACION Y LOGRAR MAYOR EXACTITUD EN SU POSICIONAMIENTO.

CUANDO UN BARCO HA DESCARGADO, EL SIGUIENTE SE COLOCA EN UNA POSICION PARALELA A LA ANTERIOR, DE FORMA QUE SE TENGA UN TRASLAPE APROXIMADAMENTE DE UN METRO ENTRE POSICIONES SUCESIVAS A LA TOLVA.

ABORDO, EL CAPITAN DE LA ENBARCACION RECIBE INSTRUCCIONES CON RELACION A LA POSICION EN LA QUE HAY QUE DESCARGAR (COORDENADAS Y CURSO), ALIMENTANDOSE LA COMPUTADORA CON LA IDENTIFICACION DEL BARCO, LAS COORDENADAS Y LA ORIENTACION DEL CURSO A SEGUIR POR EL MISMO DURANTE LA DESCARGA. LA COMPUTADORA ESTA PROGRAMADA PARA DETERMINAR LA POSICION RELATIVA DEL CENTRO DE LA TOLVA CON RESPECTO A LA UBICACION DE LA ANTENA "TRISPONDER".

ALIMENTADA LA COMPUTADORA, EL CAPITAN OBSERVA EN LA PANTALLA LA UBICACION DE LA ENBARCACION EN RELACION AL ROMPEOLAS Y LA POSICION DEL VERTIDO.

CUANDO EL BARCO ESTA CERCA DE LA POSICION DE VERTIDO, SE AMPLIFICA LA IMAGEN DEL VIDEO PARA UNA MEJOR APRECIACION Y PODER EJECUTAR LAS MANIOBRAS NECESARIAS PARA QUE LA POSICION DE LA TOLVA COINCIDA CON LA POSICION DE VERTIDO QUE APARECE EN LA PANTALLA. UNA VEZ QUE SUCEDE ESTO, SE DEPOSITAN LOS DIFERENTES CARGAMENTOS DE ACUERDO A LAS DIFERENTES SECCIONES DEL ROMPEOLAS.

LA ULTIMA CAPA DE ROCA A VERTER ENTRE EL NIVEL ALCANZADO CON LAS CARGAS DEPOSITADAS PREVIAMENTE Y LA COTA DE CORONACION DEL NUCLEO, PUEDE SER DE MENOR ESPESOR QUE CON EL QUE NORMALMENTE SE DEPOSITA LA CARGA. EN ESTE CASO, EL BARCO RECIBE INSTRUCCIONES DE REPARTIR LA CARGA EN UN ESPACIO MAYOR AL ANCHO DE LA TOLVA. EN LA PANTALLA APARECE LA UBICACION DEL VERTIDO CON UN ANCHO MAYOR AL DE LA TOLVA.

DURANTE SU APROXIMACION AL SITIO DE DESCARGA Y PERCIBIENDO EL MOVIMIENTO RELATIVO DEL BARCO, BAJO LA INFLUENCIA DE LA CORRIENTE Y DEL VIENTO, SE DECIDE POR QUE LADO SE ACERCARA LA ENBARCACION A LA ZONA DE VERTIDO. EN CASO DE QUE LA CORRIENTE Y EL VIENTO SEAN DE TAL MAGNITUD QUE LA ENBARCACION NO PUEDA DERIVAR SOBRE EL AREA DE VERTIDO, LA CARGA SERA DEPOSITADA CON LA AYUDA DEL BARCO DE POSICIONAMIENTO.

CUANDO SE EFECTUO EL ESTUDIO BATIMETRICO PARA CONOCER LA SITUACION EN QUE SE ENCONTRABA EL LECHO MARINO, SE DETERMINO LA EXISTENCIA DE ROCA, QUE HABIA SIDO DEPOSITADA DURANTE LA ETAPA ANTERIOR DE LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS.

ESTA ROCA DESCRIBE GRANDES IRREGULARIDADES EN CUANTO A SU ALTURA Y DISTRIBUCION, POR LO QUE EL PROCEDIMIENTO DE VERTIDO YA DESCRITO, NO RESULTABA EFICIENTE YA QUE LA ENBARCACION VIERTE CARGAS COMPLETAS EN FORMA SUCESIVA, Y SOLO SE LOGRARIA MANTENER LA IRREGULARIDAD DEL PERFIL, ELEVANDOLO Y CONSECUENTEMENTE AUMENTANDO LA PROBLEMÁTICA.

DE ESTOS ESTUDIOS BATIMETRICOS REALIZADOS, SE DEDUJO QUE EN LAS ZONAS DONDE EXISTE ROCA, ABARCA LOS CADENAMIENTOS 0+950 AL 2+120 Y DEL 2+280 AL 2+520.

ESTO LLEVO A LA NECESIDAD DE REGULARIZAR LAS SECCIONES, RELLENANDO LOS HUECOS POR MEDIO DEL VERTIDO MARINO EN DONDE FUERA POSIBLE, POR MEDIO DEL VERTIDO DE CARGAMENTOS PARCIALES DE ACUERDO AL VOLUMEN REQUERIDO EN CADA SECCION.

PARA PODER LLEGAR A UN PERFIL REGULAR, LAS EMBARCACIONES TIENEN QUE DESCARGAR A 90 GRADOS CON RESPECTO AL EJE DEL ROMPEOLAS Y CUANDO LA SITUACION LO PERMITA, EN UNA POSICION PARALELA AL EJE DEL ROMPEOLAS.

EN CUALQUIER CASO, EL EXITO DE LA ACTIVIDAD RADICA EN EL CALCULO DEL TONELAJE A VERTER EN CADA UNA DE LAS MANIOBRAS EN PARTICULAR.

PARA LO ANTES EXPUESTO SE REQUIERE DE LO SIGUIENTE:

A) CARGAR LAS BARCAZAS DE DESCARGA POR FONDO, CON CARGAMENTOS PARCIALES DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DE LA REPARACION DE LOS PERFILES DEL NUCLEO DE LA ESCOLLERA.

LOS CARGAMENTOS VARIAN APROXIMADAMENTE DENTRO DEL RANGO ENLISTADO A CONTINUACION:

EMBARCACION NO. 1	CON CARGAS ENTRE 1,000 Y 1,500 TON
EMBARCACION NO. 2	CON CARGAS ENTRE 1,000 Y 1,500 TON
EMBARCACION NO. 3	CON CARGAS ENTRE 800 Y 1,200 TON
EMBARCACION NO. 4	CON CARGAS ENTRE 500 Y 1,000 TON

EN BASE A LOS PRIMEROS TREINTA CARGAMENTOS DENTRO DEL PROGRAMA DE REPARACION DE LAS SECCIONES DEL ROMPEOLAS, ESTOS CARGAMENTOS PROMEDIO SERAN DE:

EMBARCACION NO. 1	CON CARGA PROMEDIO DE 1,200 TON
EMBARCACION NO. 2	CON CARGA PROMEDIO DE 1,200 TON
EMBARCACION NO. 3	CON CARGA PROMEDIO DE 1,025 TON
EMBARCACION NO. 4	CON CARGA PROMEDIO DE 750 TON

B) EL TIEMPO DE LOS CICLOS DE ESTAS EMBARCACIONES PRECISA SER UN POCO MAYOR, DEBIDO A QUE LAS OPERACIONES DE POSICIONAMIENTO Y DESCARGA (1.5 A 2 HORAS ADICIONALES EN CADA OPERACION) RESULTAN SER MAS PELIGROSAS Y DIFICILES EN LA APROXIMACION DE LOS BARCOS A LA ZONA DEL VERTIDO, ESPECIALMENTE CUANDO LAS CONDICIONES DE CORRIENTE, VIENTO Y MAREJADA SEAN ADVERSAS.

C) FINALMENTE, DE ANTEMANO SE LE ASIGNA A LA EMBARCACION EL TIEMPO Y TONELAJE DE ROCA QUE DEBE TRANSPORTAR PARA EL LLENADO DE UN HUECO EN PARTICULAR. COMO ENTRE LAS OPERACIONES DE CARGA, ACARREO Y VERTIDO SE TIENE UNA DURACION APROXIMADA DE UN DIA Y DADO QUE EN LA ZONA DE CONSTRUCCION LAS CONDICIONES DEL MAR PUEDEN VARIAR FACILMENTE DURANTE ESTE TIEMPO, AL ARRIBO DEL BARCO SE PODRIA DAR EL CASO DE QUE EL VIENTO Y LAS CONDICIONES DEL MAR NO PERMITIESEN DESCARGAR EN EL PUNTO PREVIAMENTE ASIGNADO, SIN EXPONER A LA EMBARCACION A RIESGOS DE SINIESTRO DEBIDO A LOS PICOS DE ROCA EXISTENTES. POR ESTO, ES NECESARIO EL TENER PROGRAMADOS PUNTOS ALTERNOS DE DESCARGA DENTRO DEL AREA DE TOLERANCIA DEL AVANCE LONGITUDINAL. EN EL CASO DE QUE POR LAS CONDICIONES REINANTES, LOS PUNTOS ALTERNOS MENCIONADOS TAMBIEN SEAN INACCESIBLES, ES NECESARIO TENER UNA TOLERANCIA QUE PERMITA EL VERTIDO DE MATERIAL PARA EL NUCLEO, MAS ALLA DE LOS CIEN M ESPECIFICADOS DE AVANCE LONGITUDINAL DURANTE LA CONSTRUCCION Y

PARA LO CUAL EN ESTE CASO SE PROPONE VERTER EL CARGAMENTO EN UN LUGAR DONDE LA CINA DEL MONTON FORMADO AL DESCARGAR, SE MANTENGA POR DEBAJO DE LA COTA EQUIVALENTE A LA MITAD DE LA PROFUNDIDAD DEL SITIO; ESTA ES UNA REGLA EMPIRICA, LA CUAL HA FUNCIONADO DURANTE LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS, EVITANDO LA DEGRADACION DEL MONTON DE ROCA VERTIDO.

IV.4.2.- COLOCACION DE ROCA A VOLTEO

AL MOMENTO EN EL QUE LAS ENBARCACIONES DE VERTIDO MARINO YA NO PUEDEN DESEMPEÑAR SU FUNCION POR NO CONTAR CON EL CALADO SUFICIENTE PARA NAVEGAR, ES NECESARIO LA UTILIZACION DE OTRO SISTEMA QUE PERMITA SEGUIR LA CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS. ESTE SISTEMA ES EL DE COLOCACION A VOLTEO DE LA ROCA, PROCEDIMIENTO UTILIZADO A PARTIR DEL NIVEL -3.50 CON RESPECTO AL NIVEL DE BAJA MAR MEDIA.

LA COLOCACION A VOLTEO COMIENZA DESDE EL ARRANQUE DEL ROMPEOLAS Y CON ESTE METODO EL EQUIPO SE VA FABRICANDO UNA SUPERFICIE DE RODAMIENTO POR LA CUAL IRA AVANZANDO MAR ADETRON (FIG.IV.29.-).

EN ROMPEOLAS O ESPIGONES DE SECCIONES MAS PEQUEÑAS, ESTE METODO ES SUFICIENTE PARA TODA LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA; EN NUESTRO CASO, ESTE SISTEMA ES UTILIZADO DE PREFERENCIA EN LA CONSTRUCCION DEL NUCLEO.

LOS TIPOS DE ROCA QUE SE VAN A COLOCAR CON ESTE TIPO DE PROCEDIMIENTO SON :

- ROCA TIPO TODO UNO PARA FORMACION DEL NUCLEO
- ROCA TIPO DOS Y TRES EN EL ARROPE LADO PUERTO, Y
- ROCA TIPO DOS Y CINCO EN EL ARROPE DE LADO MAR

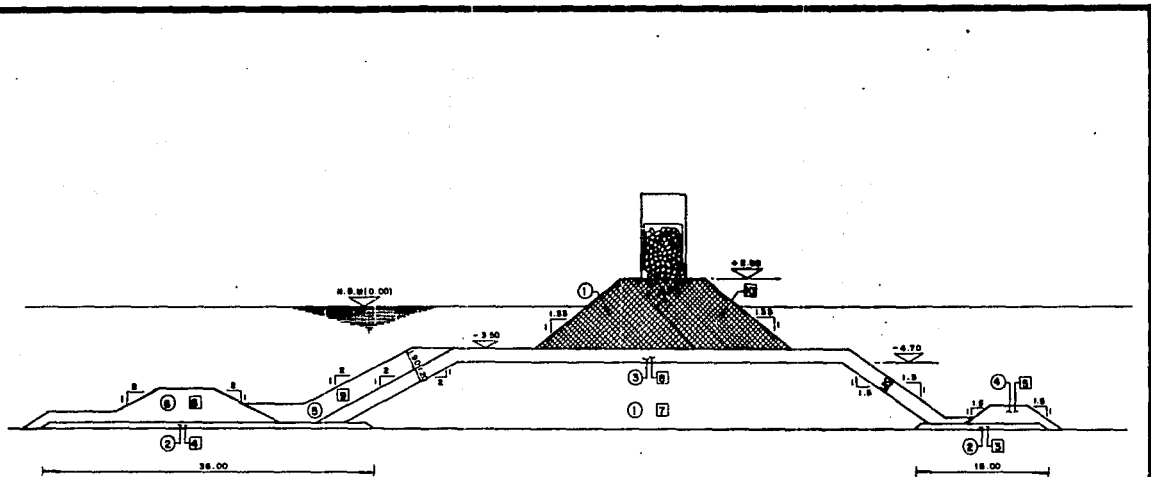
DURANTE EL AVANCE EN LA CONSTRUCCION DEL NUCLEO, SE PROCURARA QUE LOS TALUDES QUEDEN PROTEGIDOS CON LA ROCA DE MAYOR TAMAÑO QUE ESTE ESPECIFICADA PARA ESTE ELEMENTO DEL ROMPEOLAS, A FIN DE QUE SE DISPONGA DE CIERTA PROTECCION CONTRA EL OLEAJE, ANTES DE SER ARROPADO EN LA CAPA SECUNDARIA (FIG.IV.30.-).

EL MATERIAL DE MENOR TAMAÑO ESPECIFICADO PARA EL NUCLEO, DEBERA COLOCARSE DE PREFERENCIA SOBRE EL EJE CENTRAL DE LA SECCION, CON EL FIN DE LIMITAR EN LO POSIBLE LA PERDIDA DE MATERIAL FINO A TRAVES DE LA CAPA SECUNDARIA.

TAMBIEN ES IMPORTANTE QUE DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCION Y CON EL FIN DE EVITAR LA DEGRADACION DEL NUCLEO, SEA LA COLOCACION DE LA CAPA SECUNDARIA LO MAS CERCA POSIBLE DE SU EXTREMO, CON TAL DE EVITAR LA INTERFERENCIA ENTRE LA OPERACION DE LOS CANIONES DE VOLTEO Y LA GRUA CON CHAROLA PARA LA COLOCACION DE LA CAPA SECUNDARIA.

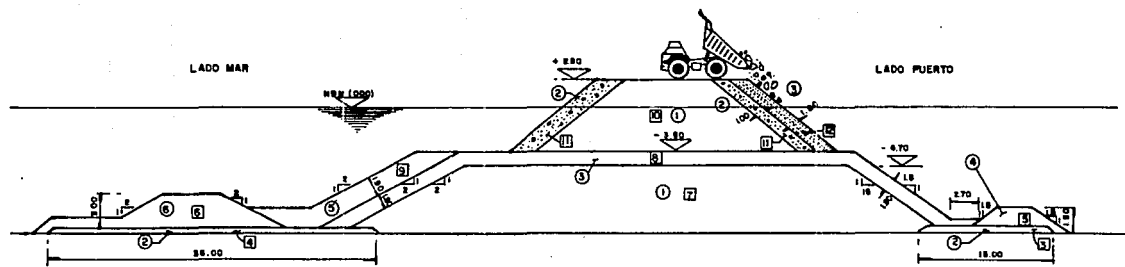
PARA LA REALIZACION DE ESTA ACTIVIDAD ES NECESARIO EL CONTAR CON EL SIGUIENTE EQUIPO:

- 1 CARGADOR FRONTAL SOBRE NEUMATICOS CATERPILLAR 988-B
- 3 CANIONES FUERA DE CARRITERA TEREX R-35
- 1 TRACTOR BULL CON CUCHILLA EMPUJ. ANGULABLE KOMATSU D-155-A1



COLOCACION A VOLTEO DE ROCA TIPO I

FIG. IV. 29.-



COLOCACION A VOLTEO DE ROCA PARA PROTECCION DEL NUCLEO

FIG. IX . 30.-

EL CARGADOR FRONTAL SE UTILIZA TANTO PARA LA DESCARGA DE LOS CHALANES QUE TRANSPORTAN LA ROCA DE LOS BANCOS DE EXPLOTACION, MATERIAL QUE ES CARGADO A LOS CAMIONES VOLTEO PESADO PARA SER ACARREADO A LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO, COMO PARA LA NUEVA CARGA DEL MATERIAL EN ESTOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO PARA EL ACARREO Y COLOCACION FINAL DEL MATERIAL.

CUANDO LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS LO PERMITAN, Y BAJO AUTORIZACION DEL CONTRATANTE, SE PUEDE PROCEDER A LA COLOCACION DE LA ROCA, SIN SU ALMACENAMIENTO EN LOS PATIOS DE DOS BOCAS,

SIEMPRE Y CUANDO ESTAS OPERACIONES SE AJUSTEN AL PROGRAMA COORDINADO DE CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS Y BAJO PREVIO PESAJE CON EL OBJETIVO DE CUANTIFICAR EL VOLUMEN COLOCADO.

PARA QUE EL EQUIPO DE CARGA Y ACARREO ACCESE A LOS CHALANES, CON EL FIN DE QUE LOS VOLTEOS SEAN CARGADOS A BORDO Y REGRESEN AL MUELLE, FUE NECESARIO EL ACONDICIONAR UNA RAMPA METALICA, CON APOYOS AL MUELLE EN CHARNELA, DE MANERA DE ABSORBER LAS DISTINTAS ELEVACIONES DE LA BARCAZA POR EFECTO DE MAREA, OLEAJE O A MEDIDA QUE SE DESCARGA, CON RESPECTO A LA SUPERFICIE DEL MUELLE.

COMO YA SE COMENTO, LA FUNCION DE LOS CAMIONES VOLTEO PESADO ES LA DE ACARREAR LA ROCA Y DEPOSITARLA EN EL LUGAR QUE CORRESPONDE PARA IR FORMANDO EL PEDRAPLEN. EL NUMERO DE CAMIONES A UTILIZAR VARIA DE ACUERDO A LA DISTANCIA DE ACARREO, DISTANCIA REGIDA POR EL TIPO DE SECCION EN CONSTRUCCION.

EL NUMERO DE CAMIONES A UTILIZAR ESTA EN FUNCION A LOS SIGUIENTES DATOS:

TIPO DE ROCA	TODO UNO
PORCENTAJE DE SOLIDOS	74 %
PESO VOLUMETRICO DEL BANCO DE ROCA DE BALZAPOTE	2,935 KG/M ³
POR LO TANTO	$0.74 \times 2,935 \text{ KG/M}^3 = 2,171.9 \text{ KG/M}^3$ $= 2.17 \text{ TON/M}^3$
EQUIPO A UTILIZAR:	CARGADOR FRONTAL 988-B CAMION VOLTEO PESADO R-35
RENDIMIENTO EQUIPO DE CARGA:	
CUCHARON DE CARGA PARA ROCA	7 YD ³ = 5.4 M ³
FACTOR DE CARGA DEL CUCHARON MANEJANDO MATERIAL DE VOLADURA	0.8
CAPACIDAD = 5.4 M ³ x 0.8	= 4.32 M ³ -SUELTOS/CICLO
TIEMPO DEL CICLO DE CARGA	= 0.65 MIN/CICLO DE CARGA
	35 TON/CAMION
CICLOS CARGADOR POR CAMION =	----- =
	2.17 TON/M ³ x 4.32 M ³ /CICLO

$$= 3.73 = 4 \text{ CICLOS/CAMION}$$

$$\text{TIEMPO DE CARGA: } 0.65 \text{ MIN/CICLO} \times 4 \text{ CIC.} = 2.6 \text{ MINUTOS}$$

$$\text{NO. DE VIAJES POR HORA} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.85 \text{ (EFIC)}}{2.6 \text{ MINUTOS/VIAJE}} = 19.6 \frac{\text{VIAJE}}{\text{HR}}$$

$$\text{VOLUMEN CARGADO POR HORA} = 35 \text{ TON/VIAJE} \times 19.6 \frac{\text{VIAJE}}{\text{HR}} \times 0.75 \text{ (EF.)}$$

$$= 514.5 \text{ TON/HR}$$

TRANSPORTE DEL MATERIAL:

**DISTANCIA DE ACARREO: DEL SITIO DE ATRAQUE DEL CHALAN
AL ARRANQUE DEL ROMPEOLAS. 0.5 KM**

**DEL ARRANQUE DE LA ESCOLLERA AL
INICIO DE COLOCACION 0.86 KM**

**AL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA --
ESCOLLERA:**

$$\frac{3.2 - 0.86}{2} = 1.17 \text{ KM}$$

$$\text{TOTAL } 2.53 \text{ KM}$$

CICLO DEL CAMION:

ESPERA Y ACOMODO PARA LA CARGA 0.50 MIN
A BORDO DE LA BARCAZA

$$\text{CARGA} = \frac{35 \text{ TON/VIAJE} \times 60 \text{ MIN/HR}}{514.5 \text{ TON/HR}} = 4.08 \text{ MIN}$$

$$\text{ACARREO CARGADO} = \frac{2.53 \text{ KM} \times 60 \text{ MIN/HR}}{30 \text{ KM/HR}} = 5.06 \text{ MIN}$$

TIEMPO DE PESAJE EN BASCULA 0.50 MIN

ESPERA PARA DESCARGA Y ACONODO 0.50 MIN

DESCARGA 0.50 MIN

$$\text{REGRESO VACIO} = \frac{2.53 \text{ KM} \times 60 \text{ MIN/HR}}{40 \text{ KM/HR}} = 3.80 \text{ MIN}$$

$$\text{TOTAL } 14.94 \text{ MIN/CICLO}$$

$$\text{NO. DE VIAJES POR HORA} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.85 \text{ (EFIC)}}{14.94 \text{ MIN/CICLO}} = 3.41 \frac{\text{VIAJES}}{\text{HR}}$$

TON. MOV. POR CMION = 3.41 VJS/HR x 35 TON/VJE = 119.5 TON/HR

No. CANION NECESARIOS = $\frac{514.5 \text{ TON/HR}}{119.5 \text{ TON/HR}}$ = 4.3

= 4 CANIONES PROMEDIO

FINALMENTE, EL TRACTOR ANGLEDOZER ES UTILIZADO EN EL DESCOPETE Y NIVELACION DE LOS MONTICULOS QUE VAYAN DEJANDO LOS CAMIONES. ASI MISMO, TIENE LA FUNCION DE EXTENDER LA ROCA HACIA LOS HOMBROS DEL PEDRAPLEN, DE MANERA QUE NO QUEDEN HUECOS O ZONAS SIN DEPOSITO DE MATERIAL.

DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES, SE INDICA QUE EL AVANCE CONSTRUCTIVO DEL ROMPEOLAS SEA CONTINUO, O SEA, QUE SE EVITARA EL DEPOSITO DE ROCA EN TRAMOS AISLADOS; SE TIENE COMO TOLERANCIA UN AVANCE MAXIMO DE 50 M EN LA COLOCACION DE ROCA A VOLTEO EN EL NUCLEO Y CAPAS DE PROTECCION DEL NUCLEO DEL ROMPEOLAS, SIN NECESIDAD DE PROTECCION; PERO EN CASO DE AMENAZA DE MAL TIEMPO, EL TRAMO DEL NUCLEO YA CONSTRUIDO DEBERA PROTEGERSE CON LA ROCA DE LA CAPA SECUNDARIA Y EN CASOS EXTREMOS SE CUBRIRA ESTA ULTIMA CON ROCAS O BLOQUES DE LA CORAZA PARA PREVENIR SU DEGRADACION, Y DE ACUERDO A LA SIGUIENTE TABLA:

OLA PRONOSTICADA (M)	PROTECCION DE AVANCE
1.5	ROCA \geq 350 KG.
2.0	ROCA \geq 750 KG.
2.5	ROCA \geq 1.5 TON.
3.0	ROCA \geq 2.5 TON.
3.5	ROCA \geq 4.0 TON.
4.0	ROCA \geq 6.0 TON.

TABLA IV-4.- TABLA DE PROTECCION DE AVANCE, SEGUN PRONOSTICO DE LA ALTURA DE OLA

LA REALIZACION DE ESTA ACTIVIDAD COMPRENDIA LA CONSTRUCCION DE LA SECCION TRAPEZOIDAL HASTA EL NIVEL + 2.50 CON RESPECTO AL NIVEL DE BAJANAR MEDIO. A ESTE NIVEL, SE TENIA UN ANCHO DE CORONA CONSIDERANDO SOLAMENTE LA CONSTRUCCION DEL NUCLEO Y LA CAPA SECUNDARIA, SUFICIENTE PARA EVITAR QUE EXISTIERAN INTERFERENCIAS ENTRE EL EQUIPO DE CONSTRUCCION, PERMITIENDO QUE EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO FUERA CONTINUO AL EVITAR LA REALIZACION DE MANIOBRAS EXTRAS AL MOMENTO DE CRUZARSE EL EQUIPO DE ACARREO PARA COLOCAR ROCA A VOLTEO, CON LA GRUA QUE ESTARIA TRABAJANDO EN LA COLOCACION DE LA CAPA SECUNDARIA CON CHAROLA O EN LA COLOCACION DE BLOQUES DE CONCRETO EN LA CORAZA (FIG.IV.31.-).

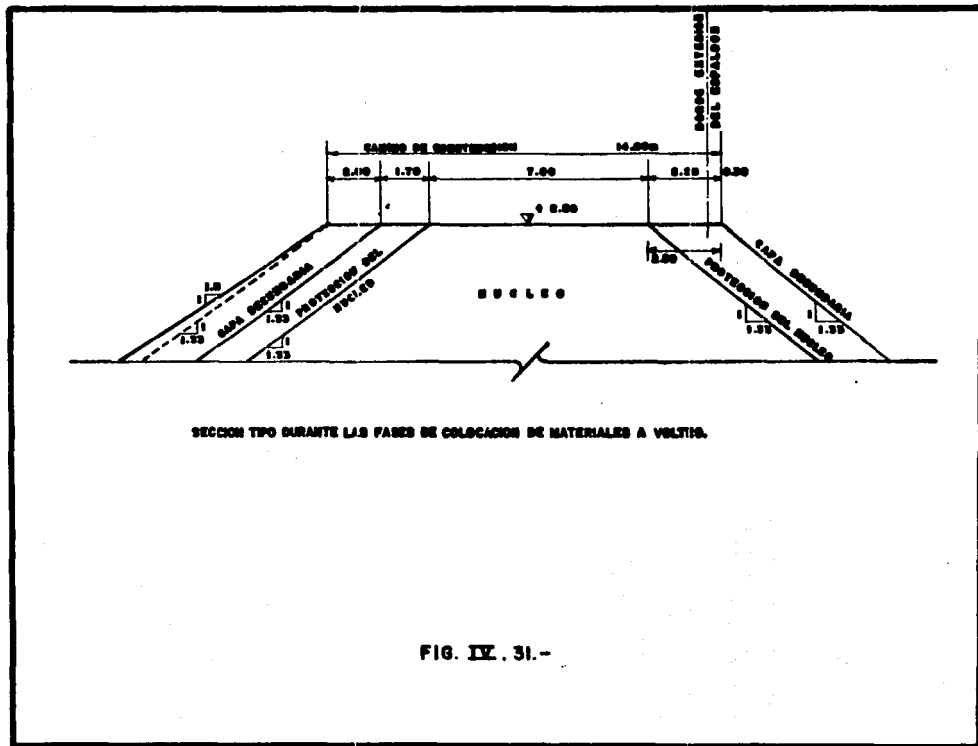


FIG. IX. 31.-

LA DEFINICION DEL ANCHO DE CORONA DURANTE EL PROYECTO, DEBE TOMAR EN CUENTA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO YA QUE COMO SE DIJO CON ANTERIORIDAD, CON ESTE ANCHO DE CORONA RESULTA QUE EL PROCESO PUEDE LLEVARSE A CABO.

PARA ESTA ESTRUCTURA, DESDE EL PUNTO DE VISTA CONSTRUCTIVO EL ANCHO DE CORONA DEBE SER TAL QUE TOME EN CUENTA LA SIGUIENTE INFORMACION:

- RADIO DE GIRO DE LA GRUA SOBRE ORUGAS A UTILIZAR
- ANCHO DEL CAMION VOLTEO PESADO A UTILIZAR
- BERNA DE SEGURIDAD ENTRE LOS TALUDES DE LA SECCION Y EL EQUIPO DE CONSTRUCCION
- BERNA DE SEGURIDAD ENTRE EQUIPO DE CONSTRUCCION AL MOMENTO DE CRUZARSE, POR LO QUE:

ANCHO DE CORONA = BERNA DE SEGURIDAD ENTRE LA GRUA Y EL TALUD,
EL CUAL ESTA FORMANDO

- ♦ RADIO DE GIRO DE LA GRUA
- ♦ BERNA DE SEGURIDAD PARA EL MOMENTO DE CRUZARSE LOS CAMIONES VOLTEO PESADO Y LA GRUA
- ♦ ANCHO DE LOS CAMIONES VOLTEO PESADO
- ♦ BERNA DE SEGURIDAD ENTRE CAMION VOLTEO PESADO Y EL OTRO TALUD DE LA SECCION

IV.4.3.- COLOCACION DE ROCA CON CHAROLA

DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN LABORATORIO PARA DETERMINAR LAS SECCIONES DE LA ESTRUCTURA, SE DEFINIO LA NECESIDAD DE QUE EL TALUD LADO MAR FUERA DE PROPORCION 2:1 Y EN EL TALUD LADO PUERTO FUERA 1.5:1 Y TOMANDO EN CUENTA QUE EL TALUD NATURAL DE LA ROCA AL SER COLOCADA A VOLTEO RESULTA ALREDEDOR DE 1.3:1 Y 1.4:1 COMO MAXIMO, FUE NECESARIO LA UTILIZACION DE ESTE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA COLOCACION DE LA ROCA EN LA PARTE EXTERIOR DEL NUCLEO Y DE LAS CAPAS SUBSECUENTES, YA QUE COMO VINOS, EL PROYECTO REQUERIA LA FORMACION DE TALUDES MAS TENDIDOS A LOS POSIBLES DE LOGRAR MEDIANTE EL TALUD NATURAL DE LA ROCA COLOCADA A VOLTEO.

ES IMPORTANTE HACER MENCION DE LA CONVENIENCIA DE QUE EL LIMITE EXTERIOR DEL NUCLEO QUEDA RUGOSO, AUN CUANDO ESTO IMPLIQUE SALIRSE DE LA FRONTERA TEORICA MARCADA EN PLANOS Y ESPECIFICACIONES, CON LA FINALIDAD DE QUE LA CAPA SECUNDARIA QUEDA ACUÑADA Y LIGADA AL NUCLEO. POR LO QUE SE DEBE EVITAR EL AFINE DE DICHA SUPERFICIE DE CONTACTO, YA QUE ESTO PROVOCARIA LA FORMACION DE UN POSIBLE PLANO DE FALLA QUE RESULTE PERJUDICIAL PARA LA ESTABILIDAD DE LA CAPA SECUNDARIA. ESTA OBSERVACION ES TAMBIEN APLICABLE PARA LAS DEMAS CAPAS, INCLUSIVE PARA AQUELLA CUYO EXTERIOR SEA LIGA CON LA CORAZA, DEJANDO QUE SOBRESALGAN ALGUNAS PIEDRAS O QUE QUEDEN BAJO LAS LINEAS TEORICAS, LOGRANDO QUE LA CORAZA, YA SEA DE ROCA O DE ELEMENTOS PRECOLADOS, SE LIGUE Y ACUÑE EN LA CAPA FRONTERA Y REDUCIENDO LA POSIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DEL MANTO EXTERIOR DE PROTECCION DEL ROMPEOLAS.

EL EQUIPO UTILIZADO PARA LA REALIZACION DE ESTA ACTIVIDAD ES EL SIGUIENTE:

- 1 CARGADOR FRONTAL SOBRE NEUMATICOS CATERPILLAR 988-B
- 2 CAMIONES FUERA DE CARRETERA TEREX R-35
- 1 GRUA SOBRE ORUGAS

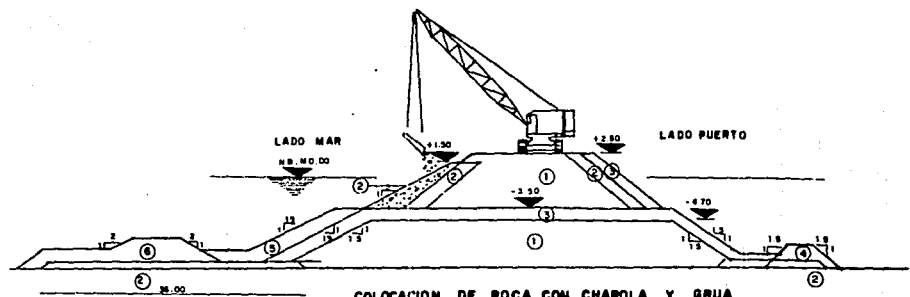
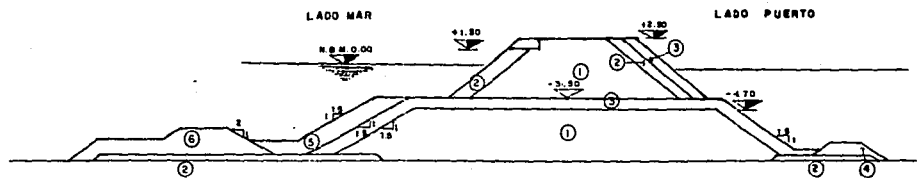
AL IGUAL QUE EN LA COLOCACION DE ROCA A VOLTEO, EL CARGADOR ES UTILIZADO TANTO EN LA DESCARGA DE ROCA DE LOS CHALANES, COMO PARA LA CARGA DE ROCA A CAMIONES, YA SEA DIRECTAMENTE SOBRE EL CHALAN O EN EL PATIO DE ALMACENAMIENTO.

LOS CAMIONES SE ENCARGAN DE LLEVAR LA ROCA AL LUGAR DONDE SE ENCUENTRA LA GRUA, DESCARGANDO LA ROCA DIRECTAMENTE SOBRE LA CHAROLA.

ESTA CHAROLA SE ASEMEJA A UNA CAJA DE CAMION VOLTEO QUE UNA VEZ CARGADA SE HACE OSCILAR SOBRE EL TALUD Y TIRANDO LA ROCA EN EL LUGAR DESEADO (FIG.IV.32 Y 33.a.-).

LOS TIPOS DE ROCA A COLOCAR CON ESTE METODO SON 2, 3, 4, 5, 6 Y 7 EJECUTANDOSE LA COLOCACION DE LA ROCA EN DOS CAPAS SOBRE EL TALUD DEL NUCLEO, COMENZANDO AL PIE DEL TALUD Y HACIA LA CORONA, NUNCA EMPUJANDO EL MATERIAL EN SENTIDO CONTRARIO AL DE COLOCACION.

DEL CADENAMIENTO 0+586 AL 0+840 DEL ROMPEOLAS ORIENTE, LA COLOCACION DE ROCA SE EFECTUARA PARA COMPLETAR LAS SECCIONES EXISTENTES Y PODER CUMPLIR CON LAS LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO, INCLUYENDO EL REACOMODO DE LA ROCA QUE SE ENCUENTRE FUERA DE LAS TOLERANCIAS INDICADAS EN LAS ESPECIFICACIONES. DEL CADENAMIENTO 0+840 EN ADELANTE SE EFECTUARA LA CONSTRUCCION DE LA SECCION COMPLETA DE ACUERDO A LAS LINEAS Y NIVELES DEL PROYECTO Y A LAS TOLERANCIAS INDICADAS.



COLOCACION DE ROCA CON CHAROLA Y GRUA
 PARA FORMAR CAPA SECUNDARIA
 LADO MAR

FIG. IX. 32.-

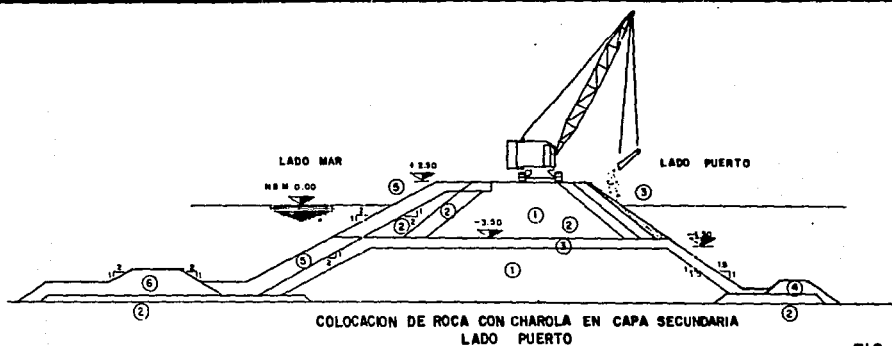


FIG. IV. 33a.-

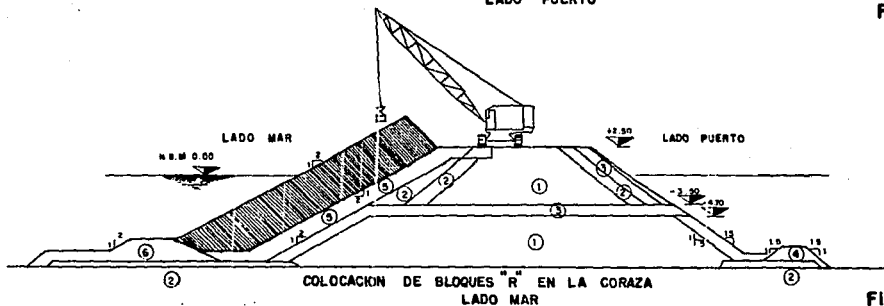


FIG. IV. 33b.-

EL AVANCE CONSTRUCTIVO DEL RONPEOLAS DEBERA SER PROGRAMADO EN FORMA CONTINUA, NO PERMITIENDOSE QUE LA ROCA SEA DEPOSITADA EN TRAMOS AISLADOS; SE PERMITEN AVANCES MAXIMOS DE 70 M EN LA COLOCACION DE ROCA DE ESTA ACTIVIDAD SIN NECESIDAD DE PROTECCION, A MENOS DE QUE LAS CONDICIONES DE OLEAJE O CLIMATOLOGICAS SUSPENDAN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION.

PARA COMPROBAR QUE LOS TALUDES FORMADOS POR LA ROCA DE CAPA SECUNDARIA TUVIERAN LA PENDIENTE DE PROYECTO, SE LLEVABAN A CABO LEVANTAMIENTOS PARA DETERMINAR LA SECCION, APOYANDOSE CON EL USO DE LA GRUA QUE SERVIA PARA LA COLOCACION DE ESA CAPA.

PARA ELLO SE MARCABA EL CABLE A CADA METRO Y POR MEDIO DE TRIGONOMETRIA, SE VERIFICABA QUE ESTE INDICARA LA PROFUNDIDAD QUE DEBIERA, AL CONOCERSE EL LUGAR DONDE ESTABA UBICADA LA GRUA Y EL ANGULO QUE FORMABA LA PLUMA DE LA MISMA CON LA HORIZONTAL (FIG.IV.34.-).

IV.5.- COLOCACION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO "R"

UNA VEZ TERMINADA LA CONSTRUCCION DEL "CUERPO" DE ROCA QUE FORMA PARTE DE LAS DIFERENTES SECCIONES DEL RONPEOLAS, DEBERA INICIARSE LA COLOCACION DE LOS BLOQUES DE CONCRETO.

ESTA FASE DEBE SER MANEJADA CON EXTREMA PRECAUCION, YA QUE LOS BLOQUES DE CONCRETO QUE CONSTITUIRAN LA CORAZA DEL RONPEOLAS, RECIBIRAN DIRECTAMENTE TODOS LOS EMBATES MARINOS, POR LO QUE DE SU ESTABILIDAD Y BUENA COLOCACION DEPENDERA EN GRAN PARTE LA VIDA UTIL DE LA ESTRUCTURA.

COMO SE COMENTO, EL PROYECTO DE DOS BOCAS FUE ELABORADO CON AYUDA DE LA UTILIZACION DE UN MODELO HIDRAULICO CONSTRUIDO EN LOS LABORATORIOS DEL D.H.L. (DELFT HIDRAULIC'S LABORATORIES) EN HOLANDA, DONDE SE ENSAYARON DISTINTOS ARREGLOS DEL PUERTO HASTA LOGRAR LA OPTIMIZACION DEL MISMO.

COMO EN LOS ESTUDIOS PRELIMINARES SE DETERMINO QUE EN LA ZONA DE LOCALIZACION DEL PUERTO, NO EXISTIA ROCA CON PESO SUFICIENTE PARA LOS REQUERIDOS EN LA CORAZA, SE PROPUSO COMO SOLUCION EL INTEGRAR LA CORAZA CON ELEMENTOS PRECOLADOS, PARA LO CUAL SE REALIZARON ENSAYOS EN EL MODELO A FIN DE DETERMINAR CUAL SERIA LA FIGURA GEOMETRICA MAS ADECUADA PARA ESTE PROYECTO.

SE REALIZARON PRUEBAS CON CORAZA A BASE DE TETRAPODOS, DOLOS Y CUBOS RANURADOS, OBTENIENDOSE COMO RESULTADO QUE PARA LA TORMENTA DE DISEÑO, LA FIGURA GEOMETRICA QUE REPRESENTABA MENOS DAÑOS A NIVEL DE CORAZA ACTIVA FUE LA DEL CUBO RANURADO, LA CUAL PRESENTO DAÑOS DE UN TRES PORCIENTO, VALOR QUE SE CONSIDERO ACEPTABLE YA QUE PORCENTAJES MAYORES AL 5% PUEDEN PRODUCIR AVERIAS LOCALES IMPORTANTES, QUE EN UN PRINCIPIO NO SE CONSIDERARON ADMISIBLES.

EL BLOCK TIPO "R" O CUBO RANURADO COLOCADO EN EL RONPEOLAS DEL PUERTO DE DOS BOCAS, TABASCO, SE TRATA DE UN CUBO MODIFICADO CON FORMA DE PIRAMIDE TRUNCADA Y QUE CUENTA CON RANURAS QUE LE PERMITEN ASEGURAR UN MEJOR MANEJO Y PROPORCIONAR UN MAYOR COEFICIENTE DE TRABAJON QUE EL CUBO NORMAL. RANURAS QUE DE ACUERDO A LA EXPERIENCIA, SE RECOMIENDA QUE ESTAS QUEDEN APROXIMADAMENTE PERPENDICULARES AL TALUD DE LA CAPA SECUNDARIA, YA QUE MEDIANTE ESTA PRECAUCION, LOS BLOQUES SE MANTIENEN MEJOR EN SU LUGAR Y NO PROPICIAN EL REBASE DE LAS OLAS (FIG.IV.35.-).

UNO DE LOS PRINCIPALES INCONVENIENTES DE LA UTILIZACION DE ESTE BLOQUE, ES EL DE OBLIGARSE A UTILIZAR UNA GRUA DE MUCHO MAYOR CAPACIDAD A LA ADECUADA PARA COLOCAR UN TETRAPODO, UN DOLO O UN ACROPODO DEL MISMO PESO QUE EL DE UN CUBO RANURADO, POR LA NECESIDAD DE FABRICAR UN BASTIDOR DE CARGA, MIENTRAS QUE CON LOS OTROS ELEMENTOS, SOLAMENTE ESTROBANDO CON EL GANCHO DE LA GRUA SE PUEDE REALIZAR LA ACTIVIDAD DE CARGA PARA LA COLOCACION DE ESTOS ELEMENTOS.

OTRO INCONVENIENTE ES EL RESULTANTE DE ANALIZAR* LOS COEFICIENTES DE TRABAZON DE ESTOS ELEMENTOS.

	Kd CUERPO *	Kd MORRO *
CUBO RANURADO	6.8	5.2
TETRAPODO	7.2	5.9 A 3.7
ACROPODO	12.0	8.0
DOLO	22.0	15.0

* = DATOS PARA OLA ROMPIENTE

EN BASE A ESTO, SE DEDUCE LA NECESIDAD DE REQUERIR UN MAYOR NUMERO DE PIEZAS DE CUBOS RANURADOS PARA CUBRIR UN AREA DETERMINADA DE CAPA SECUNDARIA, LO CUAL IMPLICA UN MAYOR COSTO POR CONSTRUCCION.

DENTRO DE LAS VENTAJAS QUE OFRECE EL USO DEL CUBO RANURADO, ESTAN:

MAYOR NUMERO DE PIEZAS FABRICADAS POR JORNADA DE TRABAJO, ASI COMO MENOR AREA PARA ALMACENAMIENTO DE PRECOLADOS, MENOR COSTO EN LA FABRICACION DE LA CIMBRA NECESARIA PARA EL COLADO DE ESTAS PIEZAS Y, FINALMENTE, MAYOR RAPIDEZ EN EL DESCIMBRADO, MAYOR VOLUMEN EN CUANTO A ACARREOS Y REDUCCION DE LOS TIEMPOS MUERTOS DEL EQUIPO QUE INTERVIENE DESDE LA FABRICACION DE LOS CUBOS HASTA SU COLOCACION.

DESDE EL PUNTO DE VISTA PROYECTO, DEBEMOS CONSIDERAR QUE LA FIGURA GEOMETRICA DEL CUBO RANURADO BASA SU ESTABILIDAD EN FUNCION DE SU PESO PROPIO Y NO COMO SUCEDER CON LAS OTRAS FIGURAS QUE BASAN SU ESTABILIDAD EN FUNCION DEL COEFICIENTE DE TRABAZON, LOS CUALES BAJO CIERTAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO, COMO PUEDEN SER CONDICIONES SEVERAS DE OLEAJE Y DEBIDO A LA FRAGILIDAD INTRINSECA DE SUS MIEMBROS, SE PUEDE OBTENER UN MEJOR FUNCIONAMIENTO CON EL CUBO RANURADO QUE CON ALGUN OTRO ELEMENTO, COMO SE DEMOSTRO CON EL MODELO HIDRAULICO.

POR LO ANTERIOR, AUNQUE LOS COSTOS POR CONSTRUCCION PUEDEN RESULTAR MAYORES, NO SE CORRE EL RIESGO DE QUE BAJO CIERTAS CONDICIONES SUPERIORES A LA DEL DISEÑO, SE OBTENGA UN PORCENTAJE DE DAÑOS CONSIDERABLE QUE IMPLIQUE EL NO PERMITIR EL TRABAJO DEL PUERTO CON EL MAXIMO DE EFICIENCIA O EL DE OBLIGAR A FRECUENTES REPARACIONES CON SUS CONSECUENTES INCREMENTOS EN EL COSTO DE OPERACION DEL PUERTO.

EL PESO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONDRAN LA CORAZA DE LAS DIFERENTES SECCIONES A EXCEPCION DEL MORRO, SE DETERMINA CON AYUDA DE UN MODELO BIDIMENSIONAL, PARA LO CUAL EN UN CANAL DE OLAS SE ANALIZARON DOS SECCIONES, UNA A LA BATIMETRICA 11 M Y OTRA A LA BATIMETRICA 13 M, AMBAS MEDIDAS CON RESPECTO AL NIVEL DE BAJAMAR MEDIA (N.B.M.) Y CONSIDERANDO UN NIVEL DEL MAR DE +1.50 M, CON RESPECTO A ESTE ULTIMO NIVEL. LA ELEVACION ANTERIOR CORRESPONDE AL NIVEL DE TORRENTA MAS EL NIVEL DE MAREA ASTRONOMICA, PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS.

EN BASE A ESTE ESTUDIO SE DETERMINARON LOS PESOS DE CADA ELEMENTO DE ACUERDO A LA SECCION CORRESPONDIENTE, MOSTRANDOSE EN LA TABLA SIGUIENTE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MISMOS.

TABLA IV.5.-

ROMPEOLAS ORIENTE	LADO	PESO (TON)	PROFUNDIDAD (M)
SECCION IV	MAR	14.00	- 6.00 A - 7.00
	PUERTO	7.50	
SECCION V	MAR	30.00	- 7.00 A - 8.50
	PUERTO	7.50	
SECCION VI	MAR	30.00	- 8.50 A -10.50
	PUERTO	7.50	
SECCION VII	MAR	45.00	-10.50 A -11.75
	PUERTO	7.50	
SECCION VIII	MAR	65.00	-11.75 A -12.00
	PUERTO	30.00	
NORRO		65.00	- 12.00

DEBIENDOSE COLOCAR LA SIGUIENTE CANTIDAD DE BLOQUES:

TABLA IV.6.-

BLOQUE "R" TIPO	NO. DE PIEZAS A COLOCAR POR 100 M2 DE AREA DE TALUD:
I 7.5 TON	48 BLOQUES (EN DOS CAPAS)
II 14.0 TON	32 BLOQUES (EN DOS CAPAS)
III 30.0 TON	20 BLOQUES (EN DOS CAPAS)
IV 45.0 TON	15 BLOQUES (EN DOS CAPAS)
V 65.0 TON	12 BLOQUES (EN DOS CAPAS)

DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES, SE RECOMIENDAN ESTOS PUNTOS:

- LA FABRICACION DE DISPOSITIVOS DE ISAJE DE BLOQUES, PARA EVITAR QUE SUFRAN DAÑOS DURANTE LAS MANIOBRAS DE CARGA, DESCARGA, COLOCACION Y ACOMODO, YA QUE SI LOS BLOQUES LLEGARAN A SUFRIR DAÑOS O DESPRENDIMIENTOS QUE ALCANCEN MAS DEL 1% (UNO PORCIENTO) DE SU PESO NOMINAL, NO SERA ACEPTADO EL QUE SEAN COLOCADOS.

- LA COLOCACION SE REALIZARA EN DOS CAPAS SOBRE EL TALUD DEL ROMPEOLAS PARA LA FORMACION DE LA CORAZA. LA COLOCACION DE LOS BLOQUES SE EFECTUARA INICIANDOLA AL PIE DEL TALUD Y AVANZANDO HACIA LA CORONA DEL ROMPEOLAS, COLOCANDOLOS AL AZAR (ESTO QUIERE DECIR QUE NO IMPORTA LA POSICION QUE GUARDEN CON RESPECTO AL TALUD). LOS BLOQUES SERAN DEPOSITADOS COMPLETAMENTE APOYADOS, PARA EVITAR EL QUE SUFRAN DAÑOS; ESTE DEPOSITO SE HARA DE ACUERDO A LA SECUENCIA DE COLOCACION Y AL SISTEMA DE COORDENADAS SEÑALADO EN EL PROYECTO (FIG.IV.33b y 36a.-).

COMO YA SE COMENTO, EL AVANCE CONSTRUCTIVO SERA CONTINUO, NO PERMITIENDOSE LA COLOCACION DE BLOQUES EN TRAMOS AISLADOS. EN CONDICIONES DE OLEAJE EXCESIVO O CONDICIONES CLIMATOLOGICAS ADVERSAS O CUALQUIER OTRA CONDICION DE FUERZA MAYOR, SE DEBERAN SUSPENDER LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DEL ROMPEOLAS, DEJANDOSE PROTEGIDO EL FRENTE DE TRABAJO.

LA COLOCACION DE LOS BLOQUES DE CONCRETO COMPRENDE TRES ACTIVIDADES PRINCIPALES:

- IZAJE Y CARGA A CAMIONES EN LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO
- ACARREO A LA ZONA DE COLOCACION
- IZAJE, DESCARGA Y COLOCACION EN EL ROMPEOLAS

PARA EL IZAJE Y CARGA A CAMIONES EN LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO SE REALIZO UN ESTUDIO DE CAPACIDADES DE DIFERENTES GRUAS POSIBLES A SER USADAS, QUE COMPLEMENTADO CON RENDIMIENTOS DE CADA EQUIPO, Y DE ACUERDO A LAS NECESIDADES POR PROGRAMA, NOS CONDUJO A UN ANALISIS ECONOMICO, LLEVANDO A LOS SIGUIENTES RESULTADOS (DETERMINACION DE EQUIPO A UTILIZAR):

BLOQUE		CARGA EQUIPO	RENDIMIENTO
R-I	7.5 TON	GRUAS SOBRE ORUGAS LINK-BELT LS-108B	12.5 BLOCKS/HR
R-II	14.0 TON	GRUAS SOBRE ORUGAS LINK-BELT LS-108B	9.5 BLOCKS/HR
R-III	30.0 TON	GRUAS SOBRE ORUGAS LINK-BELT LS-418	9.1 BLOCKS/HR
R-IV	45.0 TON	GRUAS SOBRE ORUGAS LINK-BELT LS-518	7.1 BLOCKS/HR
R-V	65.0 TON	GRUAS SOBRE ORUGAS LINK-BELT LS-518	5.6 BLOCKS/HR

- CARGA DE BLOQUES DE 7.5 TONELADAS

DE LA TABLA DE ALCANCES DE GRUAS, SE SELECCIONA UNA GRUA LINK-BELT LS-108B CON PLUMA ANGULAR DE 34" x 34" DE 50' DE LONGITUD Y CON CONTRAPESO DE 11.2 TON.

CICLO: ACOMODO DE CANION Y GRUA, SUJECION DE BLOQUE Y ESPERA 1 MIN

G I R O	20°
ESTROBO	60°
LEVANTE	45°
GIRO	30°
BAJADA Y ACOMODO	45°

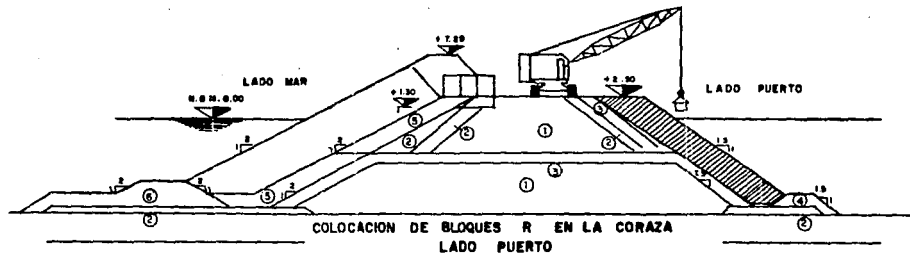


FIG. IV. 36a.-

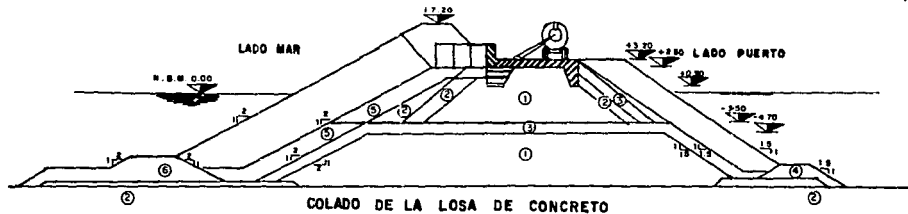


FIG. IV. 36b.-

DESENGANCHE

10"

CARGA DE 1 BLOQUES
A CAMION

210"/60
= 3.5 MIN/PZA.

CARGA DE 2 BLOQUES SERIA

7 MIN.

TOTAL 8 MIN.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.83 (\text{EFIC.}) \times 2 \text{ BLOQUES/CICLO}}{8 \text{ MIN/CICLO}} = 12.5 \frac{\text{BLOQUES}}{\text{HORA}}$$

- CARGA DE BLOQUES DE 14.0 TONELADAS

LINK-BELT LS-108B FUE TAMBIEN SELECCIONADA COMO LA ADECUADA.

CICLO: ACONODO DE GRUA Y CAMION, 1.00 MIN
ASI COMO ESPERA

CARGA DE BLOQUES A CAMION 4.25 MIN

TOTAL 5.25 MIN

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.83 (\text{EFIC.}) \times 1 \text{ BLOQUES/CICLO}}{5.25 \text{ MIN/CICLO}} = 9.5 \frac{\text{BLOQUES}}{\text{HORA}}$$

- CARGA DE BLOQUES DE 30.0 TONELADAS

EL EQUIPO SELECCIONADO FUE UNA GRUA SOBRE ORUGAS LINK-BELT LS-418
CON PLUMA TUBULAR DE 66" x 54" CON 70' DE LONGITUD Y CONTRAPESO DE 28.6
TONELADAS.

CICLO: ACONODO DE GRUA Y CAMION, 1.00 MIN
ASI COMO ESPERA

CARGA DE DOS BLOQUES 10.00 MIN
(5'/PZA) A CAMION

TOTAL 11.00 MIN

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.83 (\text{EFIC.}) \times 2 \text{ BLOQUES/CICLO}}{11.00 \text{ MIN/CICLO}} = 9.1 \frac{\text{BLOQUES}}{\text{HORA}}$$

- CARGA DE BLOQUES DE 45.0 TONELADAS

EL EQUIPO SELECCIONADO FUE UNA GRUA LINK-BELT LS-518 CON PLUMA
TABULAR DE 62" x 70" CON 60' DE LONGITUD Y CONTRAPESO DE 40.8 TONELADAS.

CICLO: ACONODO DE GRUA Y CAMION, 1.00 MIN
ASI COMO ESPERA

CARGA DE UN BLOQUE A CA- 6.00 MIN
MION

TOTAL 7.00 MIN

RENDIMIENTO = $\frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.83 \text{ (EFIC.)} \times 1 \text{ BLOQUE/CICLO}}{7.00 \text{ MIN/CICLO}}$ = 7.1 BLOQUES
HORA

- CARGA DE BLOQUES DE 65.0 TONELADAS

EL EQUIPO SELECCIONADO FUE LA MISMA GRUA LINK-BELT LS-518.

CICLO: ACONODO DE GRUA Y CANION, 1.00 MIN
ASI COMO ESPERA
CARGA DE UN BLOQUE A CA- 8.00 MIN
MION

TOTAL 9.00 MIN

RENDIMIENTO = $\frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.83 \text{ (EFIC.)} \times 1 \text{ BLOQUE/CICLO}}{9.00 \text{ MIN/CICLO}}$ = 5.6 BLOQUES
HORA

POR LO QUE RESPECTA AL ACARREO DE LOS BLOQUES DESDE EL PATIO DE ALMACENAMIENTO HASTA EL SITIO DE COLOCACION, SERA TERRESTRE EN SU MAYORIA, YA QUE SOLO POR FALTA DE UN EQUIPO CON LA CAPACIDAD ADECUADA, APROXIMADAMENTE EL 50% (CINCUENTA PORCIENTO) DE LOS BLOQUES DE 65.0 TON A COLOCAR, SERAN ACARREADOS EN CHALAN PARA SU POSTERIOR COLOCACION DESDE MAR.

EL EQUIPO ELEGIDO PARA LA REALIZACION DE ESTA ACTIVIDAD FUE CON PLATAFORMAS "CAMA BAJA" DE 65 TON DE CAPACIDAD RENOLCADAS CON TRACTO CAMIONES.

PARA DETERMINAR LAS DISTANCIAS DE ACARREO PROMEDIO CON EL FIN DE DEFINIR RENDIMIENTOS, SE TUVO QUE ELEGIR UN CENTRO DE GRAVEDAD EN LA ZONA DE LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO, DADO QUE COMPRENDE UN AREA BASTANTE GRANDE, LLEGANDOSE A LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

BLOQUE	PATIO DE ALMACENAMIENTO A ARRANQUE DE ROMPEOLAS	ARRANQUE DE ROMPEOLAS A INICIO DE SECCION	PROMEDIO DE SECCION	TOTAL
R-I 7.5 TON	2.85 KM	0.586 KM	1.116 KM	4.552 KM
R-II 14.0 TON	2.85 KM	0.368 KM	0.109 KM	3.327 KM
R-III 30.0 TON	2.85 KM	0.586 KM	1.274 KM	4.710 KM
R-IV 45.0 TON	2.85 KM	2.220 KM	0.229 KM	5.369 KM
R-V 65.0 TON	2.85 KM	2.818 KM	0.157 KM	5.825 KM

UNA VEZ DEFINIDAS LAS DISTANCIAS PROMEDIO DE ACARREO, SE PUEDEN CALCULAR LAS NECESIDADES DE VEHICULOS, CON EL FIN DE NO TENER TIEMPOS MUERTOS DURANTE LA COLOCACION DE LOS BLOQUES.

- ACARREO DE BLOQUES DE 7.5 TONELADAS

CICLO: 65 TON CAPACIDAD / 7.5 TON/BLOQUE = 8.7	BLOQUES

	PLATAF.
CARGA DE 8 BLOQUES (8 BLOQUES / 12.5 BLOQUES/HR)	= 0.64 HR
ACONODO Y DESCARGA (8 BLOQUES / 10 BLOQUES/HR)	= 0.80 HR
REGRESO VACIO (4.55 KM / 40 KM/HR)	= 0.11 HR

TOTAL	= 1.7 HR/CICLO
	= 102 MIN/CICLO

DENTRO DE LAS TRES ACTIVIDADES QUE COMPONEN EL CONCEPTO DE COLOCACION DE BLOQUES, LA MAS IMPORTANTE ES LA DE DESCARGA Y COLOCACION DE BLOQUES EN EL ROMPEOLAS, DEBIDO AL ALTO COSTO DE LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DE ESTAS ACTIVIDAD, POR LO QUE LO MAS CONVENIENTE ES QUE EL EQUIPO DE COLOCACION NO TENGA TIEMPOS MUERTOS, DEFINIENDOSE EL NUMERO DE CANIONES A UTILIZAR EN FUNCION AL CICLO DE DESCARGA Y COLOCACION DE BLOQUES.

DADO QUE EL CICLO DE COLOCACION ES DE 10 BLOQUES/HR, ENTONCES EL NUMERO DE VEHICULOS DE ACARREO ESTA DADO POR:

1.7 HR/CICLO VEHICULOS DE ACARREO	-----	= 2.1 VEHICULOS
0.80 HR/CICLO DE DESCARGA DE VEHICULO DE ACARREOS		

Mediante un analisis economico se puede determinar si es conveniente el meter un tercer vehiculo de acarreo o que el equipo de colocacion tenga un poco de tiempos muertos.

- ACARREO DE BLOQUES DE 14.0 TONELADAS

CICLO: 65 TON. CAPACIDAD / 14.0 TON/BLOQUE = 4.6	BLOQUE

	PLATAF.
CARGA DE 4 BLOQUES (4 BLOQUES / 9.5 BLOQUES/HR)	= 0.42 HR
ACARREO CARGADO (3.33 KM / 30 KM/HR)	= 0.11 HR
ACONODO Y DESCARGA (4 BLOQUES / 7.7 BLOQUES/HR)	= 0.52 HR
REGRESO VACIO (3.33 KM / 40 KM/HR)	= 0.08 HR

TOTAL	= 1.13 HR/CICLO
	= 67.8 MIN/CICLO

CANTIDAD DE VEHICULOS DE ACARREO = 1.13 HR/CICLO POR VEHICULO DE ACARREO

0.52 HR/CICLO DE DESCARGA

= 2.2 VEHICULOS

- ACARREO DE BLOQUES DE 30.0 TONELADAS

CICLO: 65 TON. CAPACIDAD / 30.0 TON/BLOQUE = 2.2	BLOQUE

	PLATAF.

CARGA DE 2 BLOQUES (2 BLOQUES / 9.1 BLOQUES/HR)	= 0.22 HR
ACARREO CARGADO (4.71 KM / 30 KM/HR)	= 0.16 HR
ACONODO Y DESCARGA (2 BLOQUES / 6.8 BLOQUES/HR)	= 0.29 HR
REGRESO VACIO (4.71 KM / 40 KM/HR)	= 0.12 HR

TOTAL	= 0.79 HR/CICLO
	=47.4 MIN/CICLO

CANTIDAD DE VEHICULOS DE ACARREO = 0.79 HR/CICLO POR VEHICULO DE ACARREO

0.29 HR/CICLO DE DESCARGA

= 2.7 VEHICULOS

- ACARREO DE BLOQUES DE 45.0 TONELADAS

	BLOQUE
CICLO: 65 TON. CAPACIDAD / 45.0 TON/BLOQUE = 1.4	-----
	PLATAP.

CARGA DE 1 BLOQUES (1 BLOQUE / 7.1 BLOQUES/HR)	= 0.14 HR
ACARREO CARGADO (5.37 KM / 30 KM/HR)	= 0.18 HR
ACONODO Y DESCARGA (1 BLOQUE / 5.4 BLOQUES/HR)	= 0.19 HR
REGRESO VACIO (5.37 KM / 40 KM/HR)	= 0.13 HR

TOTAL	= 0.64 HR/CICLO
	=38.4 MIN/CICLO

CANTIDAD DE VEHICULOS DE ACARREO = 0.64 HR/CICLO POR VEHICULO DE ACARREO

0.19 HR/CICLO DE DESCARGA

= 3.4 VEHICULOS

- ACARREO DE BLOQUES DE 65.0 TONELADAS

	BLOQUE
CICLO: 65 TON. CAPACIDAD / 65.0 TON/BLOQUE = 1.0	-----
	PLATAP.

CARGA DE 1 BLOQUES (1 BLOQUE / 5.6 BLOQUES/HR)	= 0.18 MIN
ACARREO CARGADO (5.83 KM / 30 KM/HR)	= 0.19 MIN
ACONODO Y DESCARGA (1 BLOQUE / 4.7 BLOQUES/HR)	= 0.21 MIN
REGRESO VACIO (5.83 KM / 40 KM/HR)	= 0.15 MIN

TOTAL	= 0.73 HR/CICLO
	=43.8 MIN/CICLO

CANTIDAD DE VEHICULOS DE ACARREO = 0.73 HR/CICLO POR VEHICULO DE ACARREO

0.21 HR/CICLO DE DESCARGA

= 3.5 VEHICULOS

FINALMENTE LA ULTIMA ACTIVIDAD DE ESTE CONCEPTO ES LA COLOCACION EN SI DE LOS BLOQUES DE CONCRETO.

EL PUNTO MAS IMPORTANTE PARA LA REALIZACION DE ESTA ACTIVIDAD FUE LA SELECCION DEL EQUIPO ADECUADO. EQUIPO SELECCIONADO EN BASE A UN ESTUDIO QUE INCLUIA COMO DATOS: EL PESO DE LOS BLOQUES, TANTO EN TIERRA COMO SUMERGIDOS EN AGUA; DETERMINACION DE LA DISTANCIA MAXIMA DE COLOCACION TOMANDO EN CUENTA LA PROFUNDIDAD Y EL TALUD DE CADA SECCION. CON ESTOS DATOS FUE COMO SE DETERMINO EL EQUIPO A UTILIZAR PARA ESTE TRABAJO, MOSTRANDOSE A CONTINUACION LA INFORMACION OBTENIDA:

B L O Q U E	PESO NETO SECO		PESO NETO EN AGUA		P E S O T O T A L	
	PESO PARA	EQUIPO IZAJE	PESO TOTAL	EQUIPO IZAJE		PESO DE VOLUMEN DE AGUA DESALOJADA
R-I	7.5 TON	1.0 TON	8.5 TON	1.0 TON	3.3 TON	5.2 TON
R-II	14.0 TON	1.5 TON	15.5 TON	1.5 TON	6.1 TON	9.4 TON
R-III	30.0 TON	2.0 TON	32.0 TON	2.0 TON	13.0 TON	19.0 TON
R-IV	45.0 TON	3.0 TON	48.0 TON	3.0 TON	19.6 TON	28.4 TON
R-V	65.0 TON	4.0 TON	69.0 TON	4.0 TON	28.3 TON	40.7 TON

TABLA IV.7.- PESO DE LOS BLOQUES (CONSIDERACIONES: PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO 2.3 TON/M³, DENSIDAD DEL AGUA DE MAR 1.0 TON/M³.)

SECCION TIPO		IV		V		VI		VII		VIII		M O R R O	
BLOQUE		PROF.MAX.		PROF.MAX.		PROF.MAX.		PROF.MAX.		PROF.MAX.		14.20	
		7.50		8.50		10.50		12.00		18.50		SECO AGUA	
		SECO AGUA		SECO AGUA		SECO AGUA		SECO AGUA		SECO AGUA		SECO AGUA	
R-I	7.5 TON			7.62	17.55	7.62	20.55	7.62	21.46				
R-II	14.0 TON	11.26	21.50										
R-III	30.0 TON			13.06	25.10	13.06	27.30			9.79	25.42		
R-IV	45.0 TON							14.26	30.15				
R-V	65.0 TON									15.46	36.50	15.46	42.10

TABLA IV.8.- DISTANCIA MAXIMA DE COLOCACION DE BLOQUES

B L O Q U E S		MODELOS DE LAS GRUAS							
		LS-418		LS-518		AMERICAN 9310		AMERICAN 9310 C/SKY HORSE	
		P E S O	AGUA	P E S O	AGUA	P E S O	AGUA	P E S O	AGUA
		SECO	AGUA	SECO	AGUA	SECO	AGUA	SECO	AGUA
R-I	7.5 TON	22.93	32.58	30.49	41.19	37.96	48.63		
R-II	14.0 TON	13.78	21.38	19.84	27.44	25.76	34.91		
R-III	30.0 TON	6.91	-----	10.69	15.25	14.16	22.70	27.28	41.01
R-IV	45.0 TON	-----	-----	6.72	12.20	10.51	15.08	19.66	30.33
R-V	65.0 TON	-----	-----	4.58	7.63	6.85	12.03	13.56 *	21.28 *

DISTANCIAS MAXIMAS DE ALCANCE DE LAS GRUAS
 * BLOQUE FUERA DE ALCANCE, SE COLOCARAN DESDE BARCAZA

PARA LA COLOCACION DE BLOQUES DE 7.5 TON COMO SE VE EN LA TABLA ANTERIOR, SE SELECCIONO UNA GRUA LINK BELT LS-618 CON PLUMA TUBULAR DE 60"x54" CON 120' DE LONG. Y UTILIZANDO UN CONTRAPESO DE 28.6 TON.

EL CICLO DE COLOCACION DE ESTOS BLOQUES ESTA CONPUERTO POR:

GIRO	30 SEG
ESTROBADO	60 SEG
LEVANTE	45 SEG
GIRO	30 SEG
BAJADO Y ACOMODO	60 SEG
BAJADO DE PLUMA (50%) 30 Gr PRON.	20 SEG
DESENGANCHE	15 SEG
SUBIDA DE PLUMA (50%) 30 Gr PRON.	15 SEG
TOTAL	275 SEG
	= 4.5 MIN/PEA

ACOMODO DE GRUA Y CAMION, Y ESPERA	1.0 MIN
DESCARGA Y COLOC. DE 2 BLOQUES	9.0 MIN
TOTAL	10.0 MIN

$$\text{REND.} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.83 \text{ (EF.)} \times 2 \text{ BLOQUES}}{10 \text{ MIN/CICLO}} = 10 \frac{\text{BLOQUES}}{\text{HR}}$$

CON LA NISHA GRUA SE DETERMINO QUE ERA POSIBLE COLOCARSE LOS BLOQUES DE 14.0 TON Y TENIENDOSE LOS SIGUIENTES RENDIMIENTOS.

CICLO:	ACOMODO GRUA Y CAMION, Y ESPERA	1.0 MIN
	DESC. Y COLOC. DE 1 BLOQUE	5.5 MIN
	TOTAL	6.5 MIN/PEA

$$\text{REND.} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.83 \text{ (EF.)} \times 1 \text{ BLOQUE}}{6.5 \text{ MIN/CICLO}} = 7.7 \frac{\text{BLOQUES}}{\text{HR}}$$

CON UNA GRUA AMERICAN 9310 CON PLUMA TUBULAR TIPO 92H CON 120' DE LONG. Y CONTRAPESO DE 61.2 TON CON RENDIMIENTOS DE:

CICLO:	ACOMODO GRUA Y CAMION, Y ESPERA	1.0 MIN
	DESC. Y COLOC. DE 2 BLOQUES	13.8 MIN
	(6.9 MIN/PEA)	
	TOTAL	14.8 MIN/CIC.

$$\text{REND.} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times 0.83 \text{ (EF.)} \times 2 \text{ BLOQUES}}{14.8 \text{ MIN/CICLO}} = 6.8 \frac{\text{BLOQUES}}{\text{HR}}$$

PARA LA COLOCACION DE LOS BLOQUES DE 45.0 TON DE LAS TABLAS DE ALCANCE DE GRUAS, SE DETERMINO QUE CON LA GRUA AMERICAN 9310 EQUIPADA CON PLUMA TUBULAR 92H DE 170' DE LONG., MASTIL 77H DE 100' LONG., CONTRAPESO DE 61.2 TON Y ADICIONALMENTE UN CONTRAPESO MOVIL EXTRA O SKY-HORSE DE 62.6 TON

CICLO: ACOMODO GRUA Y CANION, Y ESPERA 1.0 MIN
DESC. Y COLOC. DE 1 BLOQUE 8.3 MIN
(8.3 MIN/PZA)

TOTAL 9.3 MIN/PZA

60 MIN/HR x 0.83 (EF.) x 1 BLOQUE BLOQUES
REND. = ----- = 5.4
9.3 MIN/CICLO HR

FINALMENTE, PARA LA REALIZACION DE LA COLOCACION DE BLOQUES DE 65.0 TON, SE DETERMINO QUE LOS EQUIPOS CAPACES DE REALIZAR ESTA ACTIVIDAD SON LAS GRUAS SOBRE ORUGAS LINK BELT LS-718HL O LA GRUA SOBRE ORUGAS AMERICAN 11320 CON SKY-HORSE, EQUIPOS QUE SERIA NECESARIO IMPORTAR A MUY ALTOS COSTOS PARA SOLO REALIZAR UNA FUNCION MUY ESPECIFICA, LO CUAL ELEVARIA NOTABLEMENTE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION.

ADENAS, AL TERMINO DE LA OBRA EL USO QUE SE LE DARIA A ESTE EQUIPO SERIA NINUNO DADO EL TIPO DE OBRA QUE SE CONSTRUYE EN EL PAIS.

POR TAL MOTIVO, SE DECIDIO EL USO DE OTRO PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA REALIZACION DE ESTA ACTIVIDAD, DEFINIENDO QUE EL SISTEMA ADECUADO SERIA LA COLOCACION DE BLOQUES DE 65.0 TON MEDIANTE EL USO DE LA MISMA GRUA AMERICAN 9310 EQUIPADA CON EL CONTRAPESO MOVIL, HASTA EL PUNTO DE ALCANCE MAXIMO DE ACUERDO A UNA CARGA DE ESTA MAGNITUD; Y PARA EL TERMINO DE LA SECCION, LA COLOCACION DE BLOQUES RESTANTES SE HARA MONTANDO ESTA GRUA SOBRE UN CHALAN, POR EL CUAL SE ACARREARAN LOS BLOQUES Y DESDE EL MISMO SE HARIA LA COLOCACION DE DICHOS BLOQUES FALTANTES.

EL CICLO DE COLOCACION DE BLOQUES DE 65.0 TON DESDE LA CORONA DEL RONPEOLAS ES EL SIGUIENTE:

CICLO: ACOMODO GRUA Y CANION, Y ESPERA 1.0 MIN
DESC. Y COLOC. DE 1 BLOQUE 9.7 MIN
(9.7 MIN/PZA)

TOTAL 10.7 MIN/PZA

60 MIN/HR x 0.83 (EF.) x 1 BLOQUE BLOQUES
REND. = ----- = 4.7
10.7 MIN/CICLO HR

PARA LA COLOCACION DE ESTOS BLOQUES Y CON LA FINALIDAD DE FACILITAR ESTA ACTIVIDAD, SE ELABORARON UNA SERIE DE TABLAS CON LAS CUALES EL OPERADOR DE LA GRUA SE AUXILIA PARA EJECUTAR SU TRABAJO ADECUADAMENTE.

LOS DATOS REQUERIDOS SON, EL PUNTO DE COLOCACION DEL BLOQUE Y TOMANDO EN CUENTA LA UBICACION DE LA GRUA SOBRE LA CORONA DEL RONPEOLAS, SE PUEDE DETERMINAR TRIGONOMETRICAMENTE EL GRADO DE INCLINACION DE LA PLUMA DE LA GRUA, NECESARIO PARA LA COLOCACION DEL BLOQUE EN LA HILERA CORRECTA (FIG.IV.37.-).

EN CASO DE DIFICULTARSE LA COLOCACION DE LA ROCA CON CHAROLA PARA LA FORMACION DE LA CAPA SECUNDARIA, RESULTA INDISPENSABLE LA COLOCACION DE LA ROCA PIEZA A PIEZA CON EL USO DE UNA GRUA EQUIPADA CON TENASAS, NACIENDOSE EXTENSIVO ESTE SISTEMA DESCRITO (FIG.IV.36.-).

IV.6.- ELABORACION Y COLOCACION DE CONCRETO RODILLADO

EN ESTE CONCEPTO SE INCLUYEN TODAS LAS OPERACIONES Y SUMINISTROS NECESARIOS PARA LA FABRICACION Y COLOCACION DE UNA CAPA DE CONCRETO QUE SERVIRA PARA EL DESPLANTE DE LOS BLOQUES "T" DEL ESPALDON DEL ROMPEOLAS.

SE TRATA DE UN CONCRETO CON RESISTENCIA DE $f'c = 200 \text{ KG/CN}^2$ A LOS 28 DIAS DE EDAD Y CON UN PESO ESPECIFICO MINIMO DE 2.3 TON/M^3 , FABRICADO CON CEMENTO TIPO II Y CENIZA VOLADORA, CON EL FIN DE DARLE AL CONCRETO UNA MAYOR RESISTENCIA EN CONTRA DE LA ACCION DE LOS SULFATOS. SU PARTICULARIDAD ESTriba EN QUE EL AGREGADO GRUESO UTILIZADO ES GRAYA DE $3/4"$ A $6"$ Y QUE EN SU COLOCACION SE REQUIERE DEL USO DE UN COMPACTADOR.

LA PRIMERA ACTIVIDAD A REALIZAR PARA LA COLOCACION DEL CONCRETO, ES LA DE EFECTUAR UNA EXCAVACION EN EL CUERPO DEL ROMPEOLAS PARA LA FORMACION DE LA ZANJA TRAPEZOIDAL QUE ALOJARA EL CONCRETO (FIG.IV.38.-).

LA EXCAVACION SE DEBERA HACER CON UNA RETROEXCAVADORA DE GRAN CAPACIDAD Y EQUIPADA CON BOTE ROQUERO. A CONTINUACION Y CON EL USO DE UNA CUADRILLA DE TRABAJADORES SE AFINA LA ZANJA Y SE DA LIMPIEZA A ESTA, RECOGIENDO LOS PEDAZOS DE ROCA QUE QUEDAN SUELTOS EN EL FONDO.

UNA VEZ TERMINADA LA EXCAVACION, SE DEBERA COLOCAR UNA CIMBRA DE MADERA QUE LIMITE LAS FRONTERAS DEL TRAMO A COLAR.

EL CONCRETO ES ELABORADO EN OLLA REVOLVEDORA DE DOS SACOS DE CAPACIDAD, EQUIPO COLOCADO A UN LADO DE LA EXCAVACION DESDE DONDE SE SUMINISTRARA EL CONCRETO DIRECTAMENTE A CARRETILLAS PARA EL ACARREO DE ESTE A LO LARGO DE LA EXCAVACION Y SU COLOCACION. ESTE EQUIPO FUE SELECCIONADO EN FUNCION DEL AVANCE LINEAL DE COLOCACION DE ROCA, DETERMINANDOSE EL COLADO DE 10 M LINEALES, LO CUAL CUBICA 30 M^3 DE CONCRETO, VOLUMEN POSIBLE DE ELABORAR POR UN TURNO DE 8 HORAS DE TRABAJO CON EL USO DE ESTE EQUIPO.

DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO, SE INCLUYEN EL VACIADO DEL CONCRETO EXTENDIDO EN TODA LA SUPERFICIE INDICADA EN PLANOS, EN CAPAS DE 25 CM DE ESPESOR, COMPACTANDOLO CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE CINCO TONELADAS Y UTILIZANDO VIBRADOR CONVENCIONAL PARA AQUELLOS LUGARES DONDE EL RODILLO NO RESULTE EFICIENTE. ESTA ACTIVIDAD ES LA QUE LE DA EL NOMBRE DE CONCRETO RODILLADO Y SU IMPORTANCIA ESTriba EN QUE AL FRAGUAR LAS DISTINTAS CAPAS DEL MODULO COLADO, SE OBTENDRA UN CONCRETO MUY HOMOGENEO. DE ESTA MANERA, LOS BLOQUES TIPO "T" ESTARAN DESPLANTADOS DESDE ESTE CONCRETO EN UNA SUPERFICIE TOTALMENTE UNIFORME, LO CUAL NO PROVOCARA DEFORMACIONES AL CUERPO DEL ROMPEOLAS.

EN LAS JUNTAS DE CONSTRUCCION ENTRE MODULOS SE COLOCARA CARTON ASFALTICO A TODO LO LARGO DE LA JUNTA CON UN CM DE ESPESOR, PARA EL RELLENO DE ESTAS.

FINALMENTE Y COMO EN CUALQUIER CONCRETO, SE DEBERA APLICAR UNA MEMBRANA PARA EL CURADO DEL MISMO DURANTE SIETE DIAS CONTINUOS.

IV.7.- COLOCACION DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO "T"

UNA VEZ REALIZADO LA COLOCACION DEL CONCRETO RODILLADO, SE PROCEDE A LA CONSTRUCCION DEL ESPALDON DE ATRAQUE, QUE ESTA FORMADO POR ELEMENTOS PRECOLADOS DE CONCRETO (BLOQUE TIPO "T") (FIG IV.39.-) CON UN PESO DE 26 TON.

LA FUNCION DE ESTE ELEMENTO ES LA DE PROPORCIONAR EL APOYO NECESARIO A LA SOBREELEVACION DE LA CORAZA, QUE SE LLEVA A CABO CON EL FIN DE EVITAR EL REBAZAMIENTO DE LA OLA, LO QUE PROVOCARIA LA EROSION DEL NUCLEO CON EL CONSIGUIENTE PELIGRO EN LA ESTABILIDAD DEL TALUD EN EL LADO DEL PUERTO.

LOS BLOQUES SON CARGADOS EN LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO DE DOS BOCAS, TRANSPORTADOS EN PLATAFORMAS CAMA BAJA HASTA SU LUGAR DE COLOCACION, EN DONDE CON GRUA EQUIPADA CON DISPOSITIVO DE CARGA PARA PERMITIR TOMARLOS SIN QUE SE DAÑEN, SERAN COLOCADOS SOBRE EL CONCRETO RODILLADO, SIENDO SOLTADOS HASTA QUE QUEDEN PERFECTAMENTE ALINEADOS Y COLOCADOS COMO LO MARCAN LAS LINEAS DE PROYECTO.

DEL CADENAMIENTO 0+368 AL 0+840 EN EL ROMPEOLAS ORIENTE, LA COLOCACION DE ESTOS BLOQUES SE EFECTUARA PARA COMPLETAR LAS SECCIONES EXISTENTES Y PODER CUMPLIR CON LAS LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO, INCLUYENDO EL REACOMODO DE LOS BLOQUES QUE SE ENCUENTRAN FUERA DE LAS TOLERANCIAS INDICADAS.

DEL CADENAMIENTO 0+840 EN ADELANTE, SE EFECTUARA LA CONSTRUCCION DE LA SECCION COMPLETA DE ACUERDO AL PROYECTO.

LA COLOCACION DE LOS BLOQUES "T" DE 26 TON EN EL ESPALDON DEL ROMPEOLAS SERAN DEPOSITADAS SUAVEMENTE, SIN SOLTARLOS HASTA QUE ESTEN COMPLETAMENTE APOYADOS, EVITANDO QUE SUFRAN DAÑOS; SI DURANTE LAS MANIOBRAS DE OPERACIONES DE CARGA, TRANSPORTE, DESCARGA, ESTIBA Y COLOCACION, SUPREN DAÑOS O DESPRENDIMIENTOS QUE ALCANCEN MAS DE UNO POR CIENTO DE SU PESO NOMINAL, NO PODRAN SER CONSIDERADOS PARA FORMAR PARTE DE LA SECCION DEL ROMPEOLAS.

EL AVANCE CONSTRUCTIVO DEL ROMPEOLAS DEBERA SER CONTINUO Y NO SE PERMITIRA QUE ESTOS BLOQUES SEAN COLOCADOS EN TRANOS AISLADOS.

AL IGUAL QUE PARA LA COLOCACION DE LOS BLOQUES PRECOLADOS TIPO "R", LAS ACTIVIDADES A REALIZAR PARA COLOCAR LOS BLOQUES TIPO "T" SON:

- IZAJE Y CARGA A CAMIONES EN LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO
- ACARREO AL LUGAR DE COLOCACION
- IZAJE, DESCARGA Y COLOCACION EN EL ROMPEOLAS

PARA LA ACTIVIDAD DE LA CARGA DE ESTOS BLOQUES EN LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO, Y DESPUES DEL ESTUDIO REALIZADO DE CAPACIDADES PARA DIFERENTES GRUAS, SE DETERMINO QUE CON LA GRUA LINK-BELT LS-418, EQUIPADA CON PLUNA TUBULAR DE 66" x 54", CON 70 PIES DE LONGITUD Y CON UN CONTRAPESO DE 28.6 TON, SERIA SUFICIENTE PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD.

EL RENDIMIENTO FUE DETERMINADO DE LA MISMA MANERA QUE LA CARGA DE BLOQUES "R", Y ESTE FUE:

101

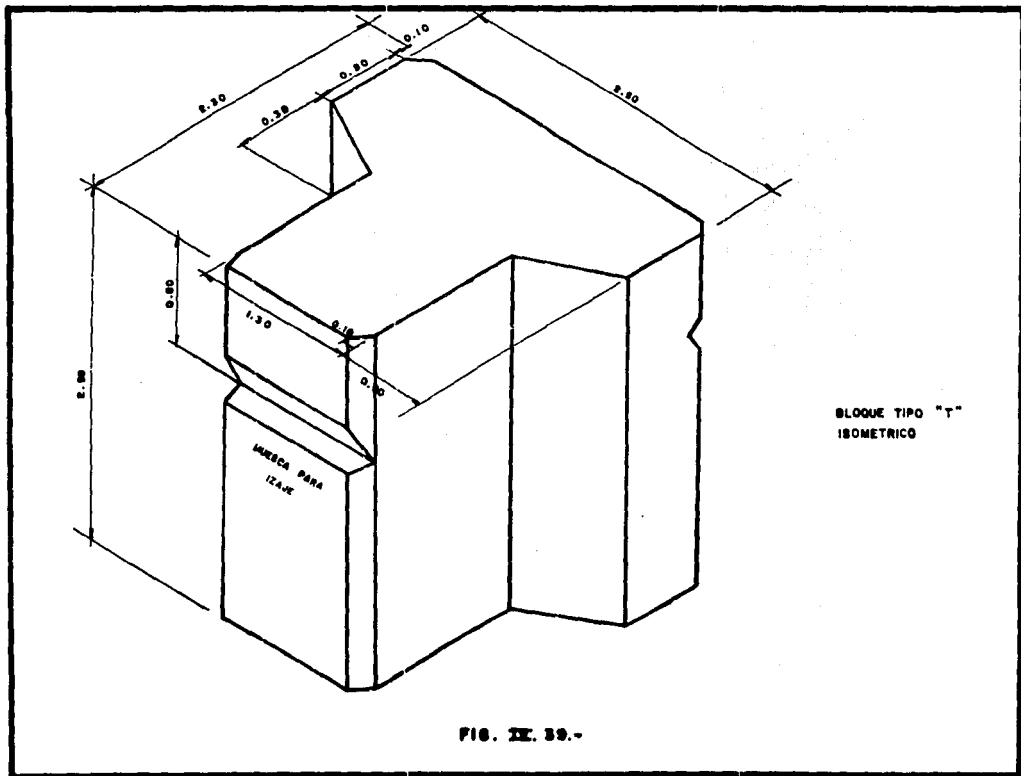


FIG. IX. 39.-

CICLO:

- ACOMODO DE CANION Y GRUA Y ESPERA 1.0 MIN
 - CARGA DE DOS BLOQUES (4.75' / PZA) A CANION .. 9.5 MIN

TOTAL 10.5 MIN

$$\text{REND.} = \frac{60 \text{ MIN/HR} \times .83 \text{ (EFIC.)} \times 2 \text{ BLOCK/CIC.}}{10.5 \text{ MIN/CIC.}} = 9.5 \text{ BLOCK/HR}$$

POR LO QUE RESPECTA AL ACARREO AL LUGAR DE COLOCACION DE BLOQUES Y DE ACUERDO A COSTOS Y RENDIMIENTOS, SE DETERMINO QUE LA MANERA MAS ADECUADA PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD, ERA CON EL USO DE PLATAFORMAS DEL TIPO CANA BAJA Y CON UNA CAPACIDAD DE 60 TON, PARA PODER LLEVAR DOS BLOQUES POR CICLO, DE LA DEFINICION EN PRIMERA INSTANCIA DE LA DISTANCIA DE ACARREO PROMEDIO, DADA POR:

BLOQUE	PATIO DE ALMA- CENAMIENTO A ARRANQUE DEL ROMPEOLAS	ARRANQUE DE ROMPEOLAS A INICIO DE SECCION	PROMEDIO DE SECCION	TOTAL
"T" 26 TON	2.85 KM	0.368 KM	1.383 KM	4.601 KM

DE ACUERDO A ESTO, LAS NECESIDADES DE VEHICULOS PARA LLEVAR A CABO EL ACARREO DE BLOQUES, SON:

CICLO DE ACARREO:

ESPERA Y ACONODO	$\frac{1 \text{ MIN}}{60 \text{ MIN/HR}}$	=	0.01 HR
CARGA DOS BLOCK	$\frac{2 \text{ BLOQUES}}{9.5 \text{ BLOCK/HR}}$	=	0.21 HR
ACARREO CARGADO	$\frac{4.60 \text{ KM}}{30 \text{ KM/HR}}$	=	0.15 HR
ACON. Y DESCARG.	$\frac{2 \text{ BLOQUES}}{8.5 \text{ BLOCK/HR}}$	=	0.24 HR
REGRESO VACIO	$\frac{4.60 \text{ KM}}{40 \text{ KM/HR}}$	=	0.12 HR
TOTAL =			0.73 HR/CIC.

= 44.00 MIN/CIC.
 0.73 HR/CIC. VEHIC. DE ACARREO
 No. DE VEHIC. NEC. = ----- = 3.1 VEHIC.
 0.24 HR/CIC. DE DESC. DE VEHIC.

FINALMENTE, PARA LA DETERMINACION DEL EQUIPO ADECUADO PARA LA COLOCACION DE LOS BLOQUES EN SU LUGAR DE PROYECTO, Y DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DE CONSTRUCCION, SEGUN PROGRAMA Y CAPACIDADES DE EQUIPO, SE VIO QUE CON EL USO DE UNA GRUA LINK BELT LS-418 SE CUMPLIA EN CAPACIDAD PARA REALIZAR LA ACTIVIDAD, ASI COMO PROPORCIONAR EL RENDIMIENTO NECESARIO SEGUN PROGRAMA, SIN ENBARGO SE HARA USO DE LA GRUA QUE ESTARA COLOCANDO LOS BLOQUES DE CORAZA EXTERIOR Y QUE SERA LA GRUA AMERICAN 9310, CON EL PROPOSITO DE NO INTERFERIR CON LOS DEMAS EQUIPOS EN EL AREA DE TRABAJO.

EL RENDIMIENTO PARA ESTA ACTIVIDAD ES:

CICLO:

ACOMODO DE GRUA Y ESPERA	1.0 MIN
DESC. Y COLOC. DE DOS BLOQUES (5.4 MIN/PZA)	10.8 MIN
TOTAL =	----- 11.8 MIN.

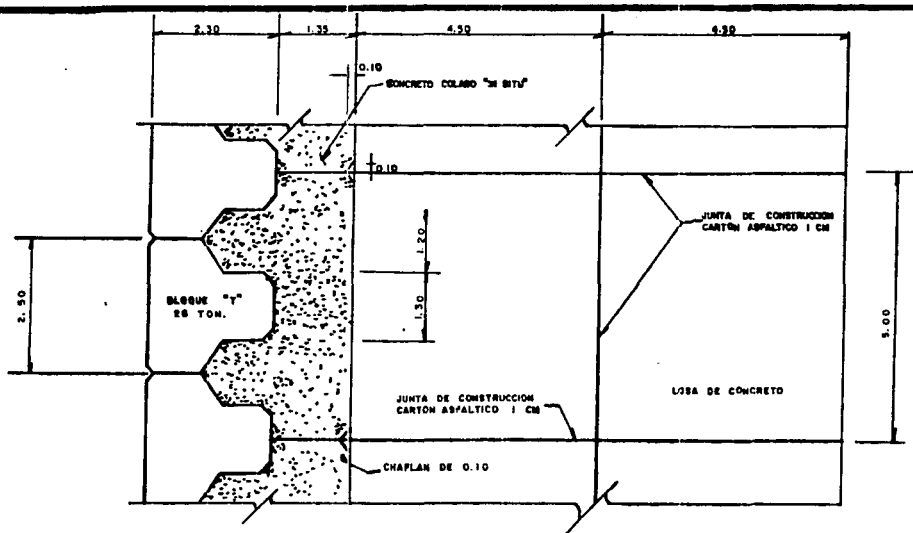
REND. = $\frac{60 \text{ MIN/HR} \times .83 \text{ (EFIC.)} \times 2 \text{ BLOCK/CIC.}}{11.8 \text{ MIN/CIC.}}$ = 8.5 BLOCK/HR

IV.8.- OTRAS ACTIVIDADES

UNA VEZ COLOCADO EL CONCRETO RODILLADO Y SOBRE EL LOS BLOQUES "T" DEL ESPALDON, SE CONTINUA CON EL RELLENO DE LOS HUECOS QUE QUEDEN ENTRE LOS BLOQUES DEL ESPALDON, CON CONCRETO HIDRAULICO FABRICADO CON CEMENTO TIPO II Y CENIZA VOLCANICA (FIG.IV.40.-).

FINALMENTE, SE CONSTRUIRA UN PAVIMENTO HIDRAULICO F'c= 350 KG/CM2, SU FUNCION CONSISTE UNICAMENTE EN PERMITIR EL ACCESO DE VEHICULOS Y MAQUINARIA QUE SE NECESITEN EN EL FUTURO SOBRE LA CORONA DEL ROMPEOLAS, FORMADA POR UNA LOSA DE CONCRETO DE 9 M DE ANCHO Y 0.70 M DE ESPESOR, ANARRADA AL ROMPEOLAS POR DOS DENTELLONES DEL MISMO MATERIAL (FIG.IV.36b Y IV.41.-).

LOS COLADOS DE LIGA ENTRE BLOQUES QUE CONSTITUYEN EL ESPALDON Y LA LOSA FINAL DEL ROMPEOLAS, DEBERAN DIFERIRSE AL MAXIMO POSIBLE, A FIN DE DAR TIEMPO PARA QUE OCURRAN LOS ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION DE LAS ARCILLAS SUBYACENTES AL LECHO MARINO. ESTO IMPLICA QUE LOS COLADOS ANTES MENCIONADOS SE EFECTUEN COMO ETAPA FINAL DEL TRABAJO.



PLANTA

ESPALDON TIPO ROMPEOLAS ORIENTE

FIG. IX. 40.-

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A PARTIR DE LO ANTES EXPUERTO, DONDE SE HA TRATADO DE VISUALIZAR TODOS LOS ASPECTOS QUE INVOLUCRAN LA CONSTRUCCION DE UNA OBRA DE GRAN ENVERGADURA, COMO ES EL CASO DEL "ROMPEOLAS ORIENTE DEL PUERTO PETROLERO-PETROQUIMICO DE DOS BOCAS, TAB."

SE PUEDEN DEDUCIR CONSECUENCIAS Y DIRECTRICES MUY IMPORTANTES PARA LLEGAR A UN ENTENDIMIENTO MAS ACERTADO DE ESTE TIPO DE OBRAS, EN LO QUE RESPECTA A SU ESTUDIO, ANALISIS Y HASTA SU FUNCIONAMIENTO; ENTRE ELLAS TENEMOS:

- DEBE SIEMPRE CONSIDERARSE QUE UNA OBRA DE PROTECCION DEL TIPO HARINO, TIENDE HA AFECTAR LAS ZONAS ALEDANAS DONDE SE HABRA DE UBICAR.

ESTO ES, NORMALMENTE ESTE TIPO DE OBRAS TIENDE HA INTERFERIR FENOMENOS FISICOS QUE SE DAN EN LA NATURALEZA, COMO SON EL TRANSPORTE LITORAL, EL OLEAJE, ETC. Y POR LO TANTO, AFECTAN LAS ZONAS VICINAS EN MUCHAS OCASIONES DE MANERA SUSTANCIAL.

ES POR ELLO RECOMENDABLE CONTAR CON INFORMACION CONCLUYENTE DE LOS SITIOS DONDE SE HA DE UBICAR ESTE TIPO DE OBRAS. ES DECIR, DADA LA IMPORTANCIA TANTO FUNCIONAL COMO ECONOMICA DE UN ROMPEOLAS ASI COMO DE LOS EFECTOS QUE PUEDE LLEGAR A CAUSAR, BIEN VALE LA PENA REALIZAR ESTUDIOS PREVIOS DE RECOPILACION DE INFORMACION QUE SEA NECESARIA Y SUFICIENTE PARA DETERMINAR DE LA MANERA MAS AMPLIA POSIBLE LOS FACTORES DE RELEVANCIA A QUE ESTARA EXPUERTA O QUE PUEDE AFECTAR ESTE TIPO DE OBRAS.

- ASINISMO, YA EN LA PLANEACION Y EL DISEÑO DE LA OBRA EN SI, SON TANTOS LOS FACTORES, FUERZAS, INTERESES (SOCIALES Y ECONOMICOS) QUE INTERVIENEN, QUE TAL VEZ NUNCA DEJE DE SER "PERFECTIBLE" E INTERDISCIPLINARIO CON OTROS CAMPOS EL REALIZAR EL DISEÑO DE ESTE TIPO DE OBRA.

FOR ESTA RAZON, LA CONTINUA INVESTIGACION DE NUEVOS CRITERIOS Y ENFOQUES PARA ENTENDER Y DESARROLLAR TECNICAS NOVEDOSAS, EFICIENTES Y HASTA ECONOMICAS, NO DEJARA JAMAS DE TENER SENTIDO. DE TAL MANERA, DEBE DE FOMENTARSE A GRADO SUPERLATIVO LA INVESTIGACION DE ESTA RAMA DE LA INGENIERIA, TANTO A NIVEL DE CAMPO COMO DE LABORATORIO. ESTO ULTIMO, DADO QUE LAS OBRAS DE ESTE TIPO, POR SU ENBERGADURA REQUERIRAN SIEMPRE UN ESTUDIO A NIVEL DE MODELO FISICO QUE SIMULE LO MAS APROXIMADAMENTE LA FORMA EN QUE SE COMPORTARA LA ESTRUCTURA. LO ANTERIOR PARA NO TENER QUE SEGUIR DEPENDIENDO DE LA INVESTIGACION Y TECNOLOGIA QUE SE DESARROLLA EN OTROS PAISES.

AUN MAS, DEBEN DE COMBINARSE O INTERCAMBIARSE LOS ESTUDIOS PREVIOS DESDE EL ANTEPROYECTO CON OTRAS DISCIPLINAS Y PROFESIONES, PARA QUE DE ELLAS SE APORTEN OTROS ENFOQUES QUE PUEDEN MEJORAR O PROFUNDIZAR, Y PORQUE NO, HASTA CAMBIAR EL CRITERIO INICIAL QUE SE TUVIERE.

- UNA CORRECTA PLANEACION INICIANDOSE DESDE LA DETERMINACION DEL SITIO MAS CONVENIENTE PARA UBICAR LA OBRA, HASTA INVOLUCRAR EL SUMINISTRO DE LOS MATERIALES A SER UTILIZADOS, EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO ASI COMO TAMBIEN LA PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS A EJECUTARSE, SIEMPRE SERA LA BASE MEDULAR PARA LLEVAR A LA CONSECUENCION FINAL UNA OBRA.

A ESTE RESPECTO, DEBE DE SER DE LO MAS EFICIENTE LA DETERMINACION SIMULACION Y VALUACION DE LAS ALTERNATIVAS QUE PUEDAN PRESENTARSE. DADO QUE SI ESTO NO SE CUMPLE, SE DARA COMO RESULTADO EL QUE LA OBRA SEA MAS COSTOSA O HASTA EL EXTREMO DE QUE NO SE LLEGUE A CONCLUIR LA MISMA. LO ANTERIOR, NO SE PUEDE ACHACAR A OTRA CIRCUNSTANCIA QUE NO SEA LA FALTA DE UNA EJECUCION CORRECTA DE LA PLANEACION GLOBAL DE LA OBRA, QUE ESTO DEBE INVOLUCRAR HASTA LOS RECURSOS ECONOMICOS QUE SE NECESITARAN, DE DONDE SE OBTENDRAN Y QUE LOS MISMOS SEAN ASIGNADOS EN FORMA OPORTUNA. PORQUE ES UN ERROR COMUN EN NUESTRO MEDIO EL INICIAR OBRAS QUE POSTERIORMENTE SE DETIENEN POR FALTA DE RECURSOS ECONOMICOS O INCLUSIVE LLEGAN A CANCELARSE POR EL MISMO MOTIVO, PERDIENDOSE TIEMPO Y RECURSOS EN EL PRIMER CASO, O TODA LA INVERSION YA REALIZADA PARA EL SEGUNDO.

- EN LA RAMA DE LA CONSTRUCCION, Y NO SOLO EN ESTA SINO TODA LA INGENIERIA CIVIL MEXICANA SIEMPRE SE HA DISTINGUIDO EL ALTO NIVEL DE DESARROLLO EN EL QUE SE ENCUENTRA; Y QUEDA DEMOSTRADA ESTA CAPACIDAD CON OBRAS DE GRAN ENBERGADURA COMO ES EL CASO DE ESTA OBRA Y PARTICULARMENTE LA IMPLEMENTACION DE UNA TECNICA NOVEDOSA EN LA COLOCACION DE LOS FILTROS GEOTEXTILES (FAJINAS), QUE CONDUJO A AHORROS ECONOMICOS SUSTANCIALES AL LLEVARSE A CABO.

SIN EMBARGO, LO ANTERIOR NO DEBE OBSTAR PARA CONTINUAR FOMENTANDO Y ASI TAMBIEN DAR FACILIDADES PARA QUE LOS TECNICOS NACIONALES DESARROLLEN PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS NOVEDOSOS QUE HAGAN SOSTENER Y HASTA SUPERAR EL NIVEL DE CALIDAD DE LA INGENIERIA NACIONAL. ESTO, SE LOGRARA PROPORCIONANDO LOS RECURSOS, CAPACITACION Y EN SI TODOS LOS MEDIOS NECESARIOS A FIN DE QUE NO SE VEAN TRUNCADAS ESAS IDEAS NUEVAS QUE HARAN LOGRAR DICHO MANTENIMIENTO Y SUPERACION.

- UN IMPORTANTE PAPEL JUEGAN LA MAQUINARIA Y EL EQUIPO A SER UTILIZADO, EN BASE A EL Y SU CAPACIDAD SE DESENVUELVE EL AVANCE DE LA OBRA; ES POR ELLO IMPORTANTE, ESTAR AL TANTO DE LO ULTIMO EN EQUIPOS ESPECIALES DE CONSTRUCCION QUE REDUNDEN EN LA EFICIENCIA DE LA EJECUCION DE LA OBRA.

PERO NO SOLO EL HECHO DE CONOCER LOS AVANCES EN CUESTION DE LOS EQUIPOS Y LA MAQUINARIA ES DE SUMA IMPORTANCIA, HAY QUE ASIMILAR ESTA TECNOLOGIA Y APROVECHARLA PARA QUE SE FOMENTE EN EL PAIS Y A PARTIR DE ESTA PROVOCAR QUE SE GENERE UN AVANCE DE ESTE TIPO A NIVEL NACIONAL.

ADENAS, DEBE DE CAPACITARSE PERSONAL QUE MANEJE Y OPERE ESTA NUEVA TECNOLOGIA, EVITANDO LA CONTRATACION DE PERSONAL EXTRANJERO Y POR ENDE LA SALIDA DE DIVISAS ECONOMICAS

- TODA OBRA DE INGENIERIA Y PRINCIPALMENTE LAS DE GRAN MAGNITUD TENDRAN LA NECESIDAD INELUDIBLE DURANTE SU EJECUCION, DE CONTAR CON UN CONTROL O CONTROLES QUE PERMITIRAN AUXILIAR Y PREVENIR TODAS LAS POSIBLES DESVIACIONES QUE SE PRESENTEN EN LA CONSTRUCCION.

NO HAY UNA MANERA MAS CORRECTA DE PERSUADIRSE Y ADENAS PODER DETERMINAR EN FORMA CUANTITATIVA LAS DESVIACIONES QUE LLEVA UNA OBRA, CON RESPECTO A LO PLANEADO, SINO ES LLEVANDO UN CONTROL SI SE QUIERE ESTRICTO Y DETALLADO DE LOS AVANCES Y EJECUCIONES DE LA MISMA. DE TAL SUERTE, CON ESTE CONOCIMIENTO COMPARATIVO DE LO QUE SE EJECUTA CONTRA LO QUE SE PLANO, SE PODRAN TOMAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS NECESARIAS QUE NOS PERMITIRAN A TIEMPO CORREGIR EL RUMBO O DETERMINAR Y CONCLUIR QUE ALGUN PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO NO PODRA LLEVARSE A CABO EN LA PRACTICA.

- ES DE HACERSE NOTAR LA UTILIZACION DE LA TECNOLOGIA DE PUNTA A NIVEL MUNDIAL, COMO PROCEDIMIENTO IMPORTANTE EN LA CONSTRUCCION DE ESTA OBRA.

ES ASI QUE, EL ESTAR ABIERTOS A LOS NUEVOS AVANCES DESARROLLADOS EN OTROS PAISES, NOS PERMITIRA NO REZAGARNOS Y AMPLIAR NUESTROS CONOCIMIENTOS PARA MANTENER HACIA ADELANTE EL CAMINO.

BIBLIOGRAFIA

- APUNTES DEL CURSO DE "ESPECIALIDAD DE OBRAS MARITIMAS"
IMPARTIDO POR LA D.E.P.F.I. DE LA U.N.A.M.
PATROCINADO POR LA D.G.O.M. DE LA S.C.T.
PALACIO DE MINERIA, 1985.
 - HIDRAULICA MARITIMA Y DE ESTUARIOS
 - OBRAS MARITIMAS
 - CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS
 - INGENIERIA PORTUARIA
 - MODELOS HIDRAULICOS
 - GEOTEVANIA MARINA

- EL PUERTO DE DOS BOCAS, TABASCO
ARTICULO PRESENTADO EN LA XI REUNION NACIONAL
DE MECANICA DE SUELOS
VERACRUZ, VER. 1982
SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS, A.C.

- ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA ESCOLLERAS Y MUELLES
ARTICULO PRESENTADO EN LA XI REUNION NACIONAL
DE MECANICA DE SUELOS
VERACRUZ, VER. 1982
SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS, A.C.

- PRINCIPALES PUERTOS PARA EXPORTACION DE PETROLEO EN MEXICO
ING. JUAN PEDRO LOPEZ GARCIA
PEMEX, 1987.

- MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES
HIDROTECNIA
A.2.13. HIDRAULICA MARITIMA
C.F.E., 1981.

- ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL MORRO DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL
DEL PUERTO DE DOS BOCAS, TAB.
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM DELFT HYDRAULICS LABORATORY
MAY, 1980.

- MEMORIA DE CALCULO DE LOS ROMPEOLAS DEL PUERTO PETROQUINICO-
PETROLERO DE DOS BOCAS, TAB.
PROYECTOS MARINOS, S.C.

- CRITERIOS DE DISEÑO Y ESTUDIO DE PLANES MAESTROS (LAYOUT)
PROYECTOS MARINOS, S.C.
INTECSA
JULIO, 1979.