

CAPÍTULO III . - ANÁLISIS ESTRUCTURALES EN LAS ETAPAS DE RECUPERACIÓN Y TRASLADO DE LA SUPERESTRUCTURA A LOS PATIOS DE CONSTRUCCIÓN



PLATAFORMA DE PERFORACIÓN ABKATUN – I CON EL BARCO-GRÚA TOLTECA POSICIONADO A UN COSTADO, PARA REALIZAR LOS TRABAJOS DE RECUPERACION DE LA SUPERESTRUCTURA.

III.1 ANALISIS DE IZAJE

Es necesario analizar el izaje de la superestructura recuperada durante su retiro, de acuerdo a las condiciones que presenta actualmente y verificar que el comportamiento estructural sea el adecuado a las nuevas necesidades.

Las condiciones actuales se revisaron mediante un levantamiento físico y fotográfico que se realizó en el sitio de Abkatun-I. El modelo del análisis se elaboró con la información de los documentos anteriores, agregando los reportes de inspección y mantenimiento y los planos originales del proyecto de Abkatun-I (Ver Anexo A).

El objetivo de este documento es analizar la superestructura para comprobar que durante su etapa de recuperación, el comportamiento de la superestructura en el proceso de izaje sea adecuado. Es decir, que los esfuerzos que se presentan en cada uno de sus elementos no excedan los valores máximos permisibles.

III.1.A CONDICIONES DE CARGA

PESO PROPIO: Esta carga incluye el peso propio de todos los elementos estructurales presentes en la estructura al momento de ser izada y su magnitud es calculada automáticamente por el programa de análisis ZenScad Versión 4.3. a partir de la modelación de esos elementos, por esta razón también se le llama “Carga Muerta Generada” y se presenta generalmente con la Condición de Carga 1 (LOAD CASE 1).

CARGA VIVA: Durante el izaje de la superestructura no se considera que actúe carga viva alguna, por lo que únicamente se toma en cuenta la carga muerta. Las cubiertas están despejadas de los equipos y módulos que se encuentran en ella actualmente, por lo que no se considera su peso para el análisis. Es necesario aclarar que las cargas ambientales también se consideran despreciables pues para esa maniobra se requieren condiciones de mar y viento en calma y si alguno de esos parámetros no se cumple el izaje de la estructura no se realiza.

PESO DE ELEMENTOS NO MODELADOS: Dentro de esta carga se contempla el peso de todos los elementos que se apoyan sobre la estructura, pero que no forman parte de ella o bien no influyen en su comportamiento estructural; al no estar modelados, su magnitud no es calculada automáticamente por el programa de análisis, sino que es necesario calcularla e introducir sus valores. A este tipo de cargas también se les conoce como “Carga Muerta No Generada” y se contemplan entre otros, escaleras y barandales, el muro contra incendio y las orejas de izaje, cargas que se aplican en las Condiciones de Carga 2 a 5; el sistema de piso consistente en el peso de la rejilla y los elementos estructurales que la soportan tanto de la cubierta superior como de la inferior se presentan en las Condiciones de Carga 6 y 7 respectivamente.

A continuación se presenta un resumen de estas Cargas a considerarse en el Análisis.

TABLA 3.1 RESUMEN DE CARGAS PARA EL ANÁLISIS DE IZAJE.

DESCRIPCIÓN	CARGA EN:	
	Kips	Ton.
PESO DE LA ESTRUCTURAL PRINCIPAL	1,203.7	546.0
BARANDALES, ESCALERAS, OREJAS DE IZAJE, MURO CONTRA INCENDIO	48.7	22.1
SISTEMA DE PISO EN CUBIERTA INFERIOR (LARGUEROS W 18 x 50 Y REJILLA 1 1/4" x 3/16")	223.1	101.2
SISTEMA DE PISO EN CUBIERTA SUPERIOR (LARGUEROS W 14 x 22 Y REJILLA 1 1/4" x 3/16")	215.8	97.9
CARGA TOTAL	1,691.3	767.2

Con el propósito de dar una mayor rigidez a los marcos de la superestructura recuperada al momento de su izaje y traslado, se colocarán en el modelo los elementos temporales en los ejes A y B, tal como se muestra en la figura 3.1

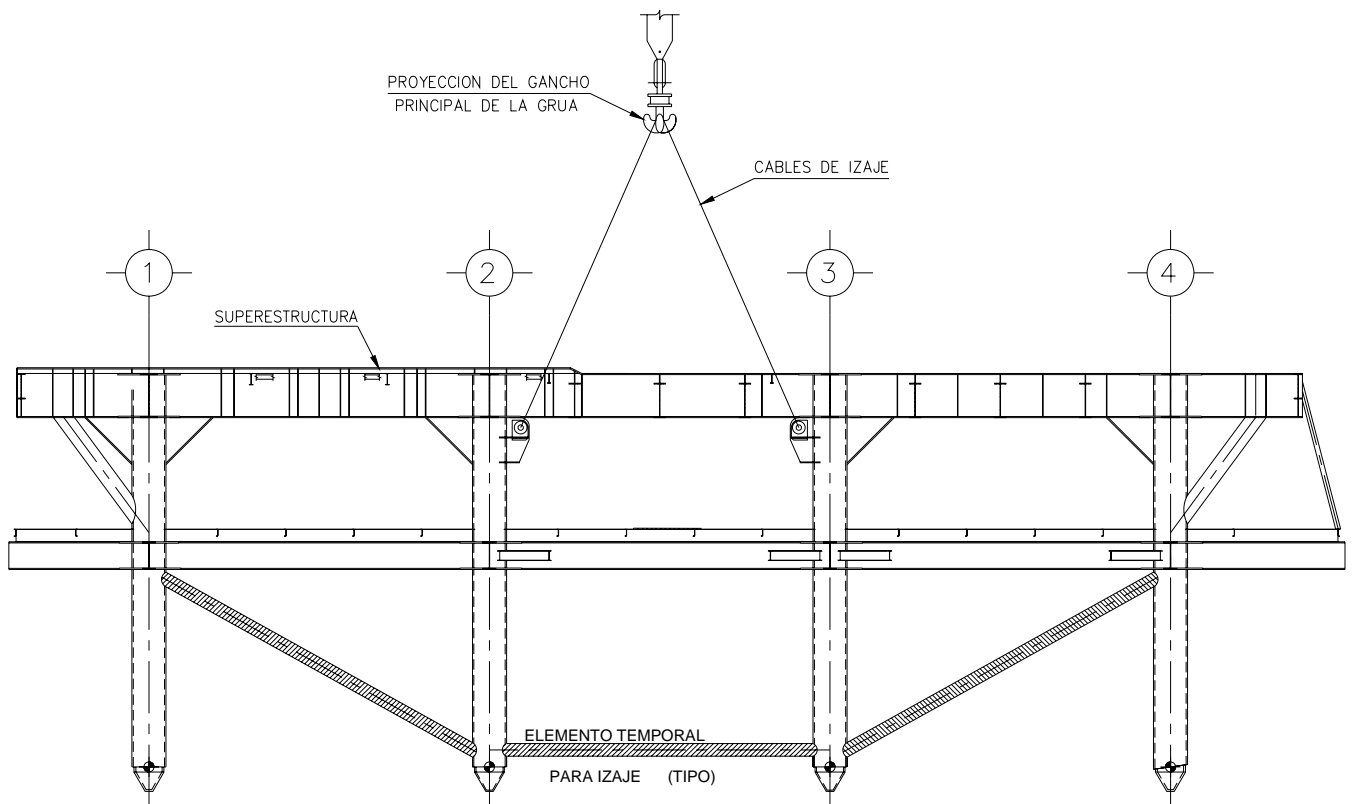


FIGURA 3.1 ARREGLO DE ELEMENTOS DE REFUERZO TEMPORAL PARA EL IZAJE Y TRASLADO

III.1.B ANÁLISIS PRELIMINAR

Simulando la superestructura de la plataforma apoyada sobre las columnas, se realiza un análisis previo en el que se determinan las coordenadas del centro de gravedad con objeto de establecer la posición del gancho de la grúa sobre el que se conectarán los cables para el izaje.

III.1.C CARGAS BÁSICAS RESULTANTES

A continuación se muestra el listado de cargas utilizado en el programa de Análisis ZenScad:

* * * Applied Load Summary * * *

Load Case	Total Force(X) (Kips)	Total Force(Y) (Kips)	Total Force(Z) (Kips)	Total Moment(X) (In-Kips)	Total Moment(Y) (In-Kips)	Total Moment(Z) (In-Kips)
1	0.000	0.000	-1203.745	0.000	0.000	0.000
C.G. X (Ft)		0.000	0.000	1.428		
C.G. Y (Ft)		0.000	0.000	0.753		
C.G. Z (Ft)		0.000	0.000	68.290		
Global Moments (Ft-Kips)		-905.860	1718.860	0.000		
Mudline Moments (Ft-Kips)		-905.860	1718.860	0.000		
2	0.000	0.000	-14.266	0.000	0.000	0.000
C.G. X (Ft)		0.000	0.000	4.691		
C.G. Y (Ft)		0.000	0.000	4.024		
C.G. Z (Ft)		0.000	0.000	70.990		
Global Moments (Ft-Kips)		-57.406	66.923	0.000		
Mudline Moments (Ft-Kips)		-57.406	66.923	0.000		
3	0.000	0.000	-18.720	0.000	0.000	0.000
C.G. X (Ft)		0.000	0.000	-0.597		
C.G. Y (Ft)		0.000	0.000	1.271		
C.G. Z (Ft)		0.000	0.000	67.115		
Global Moments (Ft-Kips)		-23.802	-11.182	0.000		
Mudline Moments (Ft-Kips)		-23.802	-11.182	0.000		
4	0.000	0.000	-8.840	0.000	0.000	0.000
C.G. X (Ft)		0.000	0.000	0.000		
C.G. Y (Ft)		0.000	0.000	0.000		
C.G. Z (Ft)		0.000	0.000	79.059		
Global Moments (Ft-Kips)		0.000	0.000	0.000		
Mudline Moments (Ft-Kips)		0.000	0.000	0.000		
5	0.000	0.000	-6.888	0.000	0.000	0.000
C.G. X (Ft)		0.000	0.000	-9.500		
C.G. Y (Ft)		0.000	0.000	0.000	22.500	
C.G. Z (Ft)		0.000	0.000	79.059		
Global Moments (Ft-Kips)		-154.980	-65.436	0.000		
Mudline Moments (Ft-Kips)		-154.980	-65.436	0.000		
6	0.000	0.000	-223.081	0.000	0.000	0.000
C.G. X (Ft)		0.000	0.000	15.617		
C.G. Y (Ft)		0.000	0.000	6.773		
C.G. Z (Ft)		0.000	0.000	61.042		
Global Moments (Ft-Kips)		-1510.850	3483.858	0.000		
Mudline Moments (Ft-Kips)		-1510.850	3483.858	0.000		
7	0.000	0.000	-215.801	0.000	0.000	0.000
C.G. X (Ft)		0.000	0.000	1.932		
C.G. Y (Ft)		0.000	0.000	1.723		
C.G. Z (Ft)		0.000	0.000	79.059		
Global Moments (Ft-Kips)		-371.879	416.904	0.000		
Mudline Moments (Ft-Kips)		-371.879	416.904	0.000		
8	0.000	0.000	-1691.341	0.000	0.000	0.000
C.G. X (Ft)		0.000	0.000	3.317		
C.G. Y (Ft)		0.000	0.000	1.788		
C.G. Z (Ft)		0.000	0.000	68.818		
Global Moments (Ft-Kips)		-3024.777	5609.927	0.000		
Mudline Moments (Ft-Kips)		-3024.777	5609.927	0.000		

De los resultados de la Condición de Carga Total Muerta Generada y No Generada obtenemos su combinación en la Condición de Carga 8 que es sobre la que se hace el cálculo estructural.

El centroide se obtiene internamente con el programa de análisis al dividir los Momentos M_x y M_y entre el total de la carga aplicada.

$$F_z = -1,691.34 \text{ kips}; \quad M_x = -3,024.78 \text{ ft-kips}; \quad M_y = 5,609.93 \text{ ft-kips}$$

Asi que $e_x = M_y / F_z = 3.317 \text{ ft} = 1.011 \text{ m}$ $e_y = M_x / F_z = 1.788 \text{ ft} = 0.545 \text{ m}$

Estos datos tambien se observan en la tabla anterior, y el programa los presenta como **C.G. X** y **C.G. Y** respectivamente.

De estos resultados del análisis realizado con el programa ZenScad, se determina que el Centro de Gravedad (C.G.) para la superestructura a recuperar, se localiza entre los ejes 2 y 3, y entre los ejes A y B, tal como lo ilustra la figura que se presenta a continuación:

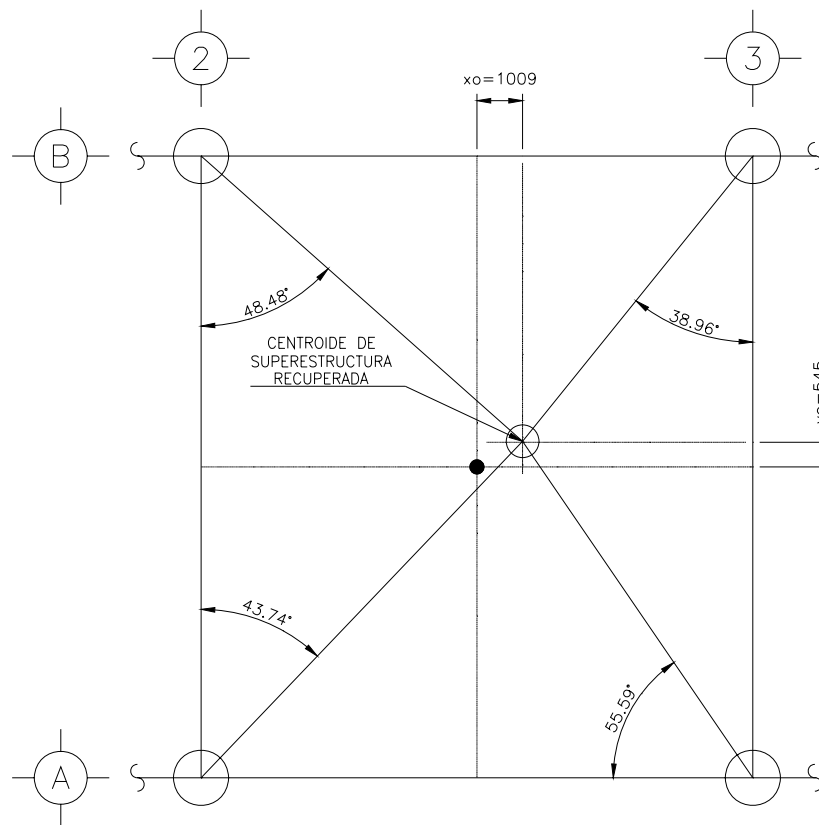


FIGURA 3.2 CENTROIDES GEOMETRICO Y GRAVITACIONAL

Este CG no coincide con el centroide donde se dirigen las orejas debido a que cuando fue instalada originariamente, esta superestructura contenía los equipos e instalaciones de operación necesarias para operar cuando los pozos estuvieran produciendo. Para la recuperación, parte de estos elementos fueron retirados, muchos otros fueron retirados tiempo antes cuando los pozos de la plataforma dejaron de extraer petróleo del subsuelo. Ese CG original se encuentra referenciado en los planos originales de diseño de la plataforma y una copia de ese plano específico se presenta en los anexos.

III.1.D COLOCACIÓN DEL GANCHO Y CABLES DE IZAJE

El gancho donde llegarán los cables que parten de las orejas de izaje estará ubicado verticalmente sobre el CG, a una altura tal que los ángulos de los cables con el plano horizontal sea cuando menos de 60°.

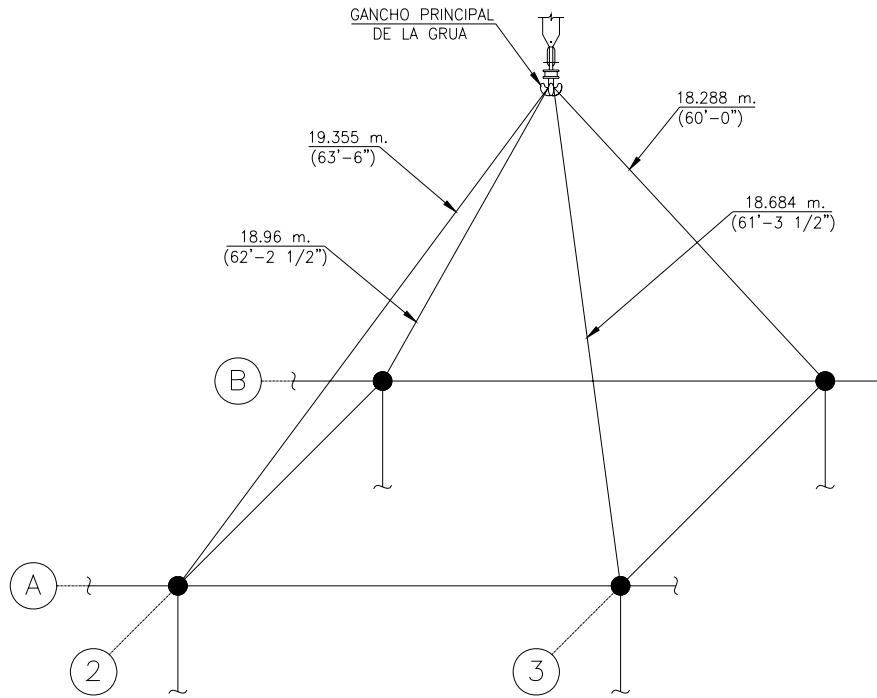


FIGURA 3.3 DETALLE DE ARREGLO PARA CABLES DE IZAJE

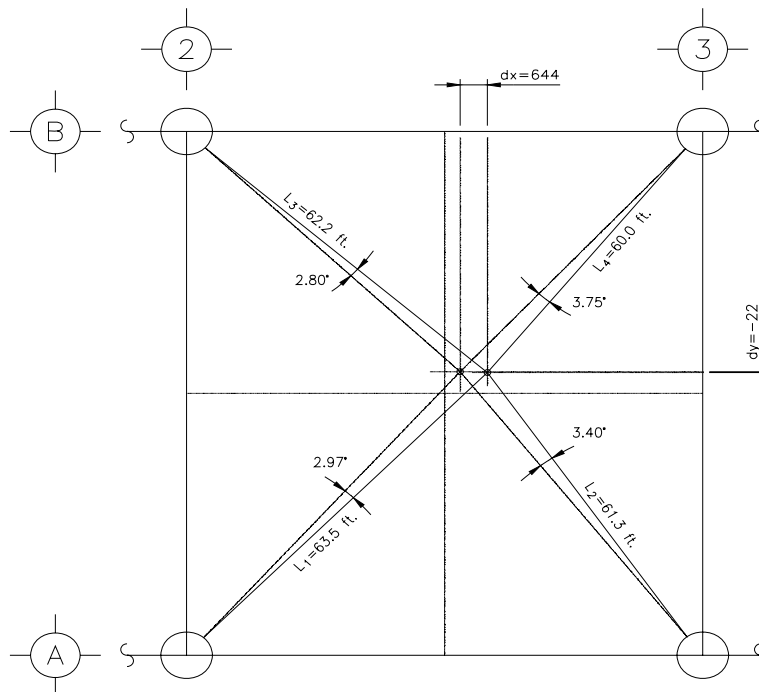


FIGURA 3.4 EXCENTRICIDAD RESULTANTE ENTRE CENTROIDE ORIGINAL Y EL CENTROIDE DE SUPERESTRUCTURA A RECUPERAR

TABLA 3.2 VALORES DE LAS LONGITUDES MÍNIMAS DE LOS CABLES PARA CONSERVAR LA INCLINACIÓN CALCULADA.

Nodo <i>i</i>	Nodo <i>j</i>	CABLE	LONGITUD (ft)	ANGULO DE INCLINACIÓN CON RESPECTO A LA HORIZONTAL (β)	TENSIONES EN LOS CABLES TON (kips)
903	2	L1	63.5	58.00 °	186.4 (411)
905	2	L2	61.3	61.26 °	222.3 (490)
913	2	L3	62.2	59.91 °	187.3 (413)
915	2	L4	60.0	63.68 °	280.8 (619)

Para simular las condiciones de izaje en el modelo de la superestructura, se considera que en el punto donde se sitúa el gancho para sostener los cables, es un apoyo que permite giros alrededor de los 3 ejes coordenados pero restringe los desplazamientos laterales.

Los cables se modelan como elementos prismáticos cuya sección transversal tiene un área equivalente a la de un círculo de 4 pulgadas de diámetro. Como su trabajo es axial y no actúan bajo la acción de momentos flexionantes, se les asigna valores pequeños a sus momentos de inercia alrededor de sus 2 ejes principales (sin estos valores el programa de computadora aborta el análisis). Los puntos donde los cables se conectan con las orejas de izaje se consideran articulados y esto se indica en el modelo liberando estos extremos de las restricciones de giro alrededor de los 3 ejes coordenados.

El manual del fabricante de cables Bridon indica que el tipo marcado como 34LR/PI tiene un esfuerzo de fluencia de valor que se considera en el análisis.

El gancho de la grúa deberá estar colocado sobre el centro de gravedad de la estructura para evitar giros que desestabilicen la maniobra.

FIG. 3.5 TABLA DE PESO Y CARGA DE TRABAJO DE CABLES DE IZAJE DEL FABRICANTE ENDURANCE DYFORM

Table of sizes, mass and minimum breaking force
Endurance Dyform® 34LR/PI

Nom dia mm	Approx mass kg/100m	Minimum breaking force			
		Rope grade			
		1960		2160	
		kN	tonnes	kN	tonnes
10	51.4	90.0	9.2	98.1	10.0
11	61.7	109	11.1	118	12.1
12	72.9	130	13.3	140	14.3
13	84.6	154	15.7	166	17.0
14	97.1	179	18.3	191	19.5
15	114	205	20.9	220	22.4
16	130	232	23.7	251	25.6
17	140	260	26.5	284	29.0
18	159	298	30.4	319	32.5
19	178	329	33.6	356	36.3
20	197	370	37.7	397	40.5
21	222	400	40.8	432	44.1
22	240	442	45.1	482	49.1
23	261	480	48.9	525	53.5
24	286	528	53.8	569	58.0
25	312	572	58.3	620	63.2
26	340	618	63.0	658	67.1
27	356	662	67.5	718	73.2
28	391	716	73.0	784	79.9
29	425	765	78.0	829	84.5
30	445	823	83.9	900	91.8
32	505	940	95.9	1030	105.0
34	574	1060	108	1150	118.0
35	602	1120	114	1210	123.0
36	644	1180	121	1280	130.0
38	712	1320	134	1430	145.0
40	807	1470	149	1580	161.0
42	884	1640	165		
44	961	1780	180		
46	1060	1950	197		
48	1150	2140	216		
50	1230	2270	230		
52	1360	2480	250		
54	1450	2770	280		
56	1560	2870	290		
58	1680	3050	308		
60	1800	3230	326		
62	1920	3410	344		
64	2050	3570	360		
66	2170	3840	392		
68	2310	4070	415		
70	2450	4430	452		
72	2590	4680	477		
74	2730	4920	501		
76	2880	5140	525		

El modelo de la superestructura resultaría inestable si solo se considera el apoyo de los cables, por lo que para darle la estabilidad necesaria se considera que existen 2 apoyos elásticos ubicados en los extremos de las piernas de las esquinas (ver fig 3.6). Como la función de ellos es únicamente la de estabilizar lateralmente a la estructura, se les asigna una constante de resorte de magnitud pequeña, que para nuestro caso fue de: $K = 0.1$ kips / in

Estos soportes elásticos están restringiendo los desplazamientos en las direcciones de los ejes Y y X, es decir se permite que la estructura tenga libertad de desplazamiento en el sentido vertical (dirección del eje Z).

En la práctica, esta función la desarrollan los cables que son manipulados por los ayudantes que auxilian normalmente al operador de la grúa en este tipo de maniobras, tal como se aprecia en las fotografías del Capítulo 4.

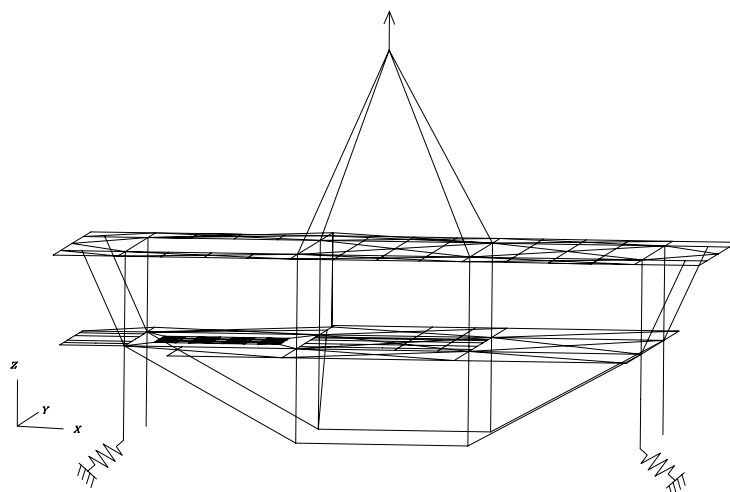


FIG. 3.6 RESTRICCIONES LATERALES

La siguiente figura ilustra la manera en que ha sido modelada y apoyada la superestructura para este análisis. FIX corresponde a la identificación del nodo 2 y la etiqueta IZA para los nodos 601 y 607.

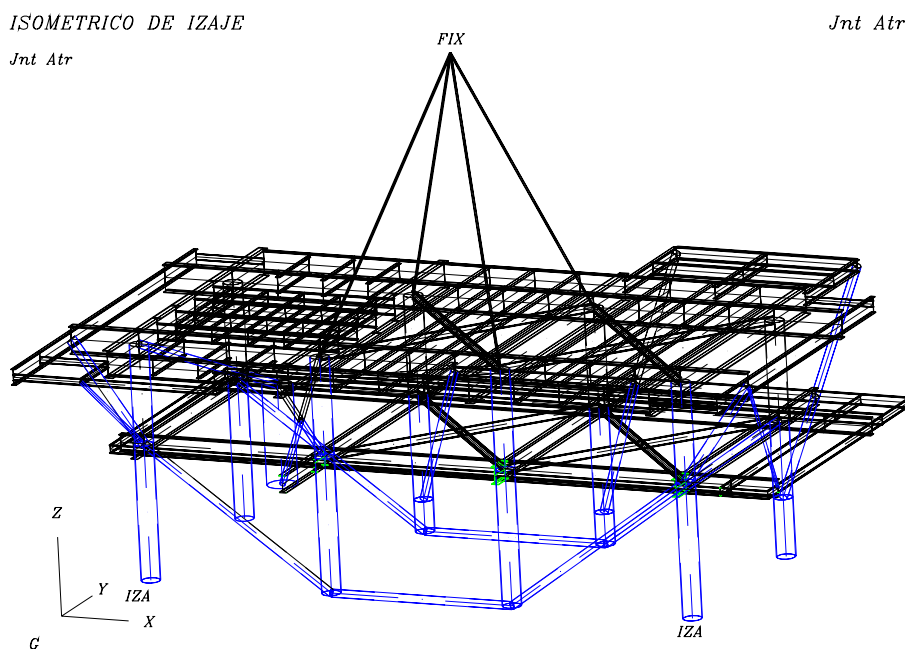


FIG. 3.7 ISOMÉTRICO DEL MODELO DE ANÁLISIS DEL IZAJE.

III.1.E ANÁLISIS DE IZAJE DE LA SUPERESTRUCTURA RECUPERADA

III.1.E.1 REACCIONES EN LOS APOYOS

A continuación se presentan las reacciones de los apoyos simulados en el modelo estructural:

ZenScad Ver.4.30 PLATAF PERFORACION ABKATUN-I ANALISIS DE IZAJE SUPEREST RECUPERADA Page 19

* * * Report Of Support Reactions * * *

Joint Load /----- Forces (Kips)-----//----- Moments (In-Kips) -----

ID	Case	X	Y	Z	X	Y	Z
2	1	23.101	12.685	1203.630	0.000	0.000	0.000
	2	-0.199	-0.325	14.268	0.000	0.000	0.000
	3	0.744	0.098	18.718	0.000	0.000	0.000
	4	0.298	0.161	8.838	0.000	0.000	0.000
	5	0.897	-1.453	6.894	0.000	0.000	0.000
	6	-27.878	-11.321	223.204	0.000	0.000	0.000
	7	3.036	0.141	215.794	0.000	0.000	0.000
	8	0.000	-0.014	1691.345	0.000	0.000	0.000
601	1	-11.559	-10.657	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.099	0.194	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.373	-0.197	0.000	0.000	0.000	0.000
	4	-0.149	-0.136	0.000	0.000	0.000	0.000
	5	-0.448	0.505	0.000	0.000	0.000	0.000
	6	13.928	10.977	0.000	0.000	0.000	0.000
	7	-1.522	-0.680	0.000	0.000	0.000	0.000
	8	-0.023	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
607	1	-11.537	-2.026	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.100	0.131	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.372	0.099	0.000	0.000	0.000	0.000
	4	-0.149	-0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
	5	0.341	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	7	-1.514	0.539	0.000	0.000	0.000	0.000
	8	0.023	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000

IZAJE DE SUPERESTR. RECUPERADA

Load condition 8

RESULTADOS

React'n FX
React'n FY
React'n FZ

React'n FX = 0.00
React'n FY = -0.014
React'n FZ = 1691

Join: Kips

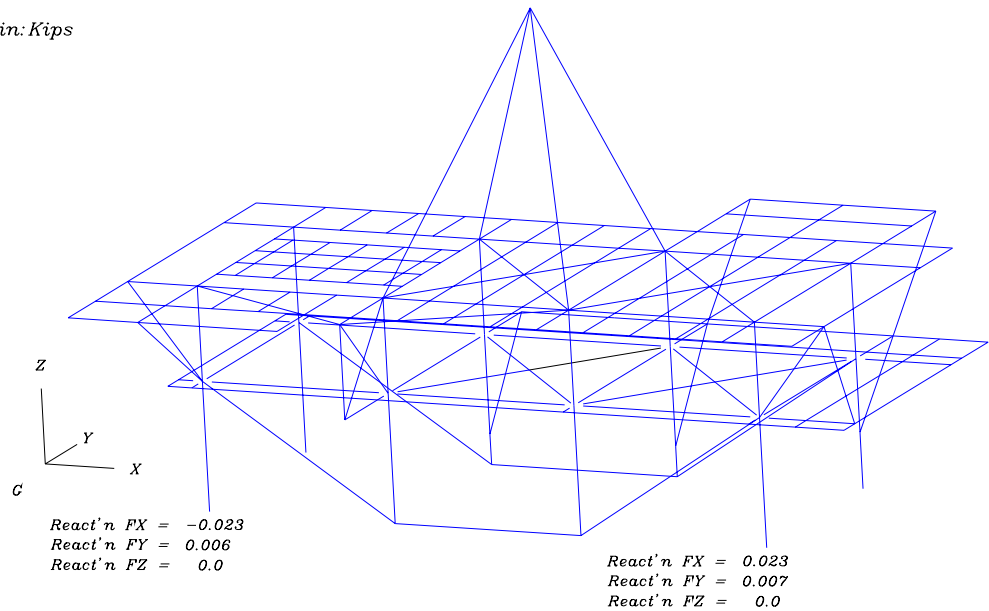


FIG 3.8 REACCIONES EN LOS SOPORTES

III.1.E.2 ESFUERZOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

A continuación se listan las relaciones de Interacción de Esfuerzos (Esfuerzo Actuante/Esfuerzo Permisible) para los elementos principales de la estructura.

* * * Group Summary Report * * *

Group ID	THREE MOST RESTRICTIVE MEMBERS			Number Of Members In Group										
	First Member	UC	LC	Second Member	UC	LC	Third Member	UC	LC	Total	With UC>1.33	With UC>1.0	With UC>0.5	With UC<0.5
TS1	977- 913	0.18	8	905- 915	0.18	8	915- 924	0.10	8	20	0	0	0	20
TSA	968- 969	0.21	8	967- 968	0.21	8	958- 959	0.18	8	13	0	0	0	13
TSB	969- 917	0.31	8	960- 907	0.23	8	0- 0	0.00	0	2	0	0	0	2
TSC	915- 967	0.41	8	905- 958	0.29	8	957- 905	0.24	8	4	0	0	0	4
TSD	903- 955	0.06	8	913- 964	0.04	8	0- 0	0.00	0	2	0	0	0	2
TSE	954- 903	0.23	8	901- 952	0.22	8	963- 913	0.17	8	6	0	0	0	6
TSF	952- 953	0.14	8	953- 954	0.12	8	961- 962	0.11	8	6	0	0	0	6
W36	919- 8	0.14	8	918- 919	0.14	8	989- 990	0.10	8	54	0	0	0	54
W18	19- 915	0.33	8	17- 905	0.32	8	10- 913	0.30	8	20	0	0	0	20
VSP	942- 924	0.16	8	924- 943	0.14	8	949- 931	0.13	8	24	0	0	0	24
VS1	958- 967	0.16	8	957- 966	0.09	8	955- 964	0.08	8	7	0	0	0	7
VS2	967- 943	0.06	8	968- 944	0.06	8	946- 960	0.05	8	11	0	0	0	11
V2	56- 58	0.10	8	54- 56	0.09	8	944- 57	0.08	8	10	0	0	0	10
V3	998- 999	0.16	8	999- 933	0.13	8	997- 998	0.12	8	4	0	0	0	4
W14	11- 915	0.54	8	9- 913	0.44	1	924- 58	0.44	8	30	0	0	1	29
TIA	715- 717	0.42	8	701- 703	0.30	8	711- 713	0.28	8	10	0	0	0	10
TIB	717- 741	0.14	8	715- 735	0.14	8	732- 703	0.07	8	15	0	0	0	15
TIC	735- 725	0.09	8	730- 732	0.09	8	736- 726	0.07	8	6	0	0	0	6
V11	746- 741	0.69	8	728- 715	0.65	8	749- 725	0.58	8	28	0	0	4	24
V15	734- 735	0.85	8	725- 750	0.34	8	745- 734	0.32	8	9	0	0	1	8
COL	703- 903	0.20	8	715- 915	0.18	8	713- 913	0.15	8	9	0	0	0	9
COE	717- 917	0.11	8	701- 901	0.07	8	707- 907	0.07	8	9	0	0	0	9
XGR	1- 903	0.09	8	1- 703	0.08	8	730- 1	0.05	8	4	0	0	0	4
D18	620- 724	0.08	8	0- 0	0.00	0	0- 0	0.00	0	1	0	0	0	1
DS8	701- 998	0.16	8	0- 0	0.00	0	0- 0	0.00	0	1	0	0	0	1

* * * Group Summary Report * * *

Group ID	THREE MOST RESTRICTIVE MEMBERS			Number Of Members In Group										
	First Member	UC	LC	Second Member	UC	LC	Third Member	UC	LC	Total	With UC>1.33	With UC>1.0	With UC>0.5	With UC<0.5
D20	615- 23	0.27	8	725- 56	0.13	8	23- 725	0.08	8	5	0	0	0	5
DI6	928- 742	0.38	8	0- 0	0.00	0	0- 0	0.00	0	1	0	0	0	1
PUS	717- 3	0.16	8	701- 5	0.13	8	707- 4	0.12	8	4	0	0	0	4
PED	730- 930	0.02	8	0- 0	0.00	0	0- 0	0.00	0	1	0	0	0	1
DGR	930- 901	0.13	8	930- 905	0.12	8	0- 0	0.00	0	2	0	0	0	2
TEM	615- 717	0.57	8	605- 707	0.55	8	701- 603	0.55	8	6	0	0	4	2
SLG	915- 2	0.29	8	905- 2	0.23	8	913- 2	0.19	8	4	0	0	0	4

Total Active Steel Members										328	0	0	10	318

De la revisión de estos resultados, se concluye que la estructura se comporta satisfactoriamente al no presentar elementos sobre esforzados, únicamente se necesita revisar que las deformaciones provocadas por esta maniobra no sean excesivas.

III.1.E.3 DESPLAZAMIENTOS

Los desplazamientos obtenidos en el izaje posicionando al gancho de la grúa sobre el centro gravitacional obtenido, se muestran en la Figura 3.9

ISOM
Deflec Plot

Deflec Plot

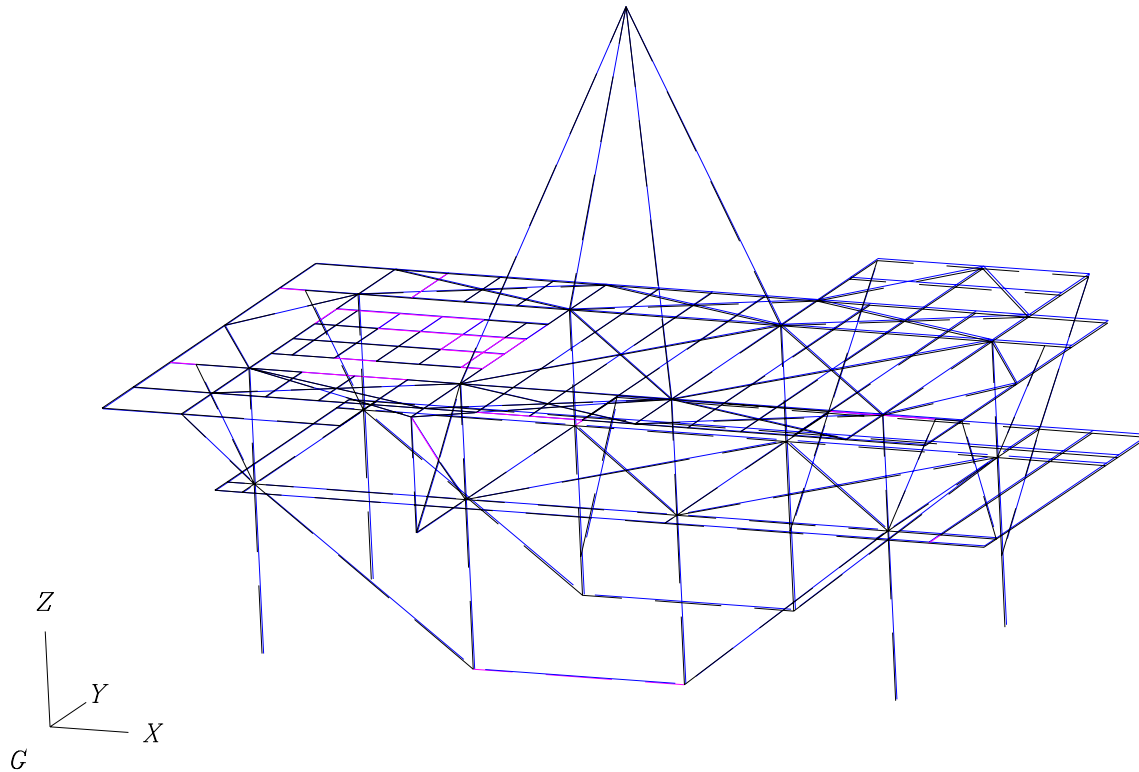


FIGURA 3.9 COMPARATIVA ENTRE LA SUPERESTRUCTURA DESPLAZADA Y SU POSICION INICIAL.

En esta gráfica es poco perceptible la diferencia entre las dos posiciones pues los desplazamientos obtenidos son relativamente pequeños. Para su mejor apreciación se presenta a continuación el listado de los desplazamientos más representativos.

DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS EN EL EXTREMO INFERIOR DE LAS COLUMNAS:

ZenScad Ver.4.30 PLATAF PERFORACION ABKATUN-I ANALISIS DE IZAJE SUPEREST RECUPERADA Page 1

* * * Joint Deflection Report * * *								
Joint ID	Load Case	Deflections (In)			Rotations (Rad)			
		X	Y	Z	X	Y	Z	
1	8	-0.7520823	-2.2432849	0.4722645	-0.0026196	0.0022072	0.0012604	
3	8	-1.2623647	-0.5853571	-4.2141795	-0.0033456	0.0026324	0.0011265	
5	8	-0.6799699	-2.7114356	1.1389080	-0.0019732	0.0020050	0.0011351	
7	8	-0.9550971	-0.5186374	-3.4683004	-0.0035401	0.0026503	0.0011484	
9	8	-1.3989323	-2.2761323	-0.9583322	-0.0023598	0.0020836	0.0012845	
11	8	-1.3900761	-1.0527667	-3.4325771	-0.0032334	0.0036162	0.0013350	
13	8	-0.5490892	-1.6370094	-0.0584020	-0.0028069	0.0017288	0.0012888	
15	8	-1.3952001	-1.6627228	-1.9942996	-0.0026682	0.0023350	0.0012701	
17	8	-0.8178718	-1.4946141	-0.9259865	-0.0032128	0.0017466	0.0012429	

DESPLAZAMIENTOS EN LAS CUBIERTAS:

* * * Joint Deflection Report * * *							
Joint ID	Load Case	Deflections (In)			Rotations (Rad)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
984	8	-0.9204286	-2.2645137	-0.0283670	-0.0022380	0.0017673	0.0012375
985	8	-0.9205351	-2.1374912	-0.1868666	-0.0023257	0.0015426	0.0012344
987	8	-1.0433530	-2.5165702	0.1288964	-0.0020493	0.0022355	0.0012032
988	8	-1.0434350	-2.3915679	-0.0796151	-0.0021417	0.0020884	0.0012280
991	8	-1.0437812	-2.0126416	-0.5857761	-0.0023675	0.0014842	0.0011764
992	8	-1.1659989	-2.5165438	-0.0908680	-0.0020264	0.0023574	0.0012153
994	8	-1.1653868	-2.2645185	-0.5095287	-0.0022188	0.0019515	0.0012659
996	8	-1.1644746	-2.0128183	-0.8399323	-0.0023449	0.0015425	0.0011419
997	8	-0.2352166	-2.7795978	1.7072871	-0.0012309	0.0007636	0.0012429
998	8	-0.2352302	-2.5765161	1.5421336	-0.0021014	0.0013497	0.0013273
999	8	-0.2352316	-2.0965586	1.0347719	-0.0013575	0.0009637	0.0013235

DESPLAZAMIENTOS Y GIROS MÁXIMOS:

	Deflections (In)			Rotations (Rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Max. Def.	-2.7069336	-3.6508402	-5.5516697	-0.0065535	0.0041680	0.0017454
Joint No.	615	601	55	742	56	56
Load Case	8	8	8	8	8	8

Jnt No

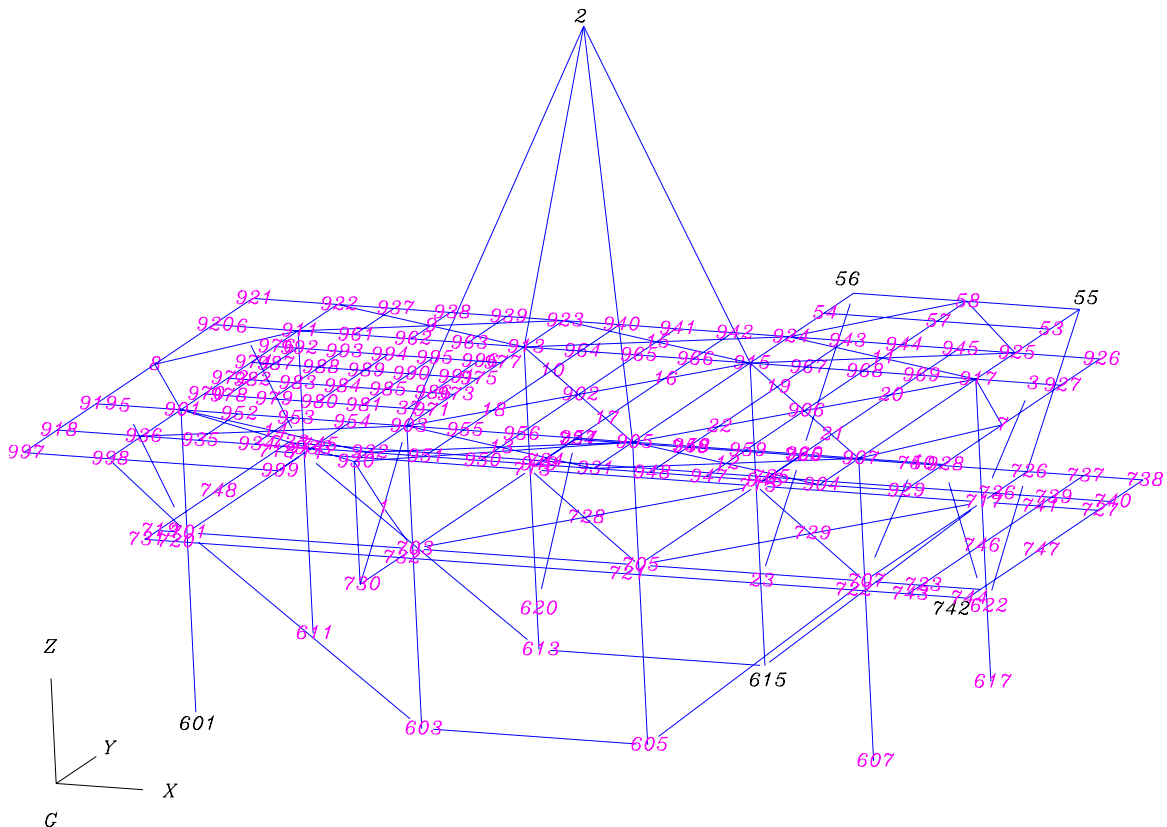


FIG 3.10 NUMERACION DE NODOS EN EL MODELO

Al igual que con los esfuerzos de los elementos de la estructura, las deformaciones no representan ningún riesgo o problema y los elementos temporales de izaje son suficientes para rigidizar la estructura.

III.2 OREJAS DE IZAJE

Para el izaje se requiere conectar los cables de izaje con las orejas de izaje ubicadas en la parte superior de las columnas A2, A3, B2 y B3.

Para la recuperación de la superestructura de Abkatun-I es necesario revisar estos elementos, pues la estructura original para la que fue diseñada, se ha modificado para las diferentes necesidades operativas de vida útil de la plataforma y por el desmantelamiento de tuberías y equipos previos a su izaje.

III.2.A CARGAS Y CONSIDERACIONES DE LA REVISIÓN

De la tabla 3.1 donde se presenta la carga total de la superestructura por su izaje, y de la tabla 3.2 donde se presenta la tensión en cada cable durante el izaje, obtenemos los datos iniciales para analizar las orejas seleccionando la condición mas desfavorable.

De acuerdo con la sección 2.4.2c de la Práctica Recomendada 2A del Instituto Americano del Petróleo, relativa al diseño y construcción de plataformas marinas API-RP2A-WSD (ver bibliografía), para la revisión de un elemento principal se usará un factor de seguridad $F.S. = 2.0$.

Se localizan cuatro orejas para izaje, en las columnas A-2, A-3, B-2 y B-3

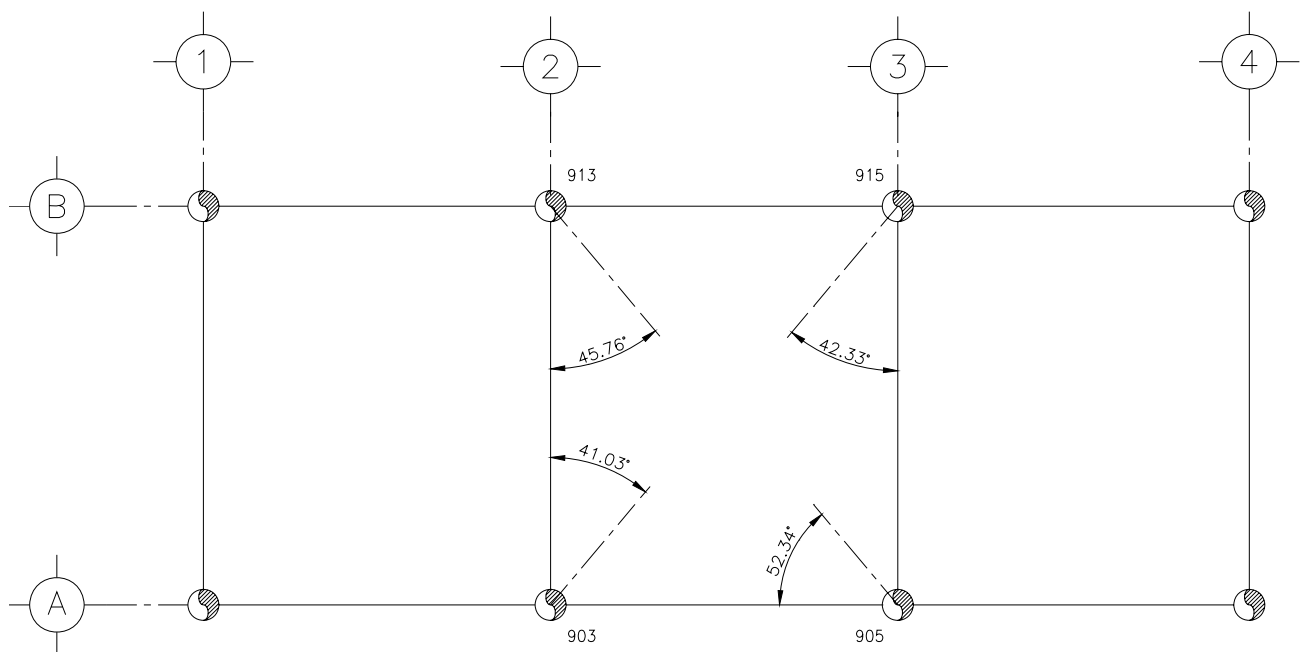


FIGURA 3.11 LOCALIZACIÓN DE OREJAS PARA IZAJE

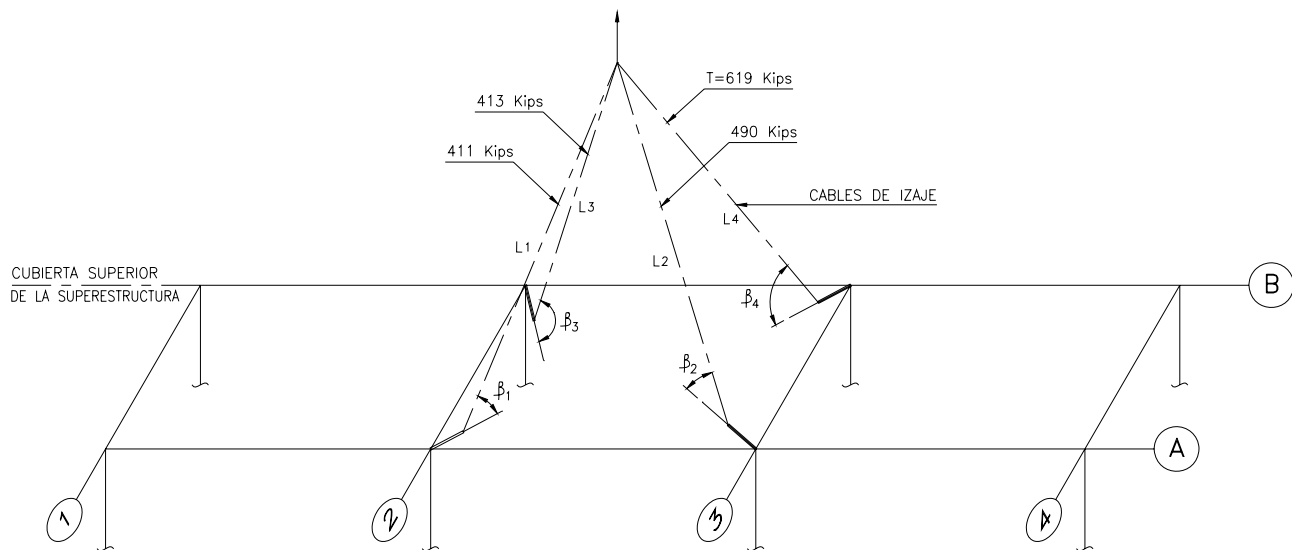


FIGURA 3.12 ARREGLO DE CABLES DE IZAJE

III.2.B GEOMETRÍA DE LAS OREJAS DE IZAJE

A continuación se muestran las dimensiones de la oreja de izaje existente de Abkatun-I que será revisada estructuralmente, para ver si es adecuada como se diseñó originalmente o si se requiere reforzarla.

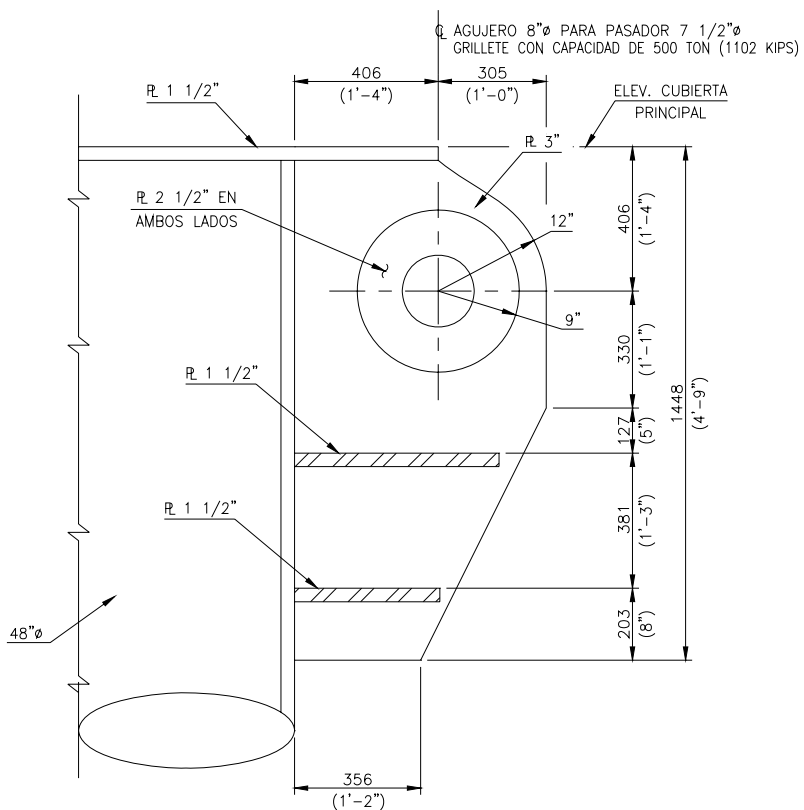


FIGURA 3.13 ARREGLO EN ELEVACION DE LA OREJA DE IZAJE TIPO

III.2.C REVISIÓN POR APLASTAMIENTO

Tensión máxima en el cable = 619 kips (Ver figura 3.12)

Cálculo del área de aplastamiento asumiendo que se empleará un perno de 7 ½" Ø

Área de contacto $A = d * t$

Donde: d = diámetro del perno y t = espesor de placa principal y cachetes

$$A = 7.5 \text{ in} * (3 + 2 * 2.5) \text{ in} = 60 \text{ in}^2$$

Esfuerzo permisible por aplastamiento

$$F_p = 0.9 F_y = 0.9 * 36 \text{ ksi} = 32.4 \text{ ksi}$$

Fuerza resistente al aplastamiento

$$F_R = A F_p = 60 \text{ in}^2 (32.4 \text{ ksi}) = 1944 \text{ kips}$$

Aplicando un factor de seguridad F.S. = 2.0

$$T = (2) 619 \text{ kips} = 1238 \text{ kips}$$

Esfuerzo actuante por aplastamiento

$$f_p = \frac{T}{A} = \frac{1238 \text{ Kips}}{60 \text{ plg}^2} = 20.6 \text{ Ksi}$$

Comparando los esfuerzos

$$f_p = 20.6 \text{ Ksi} < F_p = 32.4 \text{ Ksi}$$

Por lo tanto las orejas de izaje existentes son adecuadas por aplastamiento y no se requiere refuerzo por este concepto.

III.2.D REVISIÓN POR CORTANTE (DESGARRAMIENTO)

Cálculo del área de acero para el cortante

$$\gamma_1 = 4''$$

$$\gamma_2 = 9''$$

$$\gamma_3 = 12''$$

$$A = [8 \text{ in} (3 \text{ in}) + 2 (5 \text{ in} \times 2.5 \text{ in})] 2 = 98 \text{ in}^2$$

Esfuerzo permisible a cortante

$$F_v = 0.4 F_y = 0.4 * 36 = 14.4 \text{ ksi}$$

Fuerza resistente al cortante

$$F_R = A * F_v = 98 \text{ in}^2 (14.4 \text{ ksi}) = 1411.2 \text{ kips}$$

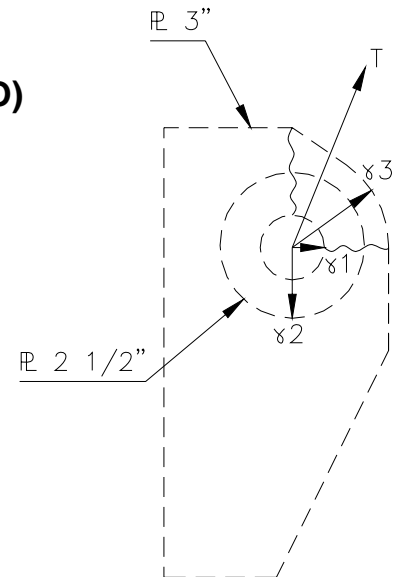


FIGURA 3.14 CACHETES DE REFUERZO

Esfuerzo actuante a cortante aplicando un Factor de Seguridad F.S. = 2.0

$$f_v = \frac{F.S.(T)}{A} = \frac{2.0(619 \text{ kips})}{98 \text{ in}^2} = 12.6 \text{ ksi}$$

Comparando los esfuerzos

$$f_v = 12.6 \text{ ksi} < F_v = 14.4 \text{ ksi}$$

Por lo tanto las orejas de izaje son adecuadas por cortante (desgarramiento) y tampoco requiere refuerzo por este concepto.

III.2.E REVISIÓN POR FLEXOTENSIÓN

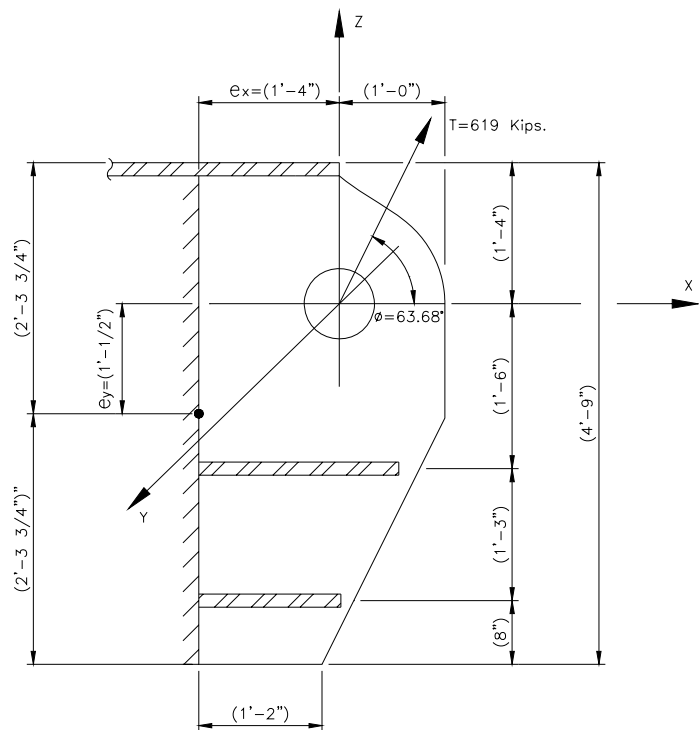
Cálculo de las propiedades geométricas de la sección

$$\text{Área} = \text{altura} \times \text{espesor} = 55.5 \text{ in} (3 \text{ in}) = 166.5 \text{ in}^2$$

$$I_y = \frac{bh^3}{12} = \frac{3 \text{ in} (55.5 \text{ in})^3}{12} = 42738 \text{ in}^4$$

$$S_y = \frac{bh^2}{6} = \frac{3 \text{ in} (55.5 \text{ in})^2}{6} = 1540 \text{ in}^3$$

$$S_z = \frac{hb^2}{6} = \frac{55.5 \text{ in} (3 \text{ in})^2}{6} = 83.25 \text{ in}^3$$



Tensión en el cable T = 619 Kips

FIGURA 3.15 PROYECCION DE LA CARGA EN EL PLANO DE LA OREJA DE IZAJE

III.2.E.1 FUERZAS Y MOMENTOS ACTUANTES

Excentricidad de la carga en el plano vertical $e = 1' - 4" = 16"$

$$F_{ya} = 5\% \text{ de } 619 \text{ Kips} = 30.95 \text{ kips}$$

$$F_{yb} = 619 \text{ Kips} (\text{sen } 3.75^\circ) = \underline{40.48 \text{ kips}} \text{ (por excentricidad)}$$

$$F_y \text{ total} = 71.43 \text{ kips}$$

$$M_z = F_y * e = 71.43 \text{ kips} * 16 \text{ in} = 1142.9 \text{ kips} - \text{in}$$

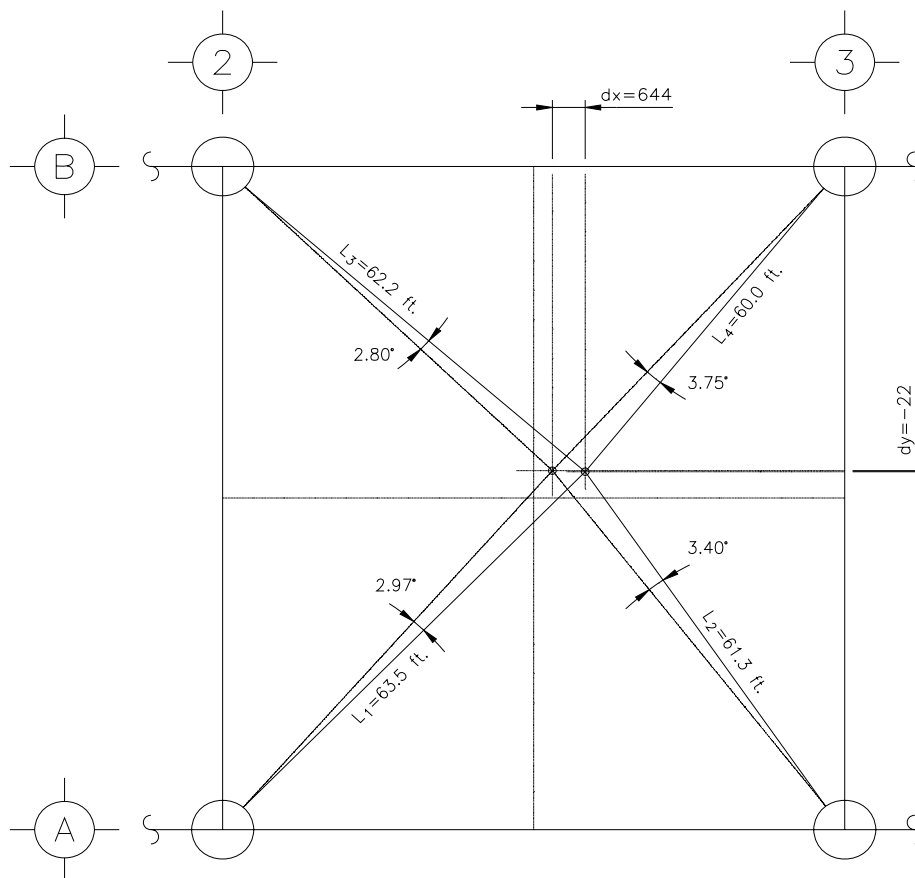


FIGURA 3.16 EXCENTRICIDAD RESULTANTE ENTRE EL CENTROIDE DE CARGAS ORIGINAL Y EL CENTROIDE DE LA SUPERESTRUCTURA A RECUPERAR

III.2.E.2 ESFUERZOS ACTUANTES

Aplicando un factor de seguridad F.S. = 2.0

$$ft = \frac{F}{A} = \frac{2 (619 \text{ kips})}{166.5 \text{ in}^2} = 7.44 \text{ ksi}$$

$$fbx = \frac{Mz}{Sz} = \frac{(2) 1142.9 \text{ kips-in}}{83.25 \text{ in}^3} = 27.46 \text{ ksi}$$

Esfuerzos permisibles

$$Ft = 0.6 Fy = 0.6 \times 36 = 21.6 \text{ ksi (Tensión)}$$

$$Fb = 0.6 Fy = 0.6 \times 36 = 21.6 \text{ ksi (Flexión)}$$

Revisión de la oreja por combinación de esfuerzos de tensión y flexión

$$\frac{ft}{0.6 Fy} + \frac{fbx}{0.6 Fy} \leq 1.0$$

$$\frac{7.44}{21.6} + \frac{27.46}{21.6} = 0.34 + 1.27 = 1.61 > 1.0$$

CONCLUSIÓN: Queda escasa la oreja y requiere reforzarse debido al momento generado por la excentricidad entre el centro de cargas original de ABKATUN-I y el nuevo centro de cargas.

III.2.F REVISIÓN POR CORTANTE EN LA PLACA PRINCIPAL (ALMA)

Cortante actuante

$$Fz = \text{sen } 63.68^\circ (619 \text{ kips}) = 554.8 \text{ kips}$$

$$\text{Área} = \text{altura (espesor)} = 55.5 \text{ in} \times 3 \text{ in} = 166.5 \text{ in}^2$$

Esfuerzo permisible a cortante

$$Fv = 0.4 Fy = 0.4 \times 36 = 14.4 \text{ ksi}$$

Esfuerzo actuante a cortante

Aplicando el factor de seguridad F.S. = 2.0

$$fv = \frac{2 Fz}{A} = \frac{(2) 554.8 \text{ kips}}{166.5 \text{ in}^2} = 6.66 \text{ ksi}$$

$$\text{Comparando los esfuerzos } fv = 6.66 \text{ Ksi} < Fv = 14.4 \text{ ksi}$$

Se concluye que las orejas de izaje son adecuadas por cortante y no requiere reforzamiento por este concepto.

III.2.G REFUERZO DE OREJAS DE IZAJE DE LA SUPERESTRUCTURA RECUPERADA

En las gráficas presentadas a continuación, se muestra el reforzamiento propuesto para dar capacidad a la placa principal para soportar los momentos generados por la excentricidad entre el centro de gravedad original y el nuevo.

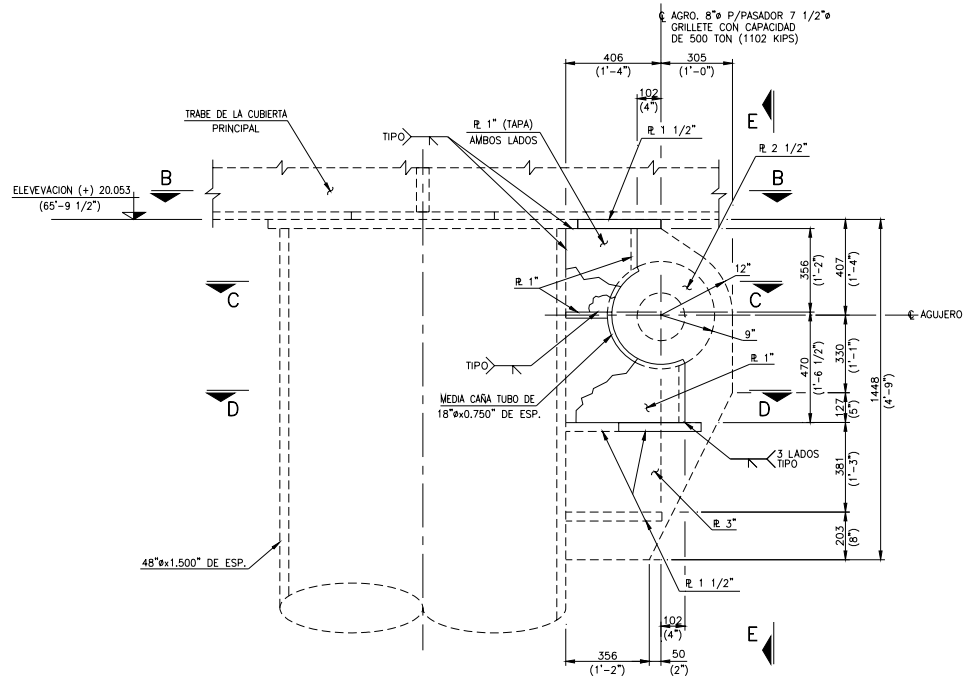


FIGURA 3.17 VISTA EN ELEVACIÓN DE LA OREJA REFORZADA

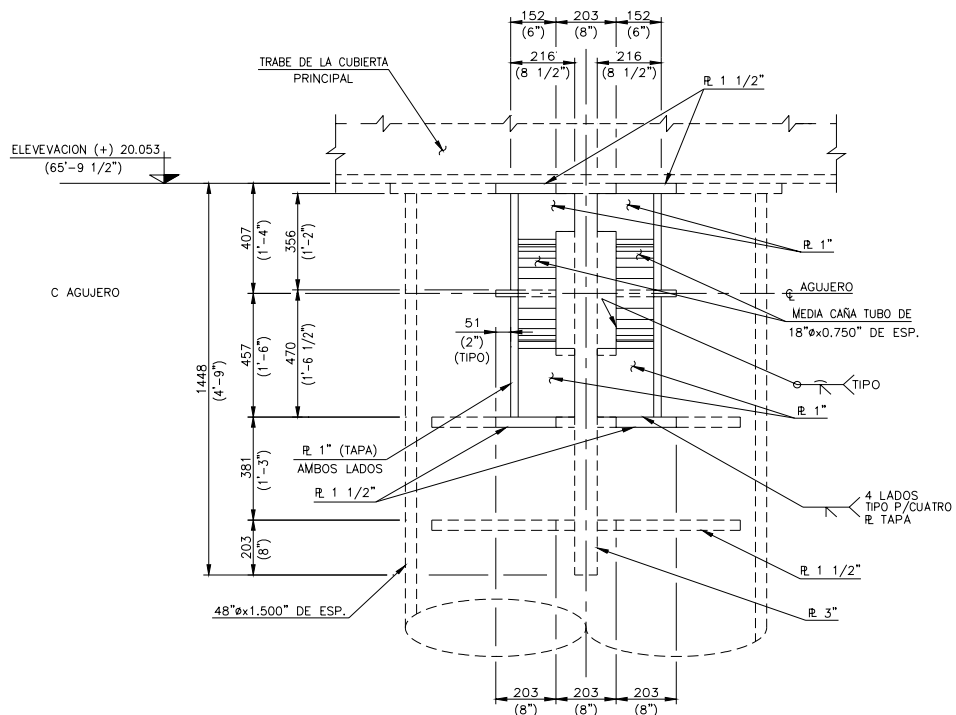
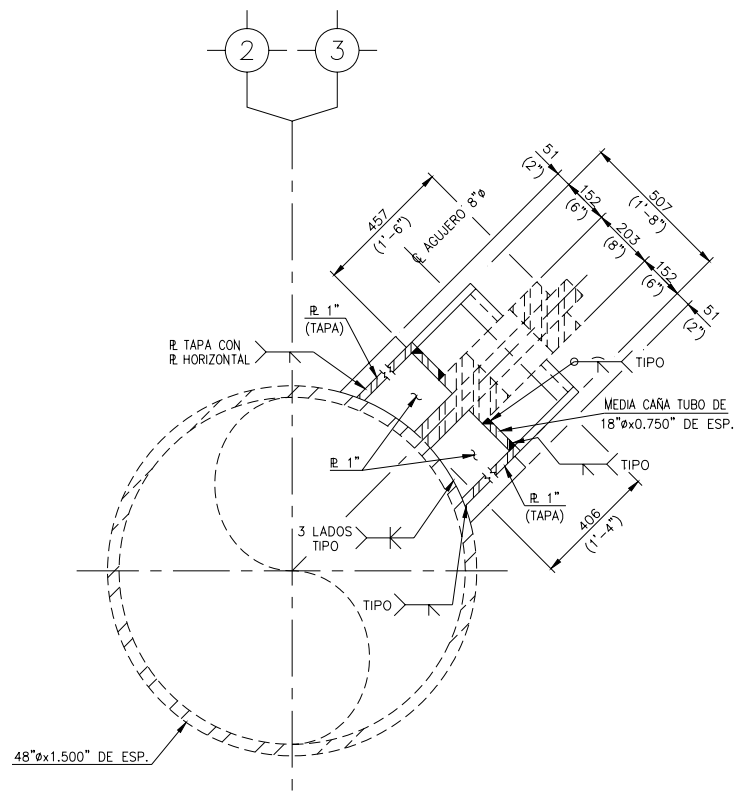
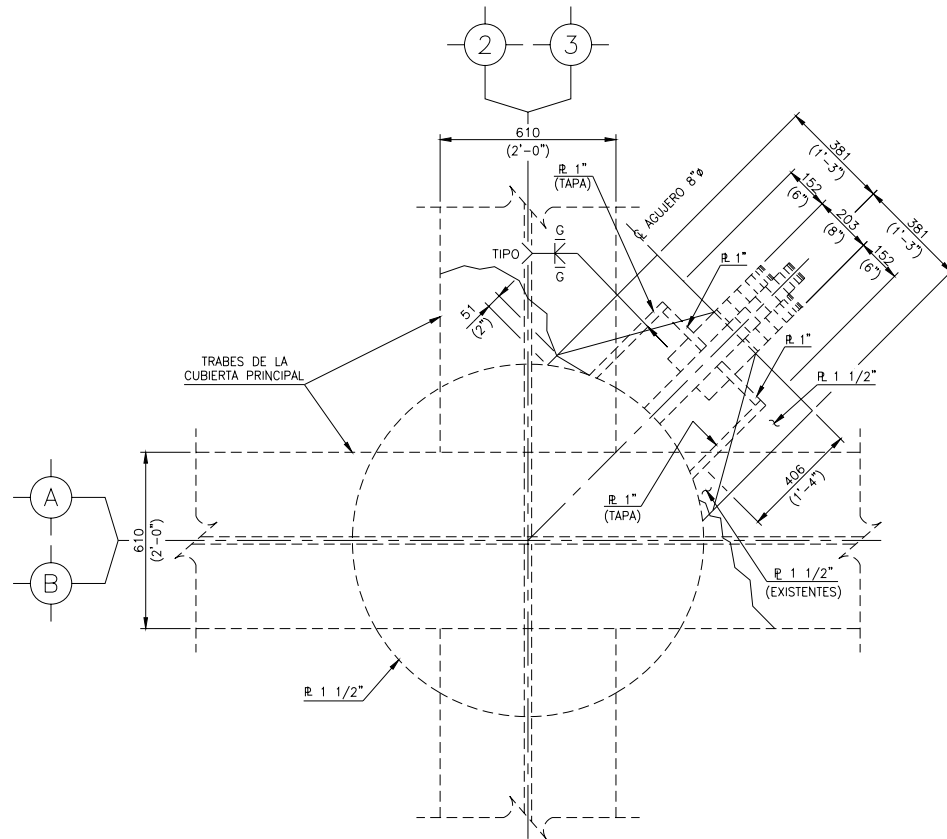


FIGURA 3.18 SECCIÓN E - E



III.2.H REVISIÓN POR CARGAS LATERALES DE LA OREJA DE IZAJE REFORZADA

Tensión en la oreja = 619 kips

Cargas laterales

$$5\% (\text{Tensión}) = 0.05 (619 \text{ kips}) = 30.95 \text{ kips}$$

$$e (\text{tensión}) = \text{sen } 3.75^\circ (619 \text{ kips}) = 40.48 \text{ kips}$$

$$\text{Suma} = 71.43 \text{ kips}$$

Cálculo de momento flexionante.

$$M = \text{Fuerza} (d) = 71.43 \text{ Kips} (16 \text{ in}) = 1142.9 \text{ kips-in}$$

$$\text{Esfuerzo permisible a flexión } F_b = 0.6 (36) = 21.6 \text{ ksi}$$

Propiedades de la oreja.

$$I = \frac{bh^3}{12} + Ad \qquad I = 7,842 \text{ in}^4$$

$$S = \frac{7,842 \text{ in}^4}{9.25 \text{ in}} = 847.8 \text{ in}^3$$

Cálculo del esfuerzo actuante a flexión con el factor de seguridad FS= 2.0

$$m_{total} = (2) 1142.9 \text{ kips-in} = 2285.8 \text{ kips-in}$$

$$fb = \frac{m_{total}}{S} = \frac{2,285.8 \text{ kips-in}}{847.8 \text{ in}^3} = 2.7 \text{ ksi}$$

comparando los esfuerzos a flexión

$$fb = 2.7 \text{ ksi} < F_b = 21.3 \text{ ksi}$$

Por lo tanto el refuerzo propuesto para la oreja de izaje de la superestructura recuperada, si cumple con los requerimientos de la flexión lateral, por lo que se procede a emitir los planos del reforzamiento para su aplicación en campo previo al izaje de recuperación de la superestructura de Abkatun-I.

III.3 ANALISIS DE TRANSPORTACION

Los objetivos principales de este Análisis de Transportación son:

- Analizar el comportamiento general de la barcaza durante la transportación con las condiciones de carga particulares impuestas desde un punto de vista de Arquitectura Naval y,
- Analizar el comportamiento estructural que presenta el sistema barcaza-superestructura durante la transportación hasta el sitio de desembarque a tierra.

En el presente análisis y por instrucciones de SIDOE, se ha considerado que la subestructura será transportada a los patios de Tuxpan, Ver., sobre una barcaza con dimensiones de 300 ft de eslora (largo) x 90 ft de manga (ancho). Las características generales de la barcaza modelo UR-91 están contempladas dentro de la librería de barcazas del módulo MOTION del programa SACS y corresponden a las dimensiones del equipo que realizará esa transportación y que en su momento será asignado por PEP.

Las condiciones meteorológicas y oceanográficas consideradas en el análisis son las especificadas en la sección 10.3 de la Norma de referencia NRF-003-PEMEX-2000 “Diseño y Evaluación de Plataformas Marinas Fijas en la Sonda de Campeche” y son las siguientes:

Altura de ola significativa, H_{sig}	5.38 m
Periodo pico espectral	11.86 seg
Velocidad del viento asociado con H_{sig} a 10m SNMM	14.36 m / seg
Velocidad superficial de corriente Asociada H_{sig}	26.00 cm / seg

Se considera importante definir los movimientos a los cuales estará sometido el sistema barcaza-superestructura durante la transportación. Pueden presentarse tres traslaciones, a saber: en la dirección del eje longitudinal del sistema (surge), en la dirección del eje transversal del sistema (sway) y en la dirección vertical (heave); pueden presentarse además tres rotaciones; rotación alrededor del eje longitudinal (roll), rotación alrededor del eje transversal (pitch) y rotación alrededor del eje vertical (yaw), como puede observarse gráficamente en la siguiente figura 3.21:

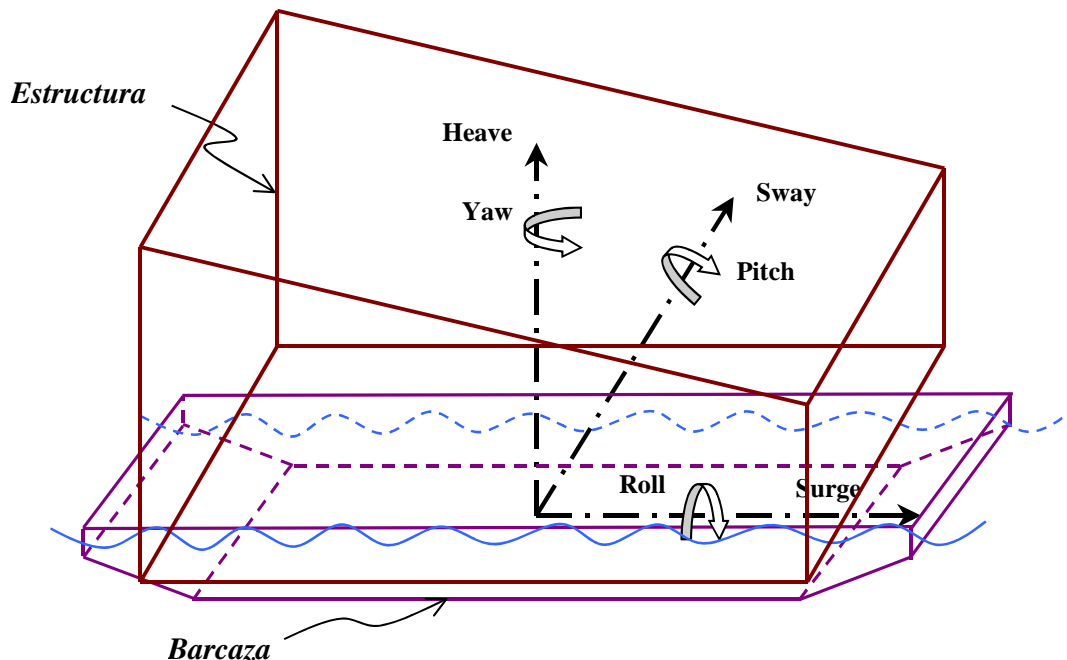


FIGURA 3.21 CONCEPTOS DE ROTACION DEL SISTEMA BARCAZA-ESTRUCTURA

III.3.A MODELO GEOMÉTRICO

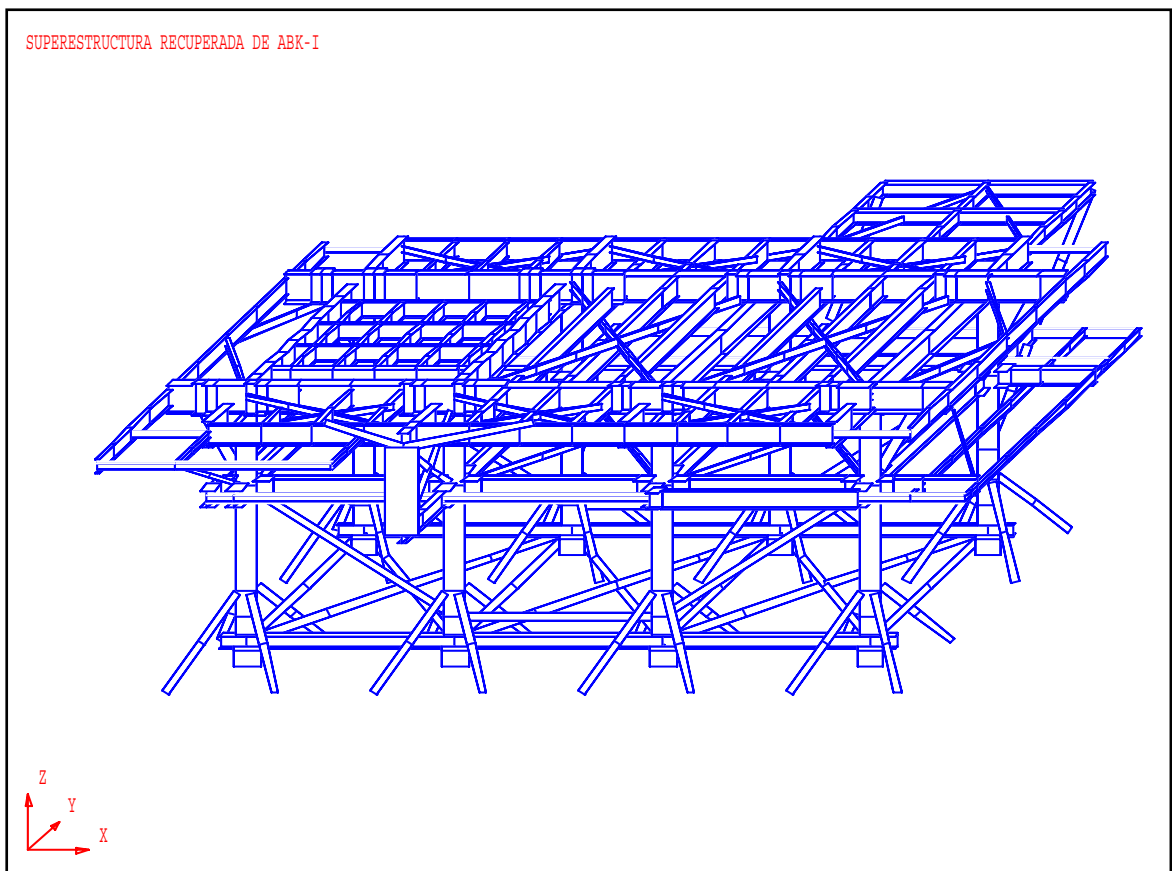


FIGURA 3.22 ISOMÉTRICO DEL MODELO DE LA SUPERESTRUCTURA CON LOS SEGUROS MARINOS PARA SU TRANSPORTACION SOBRE LA BARCAZA

A continuación se presentan los dibujos que muestran la posición de la superestructura sobre la barcaza, seguidos del archivo de entrada para el análisis de lastrado y del archivo de resultados del mismo.

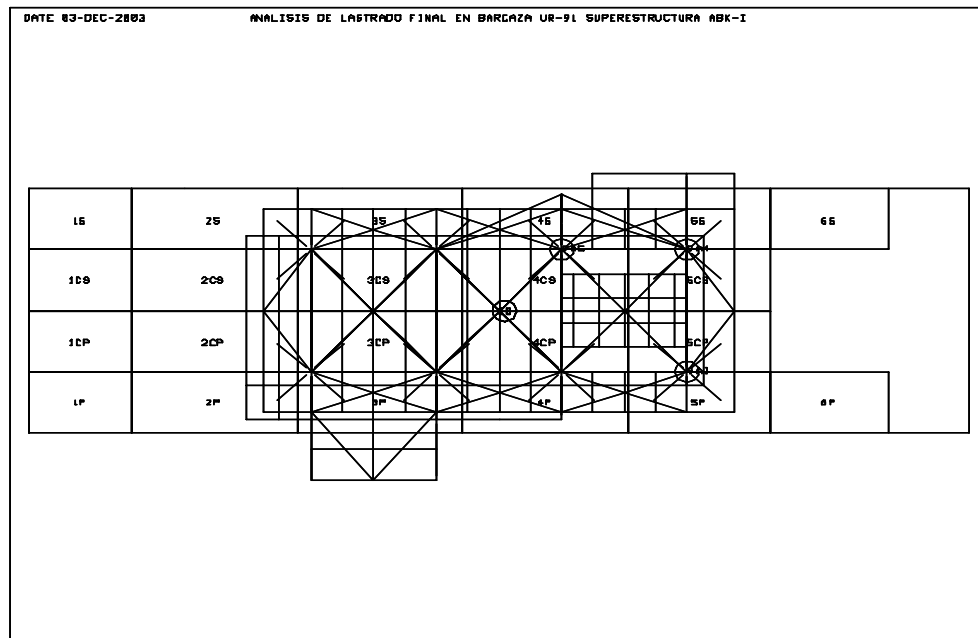


FIGURA 3.23 VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA BARCAZA-SUPERESTRUCTURA

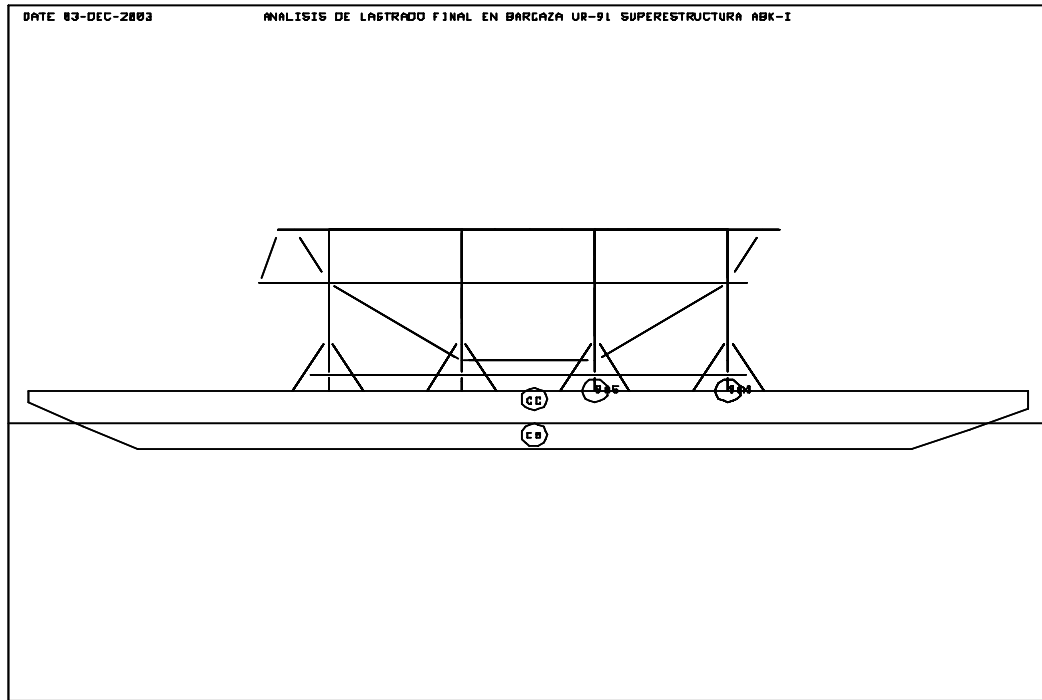


FIGURA 3.24 VISTA LATERAL DEL SISTEMA BARCAZA-SUPERESTRUCTURA

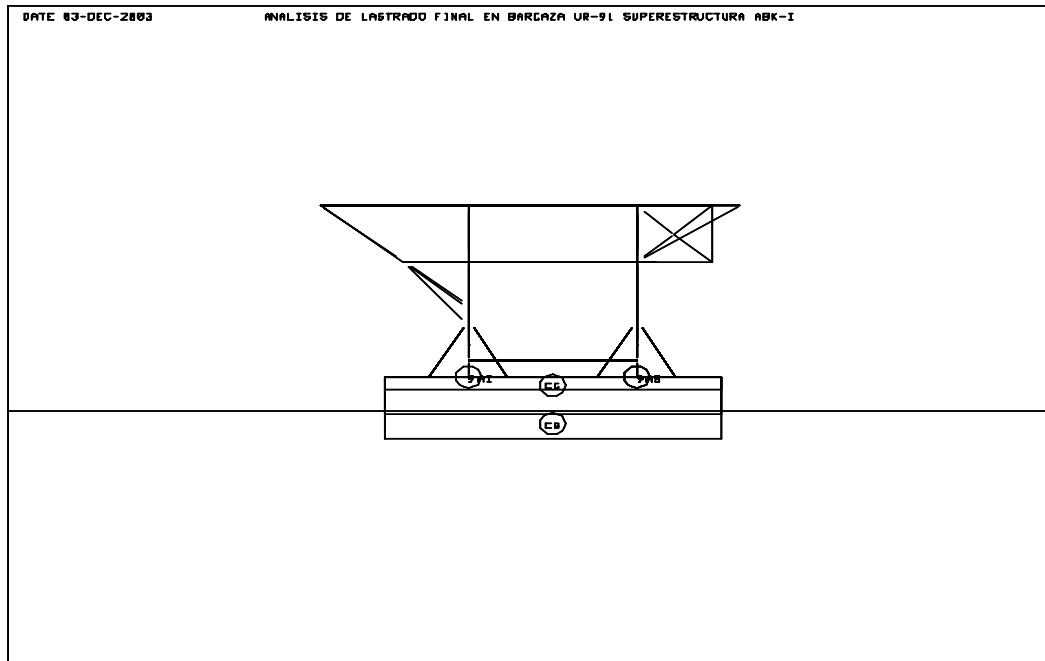


FIGURA 3.25 VISTA FRONTAL DEL SISTEMA BARCAZA-SUPERESTRUCTURA

III.3.B ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN LA TRANSPORTACIÓN

El siguiente paso en este estudio, es la realización del análisis estructural de la superestructura considerando que será transportada sobre una barcaza de 300 ft por 90 ft, hacia el patio de fabricación donde será adecuada para su instalación en la plataforma YAXCHE-A . Dichos análisis están basados en las aceleraciones obtenidas mediante el análisis de movimiento del sistema barcaza-estructura, es decir, las fuerzas debidas al movimiento del sistema (inerciales), provocado por el oleaje marino, se obtienen aplicando las aceleraciones obtenidas para el centro de gravedad de la superestructura. Para el cálculo de estas fuerzas se utiliza el módulo TOW del programa SACS, posteriormente se realiza un análisis estático en donde se combinan las cargas inerciales y gravitacionales (como se indica en la siguiente sección) para obtener el comportamiento global de la superestructura (su respuesta a esas aceleraciones).

Es necesario realizar un análisis estructural separadamente para cada dirección de incidencia de la ola sobre la barcaza; Las direcciones de incidencia de la ola consideradas en este estudio son denominadas para separarlas y distinguirlas, como 90°, 135° y 180°.

III.3.B.1 CARGAS CONSIDERADAS PARA EL ANÁLISIS

Las fuerzas que se aplicarán al modelo son las originadas por las cargas gravitacionales y las fuerzas de movimiento o aceleraciones. Para ello se consideran debidamente representativas, tres direcciones de incidencia de ola nombradas como 90°, 135° y 180°. En el siguiente diagrama se muestran esas direcciones analizadas de incidencia de ola.

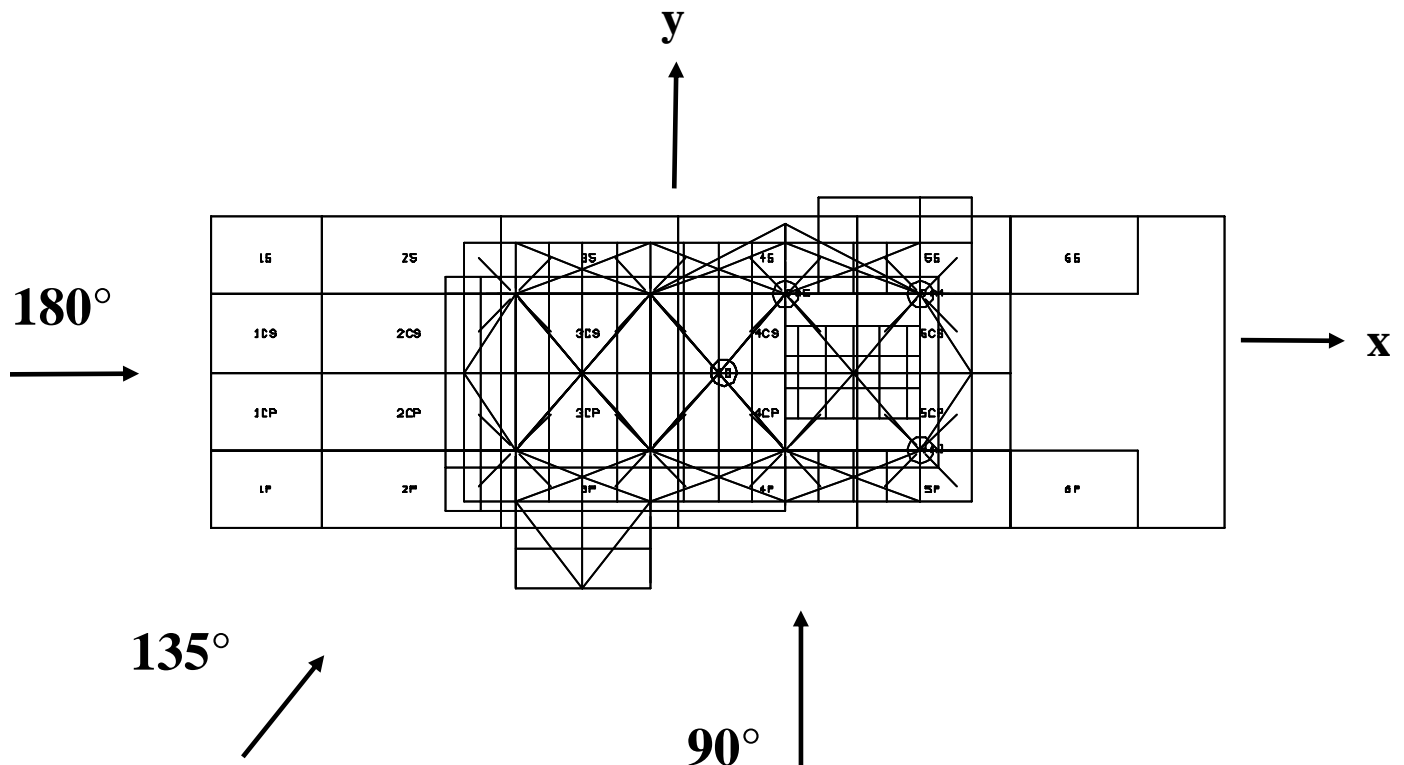


FIGURA 3.26 DIRECCIONES DE INCIDENCIA DE LA OLA DE ANALISIS

De acuerdo a los resultados de un análisis previo de movimiento del sistema barcaza-superestructura bajo las condiciones descritas anteriormente, se presenta a continuación la tabla 3.6 con las aceleraciones traslacionales y rotacionales resultantes para las tres direcciones de incidencia de la ola correspondiente al periodo de la ola mencionado anteriormente, tales aceleraciones están aplicadas en el centro de gravedad de la superestructura.

Es importante señalar que las aceleraciones traslacionales dadas a continuación han sido calculadas a partir de las fuerzas debidas al movimiento, debido a que estas ya incluyen la componente horizontal del peso causada por la inclinación de la barcaza, mientras que las aceleraciones rotacionales se toman directamente de las tablas de aceleraciones correspondientes.

TABLA 3.6 ACELERACIONES LATERALES Y ROTACIONALES DEL SISTEMA BARCAZA-ESTRUCTURA CONSIDERADAS PARA SU ANÁLISIS

Ola (°)	T _{PICO} (s)	Surge (G)	Sway (G)	Heave (G)	Roll (°/s ²)	Pitch (°/s ²)	Yaw (°/s ²)
90	11.86	0.0830	0.3670	0.0881	7.658	1.696	0.183
135	11.86	0.1085	0.4261	0.1136	8.385	2.383	0.183
180	11.86	0.0923	0	0.0842	0	1.621	0

Para cada ángulo de incidencia de la ola se generan los siguientes casos de cargas básicas:

1. Cargas inerciales, aceleración lineal en la dirección del eje longitudinal (surge), T-X.
2. Cargas inerciales, aceleración lineal en la dirección del eje transversal (sway), T-Y.
3. Cargas inerciales, aceleración lineal en la dirección del eje vertical (heave), T-Z.
4. Cargas inerciales, aceleración rotacional alrededor del eje longitudinal (roll), R-X.
5. Cargas inerciales, aceleración rotacional alrededor del eje transversal (pitch), R-Y.
6. Cargas inerciales, aceleración rotacional alrededor del eje vertical (yaw), R-Z.
7. Cargas gravitatorias, C-G.

En lo relativo a las cargas gravitatorias, se considera el peso propio y las cargas muertas debidas a los accesorios misceláneos.

Para cada ángulo de incidencia de la ola se consideran las combinaciones de cargas de acuerdo a la siguiente tabla de coeficientes de carga:

TABLA 3.7 COMBINACIONES DE CARGAS PARA EL ANALISIS INTEGRAL DEL SISTEMA BARCAZA-ESTRUCTURA

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	ACELERACIÓN LATERAL			ACELERACIÓN ROTACIONAL			CARGA GRAVITACIONAL
		X	Y	Z	X	Y	Z	
	Cargas básicas	T-X	T-Y	T-Z	R-X	R-Y	R-Z	C-G
XPZ1	surge+heave+pitch+G	+1.0		+1.0		+1.0		+1.0
XPZ2	surge-heave+pitch+G	+1.0		-1.0		+1.0		+1.0
XPZ3	-surge+heave+pitch+G	-1.0		+1.0		+1.0		+1.0
XPZ4	surge+heave-pitch+G	+1.0		+1.0		-1.0		+1.0
XPZ5	-surge-heave+pitch+G	-1.0		-1.0		+1.0		+1.0
XPZ6	surge-heave-pitch+G	+1.0		-1.0		-1.0		+1.0
XPZ7	-surge+heave-pitch+G	-1.0		+1.0		-1.0		+1.0
XPZ8	-surge-heave-pitch+G	-1.0		-1.0		-1.0		+1.0
YRZ1	sway+heave+roll+G		+1.0	+1.0	+1.0			+1.0
YRZ2	sway-heave+roll+G		+1.0	-1.0	+1.0			+1.0
YRZ3	-sway+heave+roll+G		-1.0	+1.0	+1.0			+1.0
YRZ4	sway+heave-roll+G		+1.0	+1.0	-1.0			+1.0
YRZ5	-sway-heave+roll+G		-1.00	-1.0	+1.0			+1.0
YRZ6	sway-heave-roll+G		+1.0	-1.0	-1.0			+1.0
YRZ7	-sway+heave-roll+G		-1.0	+1.0	-1.0			+1.0
YRZ8	-sway-heave-roll+G		-1.0	-1.0	-1.0			+1.0

III.3.B.2 ARCHIVOS DE ACELERACIONES Y ROTACIONES PARA CADA DIRECCIÓN DE INCIDENCIA DE LA OLA

El siguiente listado contiene los comandos correspondientes a la generación de fuerzas inerciales provocadas por el impacto de una ola en la dirección de 90 grados.

```

FUERZAS INERCIALES          (OLA 90°)
  Cálculo de Fuerzas Inerciales
TOWOPT EN      MP WPCG      146.96 -1.70 59.57XYZ
JTNUM      99M 99V 99N 99W 99X 99O 99P 99Y
LCFAC      1.0 1
ACCL      13.036
ACCL      0.011
ACCL      0.023
ACCL      0.000459
ACCL      0.28084
ACCL      0.458810
END
    
```

El siguiente listado contiene los comandos correspondientes a la generación de fuerzas inerciales provocadas por el impacto de una ola en la dirección de 135 grados.

```

FUERZAS INERCIALES          (OLA 135°)
  Cálculo de Fuerzas Inerciales
TOWOPT EN      MP WPCG      146.96 -1.70 59.57XYZ
JTNUM      99M 99V 99N 99W 99X 99O 99P 99Y
LCFAC      1.0 1
ACCL      3.131
ACCL      3.324
ACCL      2.389
ACCL      0.019640
ACCL      0.05951
ACCL      0.261850
END

```

El siguiente listado contiene los comandos correspondientes a la generación de fuerzas inerciales provocadas por el impacto de una ola en la dirección de 180 grados.

```

FUERZAS INERCIALES          (OLA 180°)
  Cálculo de Fuerzas Inerciales
TOWOPT EN      MP WPCG      146.96 -1.70 59.57XYZ
JTNUM      99M 99V 99N 99W 99X 99O 99P 99Y
LCFAC      1.0 1
ACCL      3.131
ACCL      3.324
ACCL      2.389
ACCL      0.019640
ACCL      0.05951
ACCL      0.261850
END

```

III.3.B.3 RESUMEN DE CARGAS BÁSICAS Y COMBINACIONES

Parte del reporte de cargas que arroja el análisis estructural se presenta a continuación para dar idea del arreglo de cargas en que se basa el análisis estructural del Sistema Barcaza-Superestructura

SACS Release 5.1 ***** EDI/SACS IV SEASTATE PROGRAM ***** SEA PAGE 17

"ANALISIS DE TRANSPORTACIÓN SUPERESTRUCTURA RECUP. DIRECCIÓN 90°

** SEASTATE BASIC LOAD CASE DESCRIPTIONS **

```

LOAD CASE    LOAD LABEL    ***** DESCRIPTION *****
1    C-G    PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA
2    3    USER GENERATED LOADS
3    4    USER GENERATED LOADS
4    5    USER GENERATED LOADS
5    6    USER GENERATED LOADS
6    7    USER GENERATED LOADS
7    R-X    CARGAS DE MOV. ROTACIÓN EN X
8    R-Y    CARGAS DE MOV. ROTACIÓN EN Y
9    R-Z    CARGAS DE MOV. ROTACIÓN EN Z
10   T-X    CARGAS DE MOV. TRASLACIÓN EN X
11   T-Y    CARGAS DE MOV. TRASLACIÓN EN Y
12   T-Z    CARGAS DE MOV. TRASLACIÓN EN Z

```

YAXCHE-A "ANALISIS DE TRANSPORTACIÓN SUPERESTRUCTURA RECUP. DIRECCIÓN 90°
 ***** SEASTATE BASIC LOAD CASE SUMMARY *****
 RELATIVE TO MUDLINE ELEVATION

LOAD CASE	FX (KIPS)	FY (KIPS)	FZ (KIPS)	MX (FT-KIPS)	MY (FT-KIPS)	MZ (FT-KIPS)	DEAD LOAD (KIPS)	BUOYANCY (KIPS)
1 C-G	0.000	0.000	-1434.515	-1149.010	217130.406	0.000	1420.249	0.000
2 3	0.000	0.000	-18.720	-23.802	2796.819	0.000	0.000	0.000
3 4	0.000	0.000	-8.840	0.000	1326.000	0.000	0.000	0.000
4 5	0.000	0.000	-9.840	-221.400	1446.480	0.000	0.000	0.000
5 6	0.000	0.000	-223.081	-1510.850	36946.078	0.000	0.000	0.000
6 7	0.000	0.000	-215.801	-371.878	32787.113	0.000	0.000	0.000
7 R-X	0.000	-20.245	-24.790	-6701.186	4624.066	-3118.944	0.000	0.000
8 R-Y	0.017	0.000	0.037	0.765	-22.359	0.027	0.000	0.000
9 R-Z	0.044	-0.077	0.000	9.431	5.469	-55.603	0.000	0.000
10 T-X	-0.651	0.000	0.000	0.000	-80.236	0.500	0.000	0.000
11 T-Y	0.000	-398.858	0.000	49124.840	0.000	-60358.684	0.000	0.000
12 T-Z	0.000	0.000	-651.624	-500.84	98609.242	0.000	0.000	0.000
13 XPZ1	-0.635	0.000	-2086.101	-1649.088	315637.063	0.528	0.000	0.000
14 XPZ2	-0.635	0.000	-782.854	-647.402	118418.563	0.528	0.000	0.000
15 XPZ3	0.668	0.000	-2086.101	-1649.088	315797.531	-0.473	0.000	0.000
16 XPZ4	-0.668	0.000	-2086.175	-1650.618	315681.750	0.473	0.000	0.000
17 XPZ5	0.668	0.000	-782.854	-647.402	118579.039	-0.473	0.000	0.000
18 XPZ6	-0.668	0.000	-782.928	-648.932	118463.281	0.473	0.000	0.000
19 XPZ7	0.635	0.000	-2086.175	-1650.618	315842.250	-0.528	0.000	0.000
20 XPZ8	0.635	0.000	-782.928	-648.932	118623.750	-0.528	0.000	0.000
21 YRZ1	0.000	-419.103	-2110.929	40773.797	320363.719	-63477.625	0.000	0.000
22 YRZ2	0.000	-419.103	-807.681	41775.484	123145.227	-63477.625	0.000	0.000
23 YRZ3	0.000	378.613	-2110.929	-57475.879	320363.719	57239.738	0.000	0.000
24 YRZ4	0.000	-378.613	-2061.348	54176.168	311115.563	-57239.738	0.000	0.000
25 YRZ5	0.000	378.613	-807.681	-56474.191	123145.227	57239.738	0.000	0.000
26 YRZ6	0.000	-378.613	-758.100	55177.855	113897.094	-57239.738	0.000	0.000
27 YRZ7	0.000	419.103	-2061.348	-44073.508	311115.563	63477.625	0.000	0.000
28 YRZ8	0.000	419.103	-758.100	-43071.820	113897.094	63477.625	0.000	0.000

III.3.C RESULTADOS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DE TRANSPORTACIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el análisis estático de la superestructura, las relaciones de interacción en elementos resultan todas ellas menor a 0.85 como se indica a continuación:

III.3.C.1 RELACIONES DE INTERACCIÓN EN ELEMENTOS (UNITY CHECK)

Dirección 90°

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.80 AND LESS THAN 1.00

MEMBER	GROUP	MAXIMUM COMBINED	LOAD COND	DIST FROM	AXIAL STRESS	BENDING STRESS	SHEAR FORCE	SECOND-HIGHEST
ID	UNITY	CK	NO.	END	KSI	Y Z KSI	FY FZ KIPS	KLY/RY KLZ/RZ
924-	58	W14	0.967	YRZ4	0.0	-1.02 -0.76 -1.98	0.09 0.40	69.0 367.7 0.866

GROUP III - UNITY CHECKS GREATER THAN 1.00

HIGHEST MEMBER	GROUP	MAXIMUM COMBINED	LOAD COND	DIST FROM	AXIAL STRESS	BENDING STRESS	SHEAR FORCE	SECOND-HIGHEST
ID	UNITY	CK	NO.	END	KSI	Y Z KSI	FY FZ KIPS	KLY/RY KLZ/RZ
58-	925	W14	0.990	YRZ4	31.8	-1.06 -0.74 -1.97	-0.09 -0.40	69.0 367.7 0.890

SACS IV - * * * M E M B E R G R O U P S U M M A R Y * * *
API RP2A 20TH/AISC 9TH

GRUP ID	MAX. CRITICAL MEMBER	DIST LOAD COND	UNITY CHECK	FROM END FT	*APPLIED STRESSES*			** ALLOWABLE STRESSES **				CRIT COND	EFFECTIVE LENGTHS KLY-KLZ	CM *VALUES* Y-Z	
					AXIAL KSI	BEND-Y KSI	BEND-Z KSI	AXIAL KSI	EULER KSI	BEND-Y KSI	BEND-Z KSI				
COE	9AN-	622	YRZ3	0.08	0.0	-0.95	2.58	-0.03	39.64	*****	49.99	49.99	C<.15	5.3	0.85
COL	9AO-	23	YRZ3	0.10	0.0	-0.98	2.44	-0.03	28.53	8598.10	35.99	35.99	C<.15	6.5	0.85
COP	99T-	615	YRZ3	0.07	3.9	-0.97	1.23	0.06	28.64	*****	35.99	35.99	C<.15	3.9	0.85
D18	620-	724	YRZ3	0.06	0.0	-0.25	-1.56	0.55	25.84	141.08	35.99	35.99	C<.15	19.4	0.85
D20	725-	56	YRZ1	0.08	0.0	-0.97	-1.46	0.57	25.78	136.97	35.99	35.99	C<.15	21.9	0.85
DGR	930-	905	YRZ4	0.09	44.8	0.26	-3.00	-0.58	28.79	32.08	35.99	35.99	TN+BN	40.4	0.85
DI6	928-	742	YRZ4	0.13	14.4	0.81	-0.34	-3.57	28.79	41.41	35.99	35.99	TN+BN	13.0	0.85
DS8	701-	998	YRZ7	0.14	0.0	-1.12	-2.32	0.06	15.71	16.70	35.99	35.99	C<.15	26.7	0.85
O18	99T-	9A2	YRZ3	0.13	0.0	-0.12	-4.41	-0.08	23.49	59.26	35.33	35.33	C<.15	30.1	0.85
PED	730-	930	YRZ7	0.02	0.0	-0.14	0.31	0.00	24.86	3733.90	30.35	30.35	C<.15	16.2	0.85
PUS	701-	5	YRZ4	0.03	0.0	-0.66	-0.15	0.11	27.65	639.37	35.99	35.99	C<.15	12.2	0.85
SEG	9AK-	9AX	YRZ3	0.09	6.7	-2.11	0.44	0.12	25.68	130.66	35.99	35.99	C<.15	20.1	0.85
T-M	99S-	99T	YRZ1	0.11	0.0	-0.02	-0.94	-1.95	9.06	9.06	18.71	35.99	C<.15	40.0	0.85
TEM	615-	717	YRZ3	0.08	0.0	-0.39	-2.18	0.51	20.81	32.99	35.99	35.99	C<.15	40.1	0.85
TIA	707-	717	YRZ3	0.16	38.0	-0.10	-4.34	0.10	15.04	16.81	28.79	35.99	C<.15	41.0	0.85
TIB	717-	741	YRZ1	0.09	2.5	-0.02	-1.51	-1.36	24.70	503.14	28.79	35.99	C<.15	8.0	0.85
TIC	730-	732	YRZ7	0.06	15.2	-0.33	-1.22	-0.03	23.07	120.40	28.79	35.99	C<.15	15.2	0.85
TS1	901-	970	YRZ4	0.13	0.0	-0.05	-3.28	0.33	23.22	536.81	28.79	35.99	C<.15	9.0	0.85
TSA	956-	957	YRZ4	0.05	0.0	-0.05	0.73	0.83	23.09	434.82	28.79	35.99	C<.15	10.0	0.85
TSB	960-	907	YRZ4	0.07	10.0	0.01	-1.02	-1.20	28.79	405.84	28.79	35.99	BEND	10.0	0.85
TSC	957-	905	YRZ4	0.09	10.0	-0.05	-1.28	-1.67	23.09	435.13	28.79	35.99	C<.15	10.0	0.85
TSD	913-	964	YRZ3	0.08	0.0	-0.02	-0.91	1.72	22.06	356.90	28.79	35.99	C<.15	10.0	0.85
TSE	954-	903	YRZ4	0.06	10.0	0.01	-0.73	-1.36	28.79	415.72	28.79	35.99	BEND	10.0	0.85
TSF	919-	5	YRZ4	0.03	5.0	0.00	-0.32	-0.04	28.79	1661.65	28.79	35.99	SHEAR	5.0	0.85
V11	732-	721	YRZ7	0.33	40.0	-0.05	-2.06	2.30	2.36	2.36	8.34	35.99	C<.15	40.0	0.85
V15	734-	735	YRZ1	0.25	0.0	-0.01	-1.55	-2.18	2.91	2.91	8.27	35.99	C<.15	40.0	0.85
V2	56-	58	YRZ1	0.09	19.5	-0.01	2.33	0.36	22.55	57.24	28.79	35.99	C<.15	19.5	0.85
V3	998-	999	YRZ7	0.16	0.0	0.00	-3.40	0.64	5.51	5.51	24.12	35.99	C<.15	30.0	0.85
VS1	960-	969	YRZ3	0.09	40.0	-0.02	-1.60	-0.29	7.42	7.42	20.86	35.99	C<.15	45.0	0.85
VS2	949-	957	YRZ4	0.09	15.0	0.02	-1.29	1.43	28.79	71.46	28.79	35.99	TN+BN	15.0	0.85
VSP	932-	951	YRZ3	0.09	0.0	-0.04	-1.38	1.58	19.20	148.75	28.79	35.99	C<.15	10.0	0.85
W14	58-	925	YRZ4	0.99	31.8	-1.06	-0.74	-1.97	1.47	1.47	5.58	35.99	C>.15A	31.8	0.85
W18	917-	7	YRZ3	0.18	0.0	-0.29	-2.26	0.79	5.16	5.16	22.12	35.99	C<.15	27.0	0.85
W36	987-	988	YRZ3	0.11	8.0	0.00	1.63	-1.79	28.79	135.57	28.79	35.99	BEND	8.0	0.85
XGR	1-	703	YRZ7	0.09	10.1	-1.66	-0.92	-0.04	27.24	389.28	35.99	35.99	C<.15	9.1	0.85
ZAP	99X-	99T	YRZ3	0.04	0.9	-0.93	0.25	0.01	28.77	*****	35.99	35.99	C<.15	0.9	0.85

Dirección 135°

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.80 AND LESS THAN 1.00

** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **

GROUP III - UNITY CHECKS GREATER THAN 1.00

** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **

SACS IV - * * * M E M B E R G R O U P S U M M A R Y * * *
API RP2A 20TH/AISC 9TH

GRUP ID	MAX. CRITICAL MEMBER	DIST LOAD COND	UNITY CHECK	FROM END FT	*APPLIED STRESSES*			** ALLOWABLE STRESSES **				CRIT COND	EFFECTIVE LENGTHS KLY-KLZ	CM *VALUES* Y-Z	
					AXIAL KSI	BEND-Y KSI	BEND-Z KSI	AXIAL KSI	EULER KSI	BEND-Y KSI	BEND-Z KSI				
COE	9AN-	622	YRZ3	0.03	0.0	-0.68	0.81	-0.03	39.64	*****	49.99	49.99	C<.15	5.3	0.85
COL	9AO-	23	YRZ3	0.04	0.0	-0.70	0.69	-0.03	28.53	8598.10	35.99	35.99	C<.15	6.5	0.85
COP	99T-	615	YRZ3	0.04	3.9	-0.70	0.42	0.05	28.64	*****	35.99	35.99	C<.15	3.9	0.85
D18	620-	724	YRZ3	0.03	0.0	-0.21	-0.65	0.44	25.84	141.08	35.99	35.99	C<.15	19.4	0.85

D20	622-	726	XPZ4	0.06	0.0	-1.00	-0.64	0.17	26.76	251.76	35.99	35.99	C<.15	16.2	0.85
DGR	930-	905	YRZ4	0.07	44.8	0.14	-2.29	-0.16	28.79	32.08	35.99	35.99	TN+BN	40.4	0.85
DI6	928-	742	YRZ4	0.08	14.4	0.63	-0.29	-2.18	28.79	41.41	35.99	35.99	TN+BN	13.0	0.85
DS8	701-	998	XPZ1	0.10	0.0	-0.79	-1.89	-0.06	15.71	16.70	35.99	35.99	C<.15	26.7	0.85
O18	99U-	9A3	XPZ7	0.11	0.0	-0.08	-3.83	-0.07	23.49	59.26	35.33	35.33	C<.15	30.1	0.85
PED	730-	930	YRZ7	0.01	0.0	-0.09	0.20	0.00	24.863733.90		30.35	30.35	C<.15	16.2	0.85
PUS	701-	5	XPZ3	0.02	0.0	-0.54	-0.15	0.07	27.65	639.37	35.99	35.99	C<.15	12.2	0.85
SEG	9AK-	9AX	YRZ3	0.04	13.4	-0.88	0.27	0.00	25.68	130.66	35.99	35.99	C<.15	20.1	0.85
T-M	99S-	99T	YRZ1	0.06	0.0	-0.02	-0.75	-0.47	9.06	9.06	18.72	35.99	C<.15	40.0	0.85
TEM	701-	603	XPZ7	0.07	43.1	-0.58	-1.58	-0.01	21.16	35.16	35.99	35.99	C<.15	38.8	0.85
TIA	707-	717	YRZ3	0.06	38.0	-0.06	-1.67	0.06	15.04	16.81	28.79	35.99	C<.15	41.0	0.85
TIB	732-	703	YRZ7	0.05	3.0	-0.21	-1.24	-0.06	25.67*****		28.79	35.99	C<.15	3.0	0.85
TIC	730-	732	YRZ7	0.04	15.2	-0.21	-0.76	-0.05	23.07	120.40	28.79	35.99	C<.15	15.2	0.85

Dirección 180°

SACS Release 5.1 "ANALISIS DE TRANSPORTACIÓN SUPERESTRUCTURA RECUP. DIRECCIÓN 180° PST PAGE 331

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.80 AND LESS THAN 1.00

** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **

GROUP III - UNITY CHECKS GREATER THAN 1.00

** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **

SACS Release 5.1 "ANALISIS DE TRANSPORTACIÓN SUPERESTRUCTURA RECUP. DIRECCIÓN 180° PST PAGE 333

SACS IV - * * * M E M B E R G R O U P S U M M A R Y * * *

API RP2A 20TH/AISC 9TH

GRUP VALUES	CRITICAL ID	LOAD MEMBER	COND	MAX.	DIST	*APPLIED STRESSES*			*** ALLOWABLE STRESSES ***				CRIT	EFFECTIVE CM LENGTHS		
				UNITY CHECK	FROM END FT	AXIAL KSI	BEND-Y KSI	BEND-Z KSI	AXIAL KSI	EULER KSI	BEND-Y KSI	BEND-Z KSI		COND	KLY-KLZ FT	Y-Z
COE	9AN-	622	XPZ7	0.03	5.9	-0.65	0.49	0.12	39.64*****	49.99	49.99	C<.15	5.3	0.85		
COL	9AO-	23	XPZ4	0.03	7.2	-0.60	0.41	-0.03	28.538598.10	35.99	35.99	C<.15	6.5	0.85		
COP	99U-	617	XPZ7	0.03	3.9	-0.65	0.25	0.11	28.64*****	35.99	35.99	C<.15	3.9	0.85		
D18	620-	724	XPZ1	0.03	0.0	-0.20	-0.40	0.51	25.84	141.08	35.99	35.99	C<.15	19.4	0.85	
D20	622-	726	XPZ4	0.05	0.0	-0.95	-0.61	0.22	26.76	251.76	35.99	35.99	C<.15	16.2	0.85	
DGR	930-	901	XPZ1	0.06	44.8	0.09	-2.18	0.06	28.79	32.08	35.99	35.99	TN+BN	40.4	0.85	
DI6	928-	742	XPZ7	0.08	14.4	0.63	-0.27	-1.99	28.79	41.41	35.99	35.99	TN+BN	13.0	0.85	
DS8	701-	998	XPZ1	0.10	0.0	-0.75	-1.79	-0.13	15.71	16.70	35.99	35.99	C<.15	26.7	0.85	
O18	99U-	9A3	XPZ7	0.11	0.0	-0.09	-3.62	-0.04	23.49	59.26	35.33	35.33	C<.15	30.1	0.85	
PED	730-	930	XPZ3	0.01	0.0	-0.07	0.17	0.00	24.863733.90		30.35	30.35	C<.15	16.2	0.85	
PUS	701-	5	XPZ3	0.02	0.0	-0.53	-0.13	0.06	27.65	639.37	35.99	35.99	C<.15	12.2	0.85	
SEG	9AK-	9AX	XPZ7	0.03	13.4	-0.71	0.23	-0.01	25.68	130.66	35.99	35.99	C<.15	20.1	0.85	
T-M	99E-	99F	XPZ7	0.05	40.0	-0.06	-0.75	0.03	9.06	9.06	19.49	35.99	C<.15	40.0	0.85	
TEM	701-	603	XPZ7	0.07	43.1	-0.69	-1.50	-0.01	21.16	35.16	35.99	35.99	C<.15	38.8	0.85	
TIA	707-	717	XPZ4	0.04	38.0	-0.05	-0.99	0.15	15.04	16.81	28.79	35.99	C<.15	41.0	0.85	
TIB	732-	703	XPZ3	0.05	3.0	-0.17	-1.07	-0.20	25.67*****		28.79	35.99	C<.15	3.0	0.85	
TIC	730-	732	XPZ3	0.04	15.2	-0.17	-0.64	-0.23	23.07	120.40	28.79	35.99	C<.15	15.2	0.85	
TS1	901-	970	XPZ1	0.05	0.0	-0.01	-1.10	0.28	23.22	536.81	28.79	35.99	C<.15	9.0	0.85	
TSA	4-	928	XPZ7	0.02	0.0	0.01	-0.30	0.02	28.791739.26		28.79	35.99	SHEAR	5.0	0.85	
TSB	960-	907	XPZ7	0.03	10.0	0.02	-0.94	0.01	28.79	405.84	28.79	35.99	BEND	10.0	0.85	
TSC	915-	967	XPZ4	0.04	0.0	0.01	-0.88	0.01	28.79	421.57	28.79	35.99	SHEAR	10.0	0.85	
TSD	913-	964	XPZ1	0.03	0.0	-0.01	-0.67	0.14	22.06	356.90	28.79	35.99	C<.15	10.0	0.85	
TSE	911-	961	XPZ1	0.02	0.0	0.02	-0.52	0.07	28.79	403.32	28.79	35.99	SHEAR	10.0	0.85	
TSF	919-	5	XPZ3	0.02	5.0	0.00	-0.25	-0.01	22.641661.65		28.79	35.99	SHEAR	5.0	0.85	
V11	732-	721	XPZ7	0.21	40.0	-0.04	-1.58	0.01	2.36	2.36	8.26	35.99	C<.15	40.0	0.85	
V15	734-	735	XPZ1	0.14	0.0	0.00	-1.22	-0.01	2.91	2.91	8.84	35.99	C<.15	40.0	0.85	
V2	56-	58	XPZ7	0.06	19.5	-0.01	1.47	0.25	22.55	57.24	28.79	35.99	C<.15	19.5	0.85	
V3	999-	933	XPZ1	0.10	12.8	0.00	-2.61	0.45	28.79	30.27	28.79	35.99	TN+BN	12.8	0.85	
VS1	960-	969	XPZ7	0.05	45.0	0.01	-0.72	-0.21	28.79	5.60	18.22	35.99	BEND	45.0	0.85	
VS2	969-	945	XPZ7	0.03	0.0	0.00	-0.72	-0.07	28.79	53.91	28.79	35.99	BEND	15.0	0.85	
VSP	935-	934	XPZ1	0.03	10.0	0.02	0.91	0.03	28.79	148.75	28.79	35.99	BEND	10.0	0.85	
W14	58-	925	XPZ7	0.31	31.8	-0.15	-1.21	0.41	1.47	1.47	6.35	35.99	C<.15	31.8	0.85	
W18	17-	905	XPZ7	0.11	15.1	-0.30	-2.46	0.20	15.39	16.64	28.79	35.99	C<.15	15.1	0.85	
W36	918-	919	XPZ1	0.06	15.0	0.00	-1.71	-0.10	20.10	38.56	28.79	35.99	C<.15	15.0	0.85	
ZAP	99N-	99D	XPZ3	0.02	0.9	-0.61	0.07	-0.03	28.77*****		35.99	35.99	C<.15	0.9	0.85	

III.3.C.2 RELACIONES DE INTERACCIÓN EN JUNTAS (PUNCHING SHEAR)

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el análisis de punzonamiento o penetración (Joint Can) en las juntas. Las relaciones de interacción resultan todas ellas menor a 1.00 como se muestra en el listado a continuación:

SACS Release 5.1 "ANALISIS DE TRANSPORTACIÓN SUPERESTRUCTURA RECUP. DIRECCIÓN 90° JCN PAGE 1

```

*** JOINT CAN INPUT ECHO ***
      1          2          3          4          5          6          7          8
LINE 1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
      1      JCNOPT API                      N                      MX
      2      END
  
```

SACS Release 5.1 "ANALISIS DE TRANSPORTACIÓN SUPERESTRUCTURA RECUP. DIRECCIÓN 90° JCN PAGE 2

```

* * J O I N T   C A N   O P T I O N S * *
*** JOINT CHECK PROGRAM OPTIONS ***
(BASED ON 1993 API CODE)
OUTPUT FOR MAXIMUM UNITY CHECK ONLY (JOINT ORDER)
MINIMUM GAP ALLOWED = -100.00 INCHES
MAXIMUM GAP ALLOWED = 1000.00 INCHES
NO REDESIGN SELECTED
API RP2A 20TH EDITION
FORMULAS 4.3.1-3A AND 4.3.1-3B USED FOR PUNCHING SHEAR UNITY CHECKS
SPECIAL UNITY CHECKS -
100 - SUM OF BENDING UNITY CHECKS IS GREATER THAN 1
200 - EXCESSIVE CHORD STRESS RESULTED IN A NEGATIVE ALLOWABLE
  
```

```

***** COORDINATE SYSTEM *****

THE LOCAL COORDINATE FOR BRACES IS DEFINED BY
LOCAL X - ALONG AXIS OF MEMBER
          POSITIVE FROM JOINT ONE TO JOINT TWO
LOCAL Y - IN PLANE OF BRACE AND CHORD
          POSITIVE FROM CHORD TO BRACE
LOCAL Z - DETERMINED BY RIGHT HAND RULE
  
```

SACS Release 5.1 "ANALISIS DE TRANSPORTACIÓN SUPERESTRUCTURA RECUP. DIRECCIÓN 90° JCN PAGE 9

```

* * J O I N T   C A N   S U M M A R Y * *
(UNITY CHECK ORDER)
***** ORIGINAL ***** DESIGN *****
  
```

JOINT	DIAMETER (IN)	THICKNESS (IN)	YLD STRS (KSI)	UC	DIAMETER (IN)	THICKNESS (IN)	YLD STRS (KSI)	UC
930	76.000	0.625	36.000	0.299	76.000	0.625	36.000	0.299
1	14.000	0.375	36.000	0.250	14.000	0.375	36.000	0.250
730	76.000	0.625	36.000	0.189	76.000	0.625	36.000	0.189
9A3	18.000	0.375	36.000	0.132	18.000	0.375	36.000	0.132
9A1	18.000	0.375	36.000	0.126	18.000	0.375	36.000	0.126
9A2	18.000	0.375	36.000	0.122	18.000	0.375	36.000	0.122
905	48.000	2.250	36.000	0.034	48.000	2.250	36.000	0.034
99D	60.000	2.000	36.000	0.030	60.000	2.000	36.000	0.030
99T	60.000	2.000	36.000	0.030	60.000	2.000	36.000	0.030
99E	60.000	2.000	36.000	0.030	60.000	2.000	36.000	0.030
99F	60.000	2.000	36.000	0.029	60.000	2.000	36.000	0.029
99U	60.000	2.000	36.000	0.029	60.000	2.000	36.000	0.029
99Q	60.000	2.000	36.000	0.029	60.000	2.000	36.000	0.029
99A	60.000	2.000	36.000	0.029	60.000	2.000	36.000	0.029
99S	60.000	2.000	36.000	0.028	60.000	2.000	36.000	0.028
23	48.000	2.250	36.000	0.027	48.000	2.250	36.000	0.027
901	48.000	2.250	50.000	0.024	48.000	2.250	50.000	0.024
603	48.000	2.250	36.000	0.020	48.000	2.250	36.000	0.020
615	48.000	2.250	36.000	0.020	48.000	2.250	36.000	0.020
703	48.000	2.250	36.000	0.020	48.000	2.250	36.000	0.020

Listados con resultados similares se obtuvieron para los análisis de punzonamiento en las direcciones de oleaje de 135 y 180 grados, por lo que no es necesario hacer ningún tipo de reforzamiento en la estructura por recuperar por este concepto.

III.3.D COMENTARIOS DE LA TRANSPORTACIÓN

En primer lugar es importante mencionar que el ángulo de incidencia de la ola más crítico es 90° , es decir, cuando la ola arremete en forma transversal a la barcaza; las direcciones restantes no representan gran riesgo para la integridad del sistema en estudio.

En cuanto a la barcaza, los análisis demuestran que es capaz de transportar con seguridad la superestructura de la plataforma de perforación Abkatun-I bajo condiciones intactas y con daños en la barcaza de transportación, siempre y cuando, las condiciones oceanográficas y meteorológicas no excedan las consideradas en el presente análisis.

De acuerdo con los resultados de los análisis estructurales se determina que la condición de incidencia de ola en dirección 90° es la más crítica, y respecto a la estructura, los principales resultados desde el punto de vista de análisis estructural son los siguientes:

El elemento estructural más esforzado es el WI4 (58-925) el cual tiene una relación de esfuerzos máxima de 1.00, presentándose en la combinación de cargas YRZ4, y las juntas tubulares más esforzadas es la 930 con una relación de esfuerzos máxima de 0.299.

En conclusión, para las condiciones meteorológicas y oceanográficas consideradas por la norma de referencia NRF-003-PEMEX-2000, la estructura presenta un comportamiento aceptable, es decir, no se presentarán elementos con sobre-esfuerzos, durante la transportación ya que los esfuerzos en los elementos y en las juntas se mantienen en niveles permisibles de acuerdo con el API RP-2A. Por otro lado, como ya se observó, el sistema barcaza-estructura es estable dentro de un rango de 40° transversalmente (respecto a la horizontal).

No obstante lo anterior, debe observarse que las condiciones oceanográficas no sobrepasen lo estipulado en este documento, especialmente en lo concerniente a la altura de la ola, la cual se recomienda que no sea mayor de 3.048 m (10 ft). Por lo tanto, si la altura de ola presente durante la transportación alcanza el valor mencionado, se recomienda proceder a resguardar la estructura en una zona protegida.

En el Anexo A, se pueden observar detalles constructivos del marco de arrastre de la superestructura correspondientes al plano G-061 "CARGA Y AMARRE DE LA SUPERESTRUCTURA RECUPERADA" el detalle de los seguros marinos.