



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Análisis sísmico a nivel resistencia y ductilidad de la plataforma de perforación XANAB-D.**

**TESIS**

Que para obtener el título de

**Ingeniero Civil**

**P R E S E N T A (N)**

García Bautista Jaime Iván  
Montaño Castillo Brandon Alain

**DIRECTOR(A) DE TESIS**

Ing. Víctor Manuel Valdés Rubio



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022

## ÍNDICE.

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
PRÓLOGO.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
I. GENERALIDADES.....	18
II. DISEÑO SÍSMICO.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
II.I ANTECEDENTES SOBRE EL DISEÑO SÍSMICO.....	20
II.II JUSTIFICACIÓN.....	20
II.III OBJETIVO DEL ANÁLISIS SÍSMICO.....	21
II.IV ALCANCE.....	22
II.V CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS PARA UNA PLATAFORMA FIJA.....	22
II.V.I Software utilizado.....	22
II.V.II Consideraciones del acero estructural y sus propiedades mecánicas para el análisis.....	23
II.V.III Consideraciones para las cargas gravitacionales y ambientales que intervienen en el diseño de una plataforma fija.....	23
II.VI METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS.....	24
II.VI.I Linealización del suelo para cimentación.....	26
II.VI.II Obtención de propiedades dinámicas.....	27
II.VI.III Respuesta dinámica.....	28
II.VI.IV Revisión estructural a nivel de resistencia.....	29
II.VI.V Revisión por colapso.....	31
III. ANÁLISIS SÍSMICO PARA UNA PLATAFORMA MARINA FIJA “Xanab-D”.....	33
III.I CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE LOCALIZACIÓN DE LA PLATAFORMA Xanab-D.....	33
III.II CONSIDERACIONES GENERALES DE LA PLATAFORMA MARINA FIJA Xanab-D.....	34
III.II.I Datos técnicos de la plataforma fija Xanab-D.....	34
III.II.II Mecánica de suelos para la cimentación.....	35
III.III PARÁMETROS SÍSMICOS PARA EL DISEÑO.....	37
III.IV DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS SÍSMICO POR RESISTENCIA.....	38
III.V DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS SISMICO POR DUCTILIDAD.....	39
III.VI MODELO ESTRUCTURAL.....	40

III.VI.I Propiedades geométricas de la plataforma Xanab-D.....	41
III.VI.I.I Descripción de la superestructura de Xanab-D.....	41
III.VI.I.II Descripción de la subestructura de Xanab-D.....	41
III.VI.II Identificación de nodos. ....	43
III.VI.III Identificación de grupos. ....	57
III.VI.IV Propiedades de grupos de los elementos.....	71
III.VII CARGAS CONSIDERADAS.....	74
III.VIII COMBINACIONES DE CARGA. ....	80
III.IX ARCHIVO DE ENTRADA DE LA PLATAFORMA FIJA XANAB-D. ....	82
III.X OBTENCIÓN DE LA CIMENTACIÓN EQUIVALENTE.....	93
III.XI ARCHIVO DE GENERACIÓN DE MASAS Y PROPIEDADES DINÁMICAS....	101
III.XII ARCHIVO DE GENERACIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS. ....	103
IV. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO. ....	105
IV.I RESULTADOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO A NIVEL RESISTENCIA. ....	105
IV.I.I Frecuencia y propiedades dinámicas.....	105
IV.I.II Respuesta dinámica de la estructura. ....	110
IV.I.III Cargas y combinaciones para juntas y elementos principales. ....	112
IV.I.IV Cargas y combinaciones de elementos secundarios.....	113
IV.I.V Desplazamientos nodales.....	114
IV.I.VI Revisión de elementos principales. ....	117
IV.I.VII Revisión de elementos secundarios. ....	126
IV.I.VIII Revisión de juntas. ....	129
IV.II RESULTADOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO POR DUCTILIDAD.....	130
IV.II.I Plastificación de elementos.....	131
IV.II.II Identificación de colapso de la estructura. ....	133
CONCLUSIONES. ....	145
REFERENCIAS.....	146
ANEXOS. ....	147
PLANOS.....	147
REPORTE GEOTÉCNICO. ....	167

## **Agradecimientos**

A mis padres

A mi papá Jaime por su enorme apoyo durante toda mi trayectoria de vida, por ser un ejemplo a seguir, por darme consejos y llevarme por el camino del bien, aconsejarme ante situaciones difíciles y no dejarme rendir. A mi querida madre Juana que a pesar de ya no estar en vida siempre estará en mis pensamientos, por su apoyo en mis decisiones y ser mi mayor apoyo incondicional, mi razón de querer salir adelante.

A mis tíos.

A mi tío Bartolo y mi tía Judith que me apoyaron incondicionalmente y me apoyaron durante mi estancia en la carrera.

A mi facultad.

Por darme la educación y conocimientos que me formaron los criterios necesarios para desempeñarme como profesionista, e instruirme los valores de competitividad y perseverancia.

A CPI.

Por darme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo y permitirme tener como primera experiencia laboral y así permitirnos desarrollar este tema de tesis.

Jaime Iván García Bautista.

Gracias a la Facultad de Ingeniería, docentes y a la educación gratuita, a todas las personas que me rodearon y me permitieron seguir adelante en todos los semestres de la carrera, los profesores altamente calificados para impartir los cursos, la paciencia de mis padres para costear tantos años de gasto, gracias a CPI Ingeniería y Administración de Proyectos por permitir llegar hasta este lugar, por proveer un empleo y la cátedra suficiente para desarrollar esta tesis, gracias a todos, gracias Universidad de México.

Brandon Montaña Castillo



## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura A Clasificación de los sistemas marinos de explotación.

Figura B Fuerzas de incidencia a la plataforma.

Figura C Criterio de diseño para una plataforma marina fija.

Figura D Criterio de diseño para una plataforma marina fija (continuación).

Figura E Ubicación del campo Xanab.

Figura 2.1 Factores de contingencia para la fase de diseño en sitio.

Figura 2.2 Factores de contingencia fase carga, transportación e izaje.

Figura 2.3 Parámetros asociados a la altura de ola máxima de operación en Litoral Tabasco y Sonda de Campeche.

Figura 2.4 Diagrama de Flujo de la Metodología del Análisis Sísmico.

Figura 2.5 Factores de incremento de esfuerzos permisibles.

Figura 2.6 Factores de reserva de resistencia (RSR) mínimo requerido para el análisis a nivel de ductilidad (diseño).

Figura 2.7 Parámetros de evaluación para estructuras instaladas.

Figura 3.1 Localización de la instalación.

Figura 3.2 Localización de la plataforma XANAB-D.

Figura 3.3 Plano detallado del área de sondeo: XANAB-B. Bahía de Campeche, México.

Figura 3.4 Espectros de diseño a nivel de Resistencia para un coeficiente de amortiguamiento crítico de 5% (200 años de periodo de retorno).

Figura 3.5 Isométrico general de la plataforma XANAB-D.

Figura 3.6 Identificación de nodos, Elevación Eje A.

Figura 3.7 Identificación de nodos, Elevación Eje B.

Figura 3.8 Identificación de nodos, Elevación Eje 1.

Figura 3.9 Identificación de nodos, Elevación Eje 2.

Figura 3.10 Identificación de nodos, Elevación Eje 3.

Figura 3.11 Identificación de nodos, Elevación Eje 4.

Figura 3.12 Identificación de nodos, Planta Elevación (+) 6.096 m.

Figura 3.13 Identificación de nodos, Planta Elevación (-) 7.620 m.

Figura 3.14 Identificación de nodos, Protectores.

Figura 3.15 Identificación de nodos, Placa Base.

Figura 3.16 Identificación de nodos, Elevación Eje A.

Figura 3.17 Identificación de nodos, Elevación Eje B.

Figura 3.18 Identificación de nodos, Elevación Eje 1.

Figura 3.19 Identificación de nodos, Elevación Eje 2.

Figura 3.20 Identificación de nodos, Elevación Eje 3.

Figura 3.21 Identificación de nodos, Elevación Eje 4.

Figura 3.22 Identificación de nodos, Planta Elevación (+) 13.100 m.

Figura 3.23 Identificación de nodos, Planta Elevación (+) 27.939 m.

Figura 3.24 Identificación de nodos, Defensas y Atracaderos.

Figura 3.25 Identificación de grupos, Elevación Eje B.

Figura 3.26 Identificación de grupos, Elevación Eje A.

Figura 3.27 Identificación de grupos, Elevación Eje 1.

Figura 3.28 Identificación de grupos, Elevación Eje 2.

Figura 3.29 Identificación de grupos, Elevación Eje 3.

Figura 3.30 Identificación de grupos, Elevación Eje 4.

Figura 3.31 Identificación de grupos, Planta Elevación (+) 6.096 m.

Figura 3.32 Identificación de grupos, Planta Elevación (-) 7.620 m.

Figura 3.33 Identificación de grupos, Protectores.

Figura 3.34 Identificación de grupos, Placa Base.

Figura 3.35 Identificación de grupos, Elevación Eje A.

Figura 3.36 Identificación de grupos, Elevación Eje B.

Figura 3.37 Identificación de grupos, Elevación Eje 1.

Figura 3.38 Identificación de grupos, Elevación Eje 2.

Figura 3.39 Identificación de grupos, Elevación Eje 3.

Figura 3.40 Identificación de grupos, Elevación Eje 4.

Figura 3.41 Identificación de grupos, Planta Elevación (+) 19.100 m.

Figura 3.42 Identificación de grupos, Planta Elevación (+) 27.939 m.

Figura 3.43 Identificación de grupos, Defensas y Atracaderos.

Figura 3.44 Peso Propio (Condición de Carga N°1).

Figura 3.45 Carga de Misceláneos de la Subestructura (Condición de Carga N°2).

Figura 3.46 Carga Muerta en Superestructura (Condición de Carga N°3).

Figura 3.47 Carga Viva de Superestructura (Condición de Carga N°4).

Figura 3.48 Carga Muerta de Equipo (Condición de Carga N°5).

Figura 3.49 Carga Viva de Equipo (Condición de Carga N°6).

Figura 3.50 Carga de Tuberías y Ductos Eléctricos (Condición de Carga N°7).

Figura 3.51 Carga Muerta del Paquete de Perforación (Condición de Carga N°9).

Figura 3.52 Carga Viva del Paquete de Perforación (Condición de Carga N°10).

Figura 3.53 Carga Ambiental de Operación a 0° - 315° (Condición de Carga N°11 – N°18).

Figura 3.54 Factores de contingencia para la fase de diseño en sitio.

Figura 3.55 Factores de contingencia fase carga, transportación e izaje.

Figura 3.56 Parámetros de ola máxima de operación en Litoral Tabasco.

Figura 3.57 Altura de ola máxima por operación en Litoral Tabasco.

Figura 3.58 Nodos con Grados de Libertad Dinámicos Retenidos (DOF-222000).

Figura 3.59 Espectros de diseño.

Figura 3.60 Fuerzas Sísmicas en la dirección 0° de la Plataforma Xanab-D(0° - 315°).

Figura 3.60 Fuerzas Sísmicas en la dirección 315° de la Plataforma Xanab-D (0° - 315°).

Figura 4.1 Modo de Vibrar 1 de la Estructura.

Figura 4.2 Modo de Vibrar 2 de la Estructura.

Figura 4.3 Modo de Vibrar 9 de la Estructura.

Figura 4.4 Direcciones de Análisis (Cortante Basal y Momento de Volteo).

Figura 4.5 Desplazamiento Máximo en la Condición de Sismo a 90°.

Figura 4.6 Desplazamiento Máximo en la Condición de Sismo a 180°.

Figura 4.7 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales de la Superestructura.

Figura 4.8 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales de la Superestructura,

Figura 4.9 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales de la Subestructura.

Figura 4.10 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales de la Subestructura, UC>0.45.

Figura 4.11 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales, Pilotes.

Figura 4.12 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales, Pilotes, UC>0.45.

Figura 4.13 Ejes correspondientes a la posición de los pilotes.

Figura 4.14 Grafica de Relaciones de Esfuerzos Máximos (UC) en Pilotes de 54" Ø, Grupo PL1.

Figura 4.15 Grafica de Relaciones de Esfuerzos Máximos (UC) en Pilotes de 54" Ø, Grupo PL2.

Figura 4.16 Grafica de Relaciones de Esfuerzos Máximos (UC) en Pilotes de 54" Ø, Grupo PL3.

Figura 4.17 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Superestructura.

Figura 4.18 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Superestructura, UC>0.50.

Figura 4.19 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Superestructura, Cubierta Superior Elevación (+) 27.939 m, UC>0.50.

Figura 4.20 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Subestructura, UC>0.45.

Figura 4.21 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Subestructura, Cubierta Superior Elevación (+) 6.096 m, UC>0.50.

Figura 4.22. Ubicación de la junta tubular más esforzada.

Figura 4.23 Factores de reserva de resistencia (RSR) mínimo requerido para el análisis

Figura 4.24 Plastificación en Dirección 270°, Incremento N° 72.

Figura 4.25 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 85.

Figura 4.26 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 92.

Figura 4.27 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 93.

Figura 4.28 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 93, Isométrico de la Superestructura.

Figura 4.29 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 93, Planta Elevación (+) 27.939.

Figura 4.30 Miembro más esforzado en subestructura.

Figura 4.31 Miembro más esforzado en la superestructura.

Figura 4.32 Miembro más esforzado en Pilotes.

Figura 4.33 Gráfica de UC de Pilote debajo del lecho marino más esforzado.

Figura 4.34 Nodo más esforzado en juntas tubulares de la plataforma de perforación.

Figura 4.35 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 93.

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 3.1 Localización de la instalación.

Tabla 3.2 Localización de sondeos de XANAB-B

Tabla 3.3 Cargas Básicas de XANAB-D.

Tabla 3.4 Combinaciones de Carga Sísmica (Elementos Principales).

Tabla 3.5 Combinaciones de Carga Sísmica (Elementos Secundarios).

Tabla 4.1 Secuencias de Carga.

Tabla 4.2 Factores de Reserva de Resistencia.

## PRÓLOGO.

La presente tesis es un trabajo desarrollado por los alumnos: Jaime Iván García Bautista y Brandon Alain Montaña Castillo, pasantes de la carrera de ingeniería civil, quienes la han propuesto como tema para sustentar su examen profesional, y así obtener cada uno de ellos respectivamente el título de Ingeniero Civil, en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En el tema seleccionado: “Análisis sísmico a nivel de resistencia y ductilidad de la plataforma de perforación Xanab D”, se aprovechan técnicas informáticas modernas y programas avanzados de análisis estructural que permiten conocer con un buen nivel de aceptación el riesgo que correrá la mencionada plataforma de perforación en su comportamiento estructural, ante la presencia de un movimiento sísmico que pudiera; por su elevada liberación de energía, colapsar la cimentación de la subestructura y dañar el proceso de perforación y extracción de hidrocarburos que se lleva a cabo en plataforma de la reserva del yacimiento denominado campo Xanab, ya que al momento esta plataforma de perforación pasa por un serio problema de duda en su confiabilidad estructural por lo que de darse este colapso, la pondría fuera de operación, con la consiguiente pérdida de la producción, valorada en muchos miles de USDlls diarios, además de la pérdida y reposición del activo a largo plazo; tal vez se puedan presentar daños al medio ambiente por derrames; y lo que es peor, pérdidas de vidas humanas por el accidente; por lo que el análisis propuesto le ayudará al cliente a establecer la integridad de la plataforma, en función del riesgo sísmico asociado, a una consecuencia de falla, permitiendo así determinar el porcentaje de resistencia estructural (RSR) que aclare si todavía es adecuada para el servicio de perforación y aprovechamiento de los hidrocarburos del yacimiento petrolífero Xanab.

La estrategia para desarrollar el tema, dada su complejidad, consistió en dividir el análisis estructural; correspondiendo a Brandon Alain Montaña Castillo, trabajar el análisis sísmico por ductilidad y a Iván García Bautista el análisis de resistencia; ambos, se dieron a la tarea de desarrollarlo utilizando para ello la aplicación de programas estructurales SACS entre otros, de geotecnia, fatiga, resistencia sísmica, materiales y otros; utilizando también los equipos informáticos y el apoyo técnico con que cuenta la firma de ingeniería CPI Ingeniería y Administración de Proyectos S.A. de C.V., en la que prestan sus servicios, cabe mencionar que esta empresa de ingeniería es reconocida como una de las más importantes del país por su calidad y profesionalismo, en el diseño de los proyectos más importantes para la obtención de hidrocarburos de la empresa estatal PEMEX Exploración y Producción.

Una vez terminados los análisis, las conclusiones fueron elaboradas por ambos pasantes de la carrera de ingeniería civil y presentadas en este trabajo; el cual refleja la alta calidad de los análisis de ingeniería que se desarrollan en el ámbito de la comunidad técnica-científica en nuestro país y a la altura de las mejores firmas internacionales que se dedican a este quehacer en la industria petrolera, para el aprovechamiento de los recursos energéticos fuera de la costa.

Atentamente.

## INTRODUCCIÓN.

Como preámbulo a la presentación del trabajo de esta tesis presentamos algunas generalidades del inicio de la era moderna del petróleo; esto nos servirá de base para ubicarnos en el interesante entorno del mundo de los hidrocarburos, con el fin de comprender así, la importancia que tiene el análisis sísmico que llevamos a cabo y que es el motivo central del tema de esta tesis.

Formado bajo la superficie de la tierra, millones de años atrás, el hombre ha estado alerta de la existencia del petróleo; sin embargo, ha sido en los últimos 100 años que él ser humano se ha dado cuenta de su valor y utilidad. En poco más de un siglo, nuestra sociedad moderna ha venido a depender totalmente de los hombres y mujeres, sueños y realidades de la industria petrolera. Hoy nosotros dependemos de los productos petroleros, no únicamente para el transporte, calefacción y generación de electricidad, sino también para fertilizantes, textiles, plásticos, medias, pantalones, municiones, medicinas, pinturas, pesticidas y cientos de otros artículos que damos por sentado cada día. Otros combustibles, como el carbón y el uranio, no estarían disponibles sin el combustible diésel y explosivos basados en petróleo, requeridos para la minería, el transporte y procesamiento o los billones de pies cúbicos de gas natural necesarios para elaborar el cemento Portland, el cual se usa para construir las mismas estaciones generadoras que nos proveen de combustible. En pocas palabras, como el siglo XX pasado lastimosamente nos enseñó, la economía mundial no está basada en oro o filosofías políticas, sino más bien en los precios del barril del crudo.

Observando esta premisa, nos trasladaremos al siglo XIX, en donde el visionario John D. Rockefeller le dio por primera vez valor agregado al hidrocarburo a través de la perforación para obtenerlo, refinación y transporte del producto, creando en 1870 en Cleveland, Ohio, EE.UU.A., la compañía petrolera estadounidense “Standard Oil Company”, que en su época llegó a ser el monopolio petrolero más grande del mundo, previo a la llegada del motor de combustión interna, a finales del siglo XIX, base de la naciente industria automotriz del siglo XX.

El desarrollo de la industria petrolera alcanzó a nuestro país, a finales del mismo siglo XIX ya que los gambusinos del petróleo intensificaron la exploración en la zona noreste del país en los estados de Tamaulipas, norte de Veracruz y el este de San Luis Potosí; esto debido a la gran cantidad de chapopoterías o derrames naturales de petróleo que se observaron en el terreno natural, lo que sin mayor estudio confirmaba la abundante presencia del hidrocarburo; así fueron llegando a nuestro país las compañías extranjeras; europeas y americanas, a explorar y sentar las bases de la explotación petrolera.

A principios de 1901 la compañía petrolera de California empezó a perforar en la zona de Ébano y no fue sino hasta 1904, en que se logró, en el cerro de La Pez, éxito en el primer pozo comercial productor de aceite crudo en la mencionada localidad de Ébano, San Luis Potosí, con un aforo de 1,500 barriles de aceite crudo por día, a una profundidad de 503 metros; este hallazgo detonó la perforación de pozos petroleros por parte de las compañías extranjeras en la zona noreste del país. Aprovechando los vaivenes de los inestables gobiernos postrevolucionarios, las compañías se dedicaron

a saquear los yacimientos, aprovechándose de la mano de obra mexicana, sin pagar derechos de extracción, pero, sobre todo, sometiendo a maltrato a los trabajadores nacionales; Los bajos salarios de miseria provocaron en 1915 la creación de la Comisión Técnica del Petróleo que tenía como fin poner orden en la naciente industria petrolera. Para fines de la década de los años 20 las compañías extranjeras evitaron la formación de sindicatos que velaran por el bienestar y derechos de los trabajadores, lográndose esto hasta el 27 de septiembre de 1935, en donde por fin se crea el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana (STPRM); con esta organización, empezaron los paros y emplazamientos a huelga a las compañías extranjeras, por el maltrato y bajos salarios para los trabajadores, mismas que a base de triquiñuelas, evadían la acción de la justicia. Para 1936 el gobierno de México promulgó una ley que regulaba las expropiaciones a empresas y propiedades por causa de utilidad pública y paralelamente a este hecho, la Junta General de Conciliación condenó a las compañías extranjeras a pagar \$26 millones de pesos por retención de los salarios a los trabajadores por una huelga en mayo del mismo año.

Las compañías extranjeras no reconocieron el laudo de la Junta General lo que provocó que este pasara a la Suprema Corte de Justicia de la Nación, que lo sentenció como válido, sentencia que las compañías extranjeras no aceptaron, rechazando el ordenamiento de la misma, así esta rebeldía provocó que el 18 de marzo de 1938 a las 22 horas, el Presidente de México Gral. Lázaro Cárdenas del Río decretara la expropiación de los activos de 17 compañías extranjeras que operaban en el país por causa de utilidad pública; a esta acción del gobierno se le conoció como la Expropiación Petrolera.

Con esta expropiación el gobierno de la república se vio en la necesidad de crear el organismo que sustituyera a las compañías expropiadas para seguir cumpliendo con el mandato del artículo 27 constitucional, en donde se menciona que todos los hidrocarburos existentes en el suelo y subsuelo del territorio son propiedad de la nación y se le faculta a ésta la creación de los medios para dar atención a la cadena productiva de aprovechamiento de los hidrocarburos desde; la exploración, perforación, explotación, refinación, almacenamiento, transporte, transformación y venta al consumidor; lo que obligó al estado mexicano el 7 de junio del mismo 1938, a crear la empresa estatal Petróleos Mexicanos (PEMEX).

Con esta empresa estatal se empieza a formalizar el aprovechamiento de la industria petrolera en beneficio de la nación desde el mismo 1938 y hasta finales de la década de los años 50, en donde se presenta la oportunidad, dada la tecnología, de recuperar hidrocarburos alojados mar adentro en las costas del centro del Golfo de México.

Para lograr este desarrollo se instalan plataformas marinas costa afuera desde donde se llevan a cabo las actividades de: perforación, separación de los hidrocarburos (producción de aceite crudo y gas), enlace de ductos submarinos para transporte y unidades habitacionales para la estancia del personal residente en esta actividad productora, según puede verse en la *Figura A Clasificación de los sistemas marinos de explotación*.



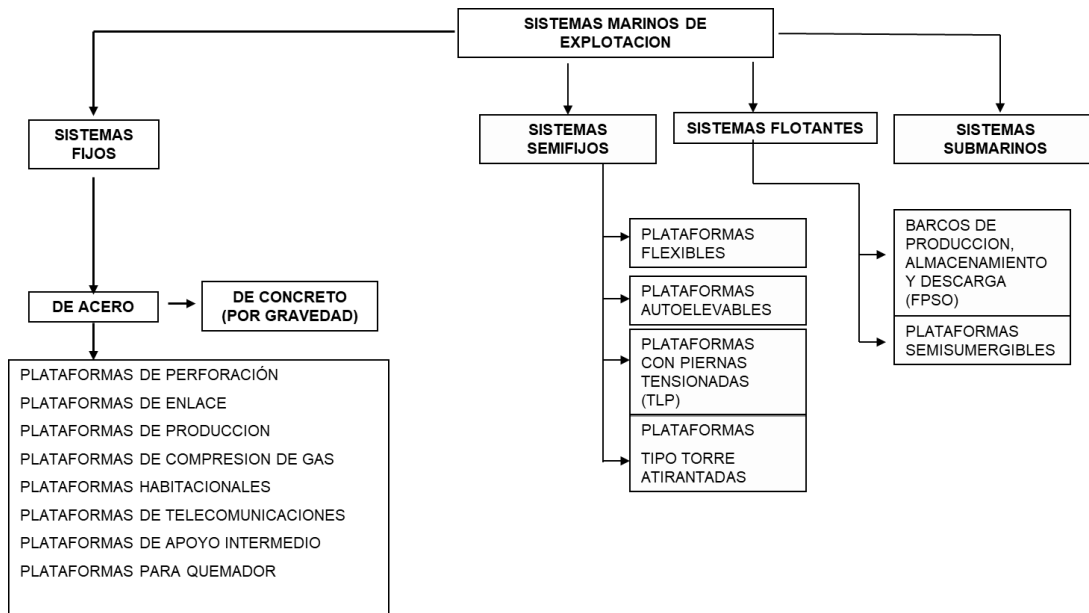


Figura A. Clasificación de los sistemas marinos de explotación.

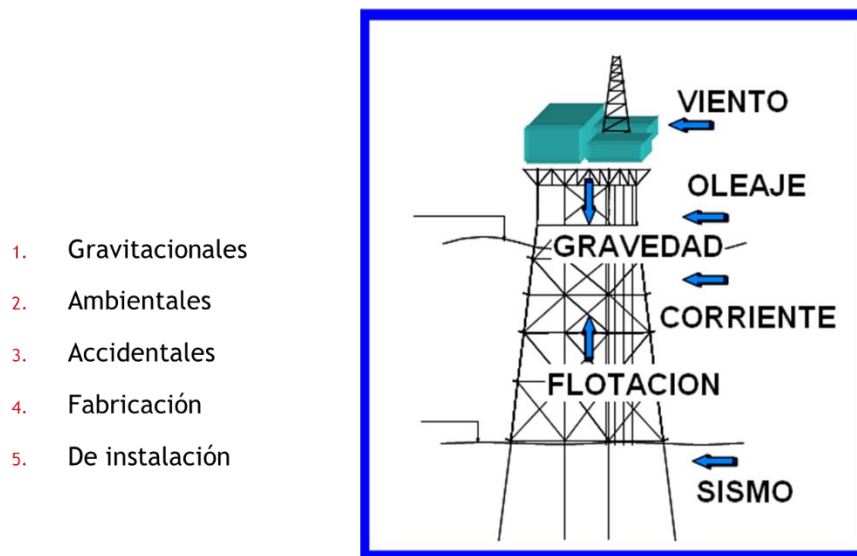


Figura B Fuerzas de incidencia a la plataforma.

Dentro de este sistema de plataformas aparecen las de perforación, que son la materia de nuestro análisis; la explotación de hidrocarburos costa afuera demanda la más alta calidad en el diseño y fabricación de las estructuras que se van a instalar fuera de la costa para desempeñar con seguridad los trabajos para el objetivo de que fueron diseñadas, ya que en alta mar están sometidas a fuerzas extremas como son: operacionales, gravedad, instalación, naturales (metoceanicas) y sismo, según se aprecia en la “Figura B Fuerzas de incidencia a la plataforma”.

A continuación presentamos los diagramas de seguimiento visual en los cuales se plasma el criterio de diseño para una plataforma marina fija, y en los que el aspecto sísmico reviste una gran importancia; en el diagrama de la “Figura C Criterio de diseño para una plataforma marina fija”, se presenta como una fuerza de la naturaleza que se debe estudiar y conocer en su estricta dimensión, para el caso de presentarse el evento sísmico poder atenuar las fuerzas de la naturaleza minimizando el peligro de daños irreparables, las otras fuerzas a que está sometida la estructura como son viento, corriente, oleaje, mareas así como la fatiga de los materiales, también son importantes de estudiar.

En el diagrama de la “Figura D Criterio de diseño para una plataforma marina fija (continuación)”, podemos observar en el diseño estructural que entre los análisis que se recomienda practicar al diseño está el análisis por sismo, que aunque fue estudiado y revisado en su momento al elaborar el proyecto original de la plataforma; para nuestro estudio, se requiere una revisión más profunda del aspecto sísmico aplicando programas de análisis más modernos con una alta confiabilidad en sus resultados, para obtener el porcentaje de reserva de resistencia (RSR) que nos indicará; la vida remanente de la estructura y la seguridad en continuar usándola en los trabajos de perforación, actividad para lo que fue construida.

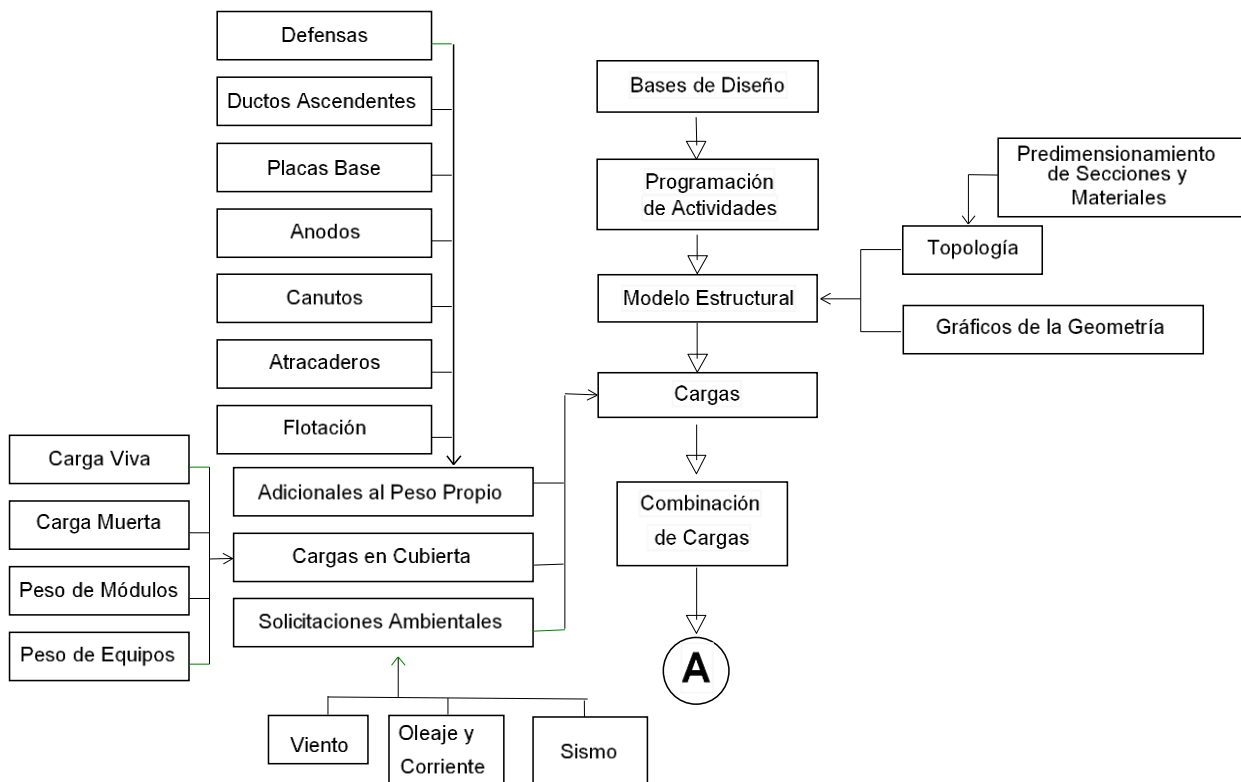
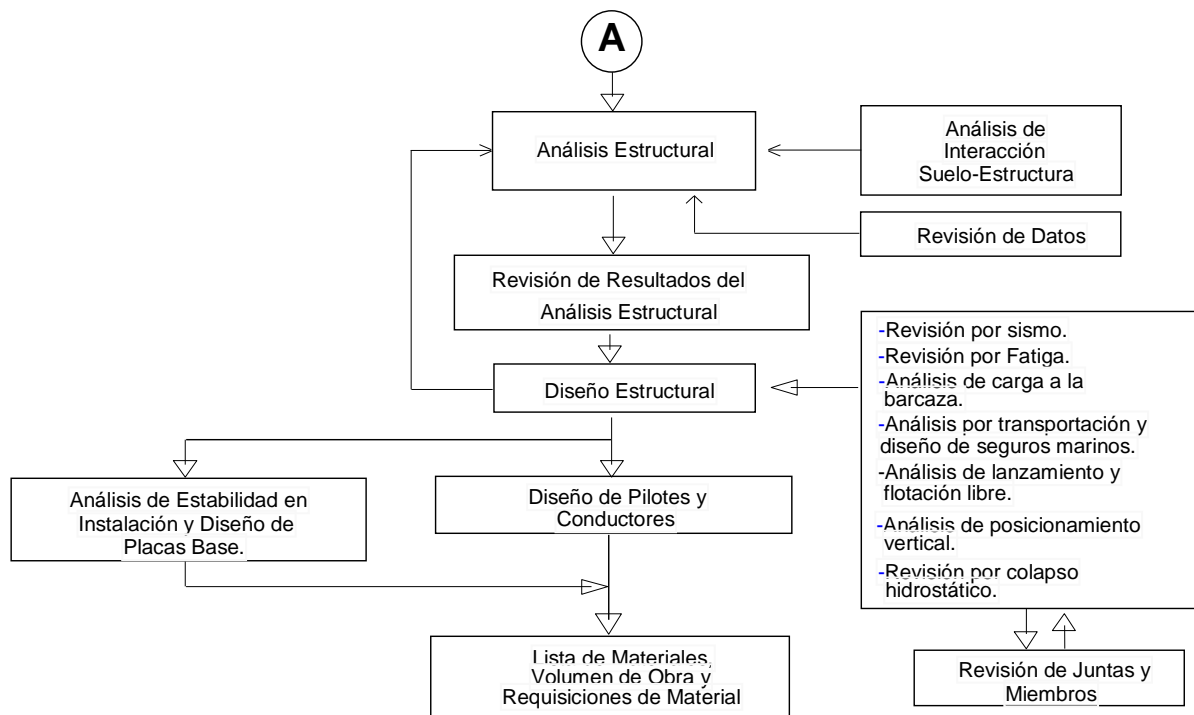


Figura C Criterio de diseño para una plataforma marina fija.



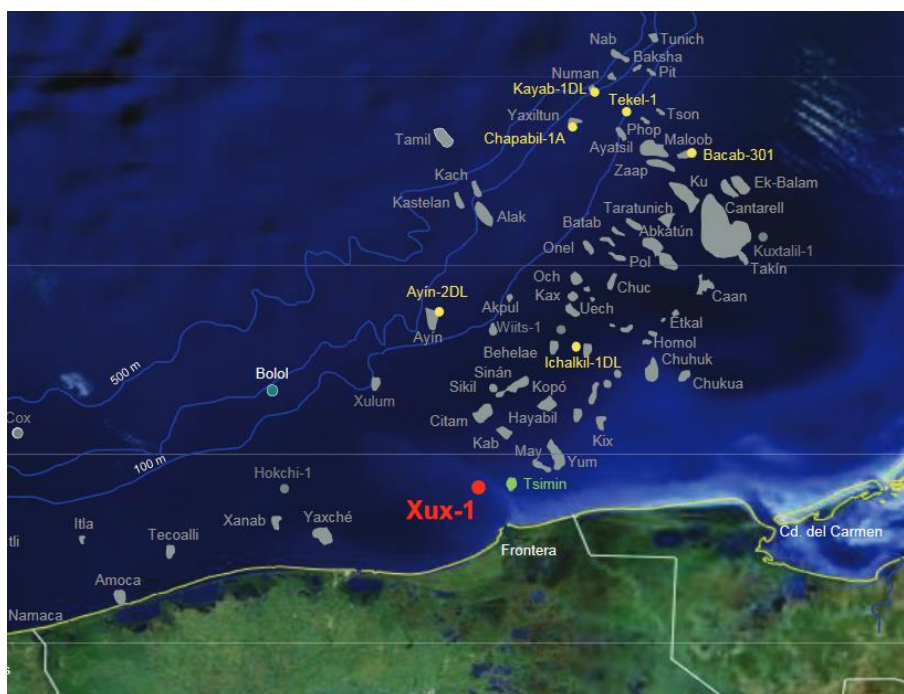
*Figura D Criterio de diseño para una plataforma marina fija (continuación).*

Como mencionamos anteriormente, en nuestro país la explotación de yacimientos de hidrocarburos costa afuera se inició a finales de la década de los años 50, en 1958 en aguas del Golfo de México, con la instalación de plataformas fijas frente a la barra de Santa Ana en el estado de Tabasco. A finales de los años 60 se perfora desde una plataforma fija en la localización de Tiburón al norte de la barra de Tuxpan, Ver., también se instalaron siete plataformas frente a la barra del mismo río en Cazonces; Atún (2), Bagre (2), Morsa (1) y Escualo (2); también frente a la desembocadura del río Panuco en Tampico se instalaron cuatro plataformas de perforación para los pozos; Arenque (2) y Marsopa (2), en el diseño estructural de estas primeras plataformas se aplicaron métodos simplificados (la ingeniería y diseño de la primera plataforma sirvió para las demás), en todos los casos las plataformas fueron diseñadas en el extranjero, construidas con materiales de importación e instaladas en tirantes no mayores a 50 m, éstas se utilizaron para la perforación y explotación de los pozos, la mezcla de aceite y gas era enviada a través de tuberías submarinas que conectadas a las instalaciones en tierra, denominadas baterías de separación, conseguían separar la emulsión gas-aceite para su adecuado manejo y aprovechamiento comercial; sin embargo, estas localizaciones productoras de hidrocarburos poco a poco fueron desestimadas por PEMEX ya que tuvieron una fuerte declinación en la producción y el aceite crudo (pesado) no era de la mejor calidad; esta situación no mermó los programas de exploración de la empresa situándose estos desde 1973 a 1975 en el Golfo de Campeche, en donde para fines de ese año se inició la perforación del pozo exploratorio Chac-1 a 80 km al norte de la Isla de Cd del Carmen, Camp., al resultar productivo este pozo se creó la expectativa de lo que posteriormente se confirmó: la existencia de varios campos marinos productores de aceite y gas en la naciente Sonda de Campeche.

Para 1977 se descubrieron dos campos más con la perforación de los pozos Akal-1 y Bacab-1, al siguiente año se descubrieron los campos productores Nohoch, Chac y Akal mismos que en conjunto se denominaron el “Megayacimiento de Hidrocarburos Cantarell”.

Para 1978 ya se tenía configurado el plan de explotación de los yacimientos de Cantarell y el 28 de octubre de ese año se instaló la primera plataforma fija de perforación denominada Akal-C sobre el pozo exploratorio Akal-1, iniciándose con esto la explotación y producción de hidrocarburos a gran escala en la Sonda de Campeche, paralelamente a esto se instalaron plataformas de producción para separar el aceite crudo y gas, de enlace para contener las tuberías submarinas del transporte de los hidrocarburos, plataformas habitacionales para estancia de los operadores y plataformas de compresión para el aprovechamiento del gas.

Dentro de la cadena de descubrimientos de prospectos productores de hidrocarburos desde 2014 se venían estudiando campos en la Sonda de Campeche, a los que denominaron cuencas del sureste y que estaban a cargo de la Región Marina Suroeste de Pemex Exploración y Producción, en este grupo se encuentra la cuenca denominada; Litoral de Tabasco que se desplaza desde la desembocadura del río Grijalva en Frontera, hasta un poco más al norte del puerto petrolero de Dos Bocas en Paraíso, Tab. Ahí sobresale un campo productor denominado Xanab, el cual se sitúa a 24 km al noreste del mencionado puerto, según se aprecia en la “Figura E Ubicación del campo Xanab”.



*Figura E Ubicación del campo Xanab. (Propiedad de PEMEX)*

Este yacimiento aportó en los estudios exploratorios y de adquisición sísmica 2D y 3D un potencial de reserva de hidrocarburos estimado en 50,700 millones bpce (barriles de petróleo crudo equivalente) y 39,360 millones pcdg (pies cúbicos de gas) este campo

tiene una extensión delimitada en la reserva de 76 km<sup>2</sup> con un tirante de agua de 23.8 m; la reserva del campo Xanab se localiza en dos estratos productores; uno en el periodo geológico cretácico y el otro en el jurásico superior kimmerigiano; ante tal descubrimiento a partir del año 2016 la empresa petrolera procedió a planear la delimitación y explotación del campo arrancando con cuatro plataformas de perforación de 12 pozos cada una denominadas Xanab A, Xanab B, Xanab C y Xanab D (anexo se presenta la ficha técnica de la plataforma), con estos 24 pozos la mayoría de ellos productores, se logró obtener durante principios de 2019 una producción promedio de 141,297 bpcd (barriles de petróleo crudo diario), lo que le permitió a este yacimiento Xanab estar en ese año en el quinto lugar de campos productores del sistema de Pemex Exploración y Producción.

Dadas las características de una muy alta presión y temperatura del yacimiento, así como la alta calidad del producto, aceite ligero de 39° API, y que dado este potencial podría producir hasta 160,000 barriles de aceite por día; las malas prácticas de extracción de aceite provocaron el PROBLEMA en la plataforma Xanab D, el cual consistió en qué; debido a la alta presión del yacimiento superior del cretácico, que era una de las más altas en yacimientos similares y la explotación tan irracional que llevaba la empresa petrolera provocó la aparición en el estrato que nos ocupa, de un acuífero asociado de alta energía; esto provocó daño en la mayoría de los pozos productores los cuales tuvieron que ser cerrados para evitar posibles daños irreparables tanto a la formación geológica como a la plataforma de perforación. Al cierre de las instalaciones en abril de 2019, el campo aportó solamente 13,800 barriles; como resultado de este accidente se cerró el campo Xanab el cual, como mencionamos, para principios del año 2018 era el 5° lugar en producción del sistema petrolero de la empresa; al no aportar ya producción el campo, el Programa de Operación Anual (POA) para el año 2019 se vio seriamente afectado lo que motivó que la empresa petrolera estatal Pemex Exploración y Producción no cumpliera con el POA autorizado. Ante este incumplimiento, la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) en su sesión extraordinaria No. 26 del mes de mayo del 2019 multó a la empresa petrolera mencionada con \$24.1 millones de pesos por el incumplimiento al programa de producción anual autorizado por la mencionada Comisión para el año 2019.

Con las políticas del nuevo gobierno federal 2018-2024 de reactivar a Petróleos Mexicanos como empresa productora del estado a través de la exploración y producción de aceite crudo y gas, se determinó en julio de 2019 en el programa operativo de la empresa PEMEX Exploración y Producción una partida extraordinaria para rehabilitar lo más pronto posible, la reserva contenida en el yacimiento Xanab y ponerlo en operación para aprovechar su producción en los 30 años siguientes; para ello la CNH en su 1ª sesión ordinaria del año 2020 autorizó a Pemex invertir 1,016 millones de dólares para rehabilitar el campo de aguas superficiales Xanab, luego de sufrir en 2019 una inundación en los pozos por alta presión lo que afectó su meta de producción petrolera según dictamen de la propia CNH.

Autorizada la inversión y ante la urgencia por parte de Pemex de incrementar la producción se determinó para el campo Xanab erogar \$734 millones USD para: estudios, ingenierías, rehabilitación de la infraestructura de la plataforma y la reparación

de los pozos productores, el resto de la inversión se destinaría a operación y otros egresos complementarios durante el tiempo de rehabilitación del campo; el resultado de invertir esta cantidad será para recuperar 59.7 mil millones de bpce y 39,360 millones de pcdg lo que transformado en valor por venta del producto representará para Pemex Exploración y Producción un ingreso de millones de dólares durante la vida útil de aportación de producción del yacimiento Xanab.

Autorizada la inversión anteriormente señalada a Pemex Exploración y Producción, esta empresa solicitó a la firma de ingeniería CPI; que, en base al contrato, marcó entre ambas instituciones para realizar ingenierías, estudios y proyectos, procediera a realizar la rehabilitación de la plataforma Xanab D en forma integral; dentro de estos estudios se encuentra el “Análisis sísmico a nivel de resistencia y ductilidad “.

## **I. GENERALIDADES.**

Dentro del tema del diseño estructural, existe una consideración para poder diseñar estructuras con una reserva de resistencia extra a las solicitaciones de carga gravitacional, y esta corresponde al sismo, que pudiera ser de cualquier intensidad, pero que simplemente se deduce como un sismo máximo histórico, tal como dicta la Norma de Pemex P.2.0130.01-2015<sup>1</sup>; existe un espectro de respuesta que se debe cumplir para poder hacer el análisis y concluir que la plataforma estudiada contiene la resistencia mínima para poder comportarse de una adecuada manera si llega a presentarse un sismo de menor o igual intensidad al que se tiene contemplado en el espectro citado.

Cuando se adentró en los temas de Diseño Estructural, se estudiaron diferentes métodos para poder encontrar una fuerza estática equivalente a la que produce la excitación el suelo (producto del sismo) en la estructura, estos son el método estático y el método dinámico, en donde se supone que la estructura se puede representar como un sistema de resortes y masas, que simulan la rigidez de entepiso y la masa que en ella se concentra y actúa, como primer paso, se tiene que obtener la matriz de masas, seguido de una matriz de rigidez del sistema, por tanto, después de una serie de operaciones matriciales, se llegan a obtener los modos de vibrar de la estructura, producto de una obtención de valores característicos de las matrices ya descritas, todo este método se reduce a obtener una fuerza sísmica equivalente usando el espectro de respuesta que aplique al sitio en donde se desempeñaría el sismo y por supuesto, donde se ubique la estructura, para finalmente poder cargar dicha fuerza (cortante basal) a un software y hacer la consideración del sismo en el modelo en cuestión.

Si bien es sabido, el diseño de estructuras, para el caso de México, se hacen pasar ante las fuerzas de la naturaleza, tal es un sismo, en el caso de edificaciones en la CDMX, hay un mejoramiento continuo en las investigaciones sobre los movimientos que atacan en general a la capital de la República, desde la infraestructura más enclaustrada, hasta los grandes edificios donde se realizan las operaciones que hacen funcionar de mejor manera al país. Comparando muy incipientemente una estructura situada en tierra y una

---

<sup>1</sup> Diseño y evaluación de plataformas marinas fijas en el Golfo de México, 2da ed., México, s.e.,2015,pp.18-20

costa afuera, las condiciones de diseño son en general muy similares, se constituyen por una cimentación, la estructuración principal, elementos secundarios, cargas vivas y muertas que están actuando al interior de esta, con la pequeña diferencia, que para el caso de que Costa Afuera, un estudio de suelos, es infinitamente costoso respecto una construcción en tierra, los materiales que se emplean son poco comunes en el mercado, por ende su recolección es más cara y se necesita de mayor tiempo para lograr conseguir la materia prima, la mayoría de las máquinas y equipos que se usan para la explotación de hidrocarburos se deben negociar con una gran anticipación debido a que no hay muchos proveedores en México que abastezcan dichas necesidades, es por eso que una excelente planeación es indispensable para que las plataformas marinas que se instalan kilómetros fuera de las costas del Golfo de México sean funcionales, estén a la vanguardia y sean instalaciones seguras, donde el personal se encuentre bien resguardado para que los días que permanece “a bordo” pueda desempeñar bien sus funciones con la garantía de que regresarán a tierra íntegros.

Para conducir el diseño estructural de una plataforma marina, se deben tomar primordialmente dos cosas en cuenta, la primera corresponde a la ubicación de la plataforma y como segundo punto de partida, las propiedades geométricas y mecánicas de los materiales empleados para su construcción.

Aprovechando al máximo el uso del acero de distintos tipos para las plataformas dedicadas a la industria petrolera, el dimensionamiento, la elección correcta de secciones y calibres suficientes representa un gran soporte para las plataformas marinas ante un sismo y para otras consideraciones ambientales (existen solicitaciones naturales adicionales que son muy importantes para dar por bueno el diseño de una plataforma, y que por supuesto hay que superar para salvaguardar la integridad de las estructuras marinas), la ductilidad, que es un caso de estudio en este documento, representa un gran aporte de amortiguamiento que ayudan a la disipación de la energía sísmica que se induce en el sistema estructural, además de evitar las fracturas súbitas en los niveles de arriostramiento tanto de la subestructura (estructura inmersa en el agua hasta el punto de trabajo, que se encuentra 7.315 m por encima del nivel medio del mar) y la superestructura (toda edificación que se localice por encima del punto de trabajo (P. T.)

Ahondando en el análisis sísmico y su importancia en el diseño de plataformas marinas, ubicar el sitio en que están situadas las plataformas en México, y la zona en general se conoce como Golfo de México, en donde, si hablamos a nivel de las placas tectónicas, no se encuentran en las mismas condiciones sísmicas como lo sería estar en el Pacífico. El problema sería si las plataformas se hallaran en la zona de Subducción, y estar a expensas de los constantes roces y fricciones que frecuentemente se desarrollan entre la placa de Cocos, Placa del Caribe, Placa del Pacífico y Placa de Rivera; tomando como una ventaja esto, las plataformas no están exentas de enfrentarse a un sismo, como más adelante se va a estudiar, existe un espectro sísmico que proporciona la normativa de PEMEX, aunque las aceleraciones son bajas, las fuerzas sísmicas que se presentan si son considerables, en los apartados posteriores se plantearán los datos técnicos para el desarrollo de un análisis sísmico.



## **II. DISEÑO SÍSMICO.**

### **MARCO TEÓRICO.**

#### **II.I ANTECEDENTES SOBRE EL DISEÑO SÍSMICO.**

Una plataforma petrolera puesta en sitio para su operación debe ser estudiada y analizada para diferentes situaciones de operación y situaciones ambientales que se presenten durante la vida útil de la plataforma, un ejemplo es el análisis sísmico. Por ello se debe establecer una metodología para poder evaluar la integridad estructural de la plataforma. Esta evaluación permitirá saber si la estructura es adecuada para los servicios que se desarrollarán. La metodología y el desarrollo de ésta quedan en función de un estudio de riesgo.

Se han establecido procedimientos y estudios plasmados en una normativa para el diseño, construcción, instalación, inspección, mantenimiento y evaluación de plataformas en la Sonda de Campeche.

Se considera que, para este proyecto de tesis, se tomarán ciertas consideraciones únicamente para fines del análisis sísmico, así como todos los resultados que surjan de este.

#### **II.II JUSTIFICACIÓN.**

La explotación de los hidrocarburos en México proviene de una necesidad de la demanda de la industria energética y como uno de los pilares de la economía, esto ha llevado a que se busquen formas de cómo extraer, procesar y distribuir el preciado hidrocarburo. Esta justificación lleva a la construcción de plataformas petroleras en zonas donde yace el petróleo como lo es la Sonda de Campeche, de esta forma se realizan proyectos costa afuera para cubrir con las necesidades económicas del país. La construcción y operación ha tenido como consecuencia el desarrollo de tecnología para la perforación costa afuera; esta tecnología ha permitido que se pueda explorar en aguas profundas, tal es el caso que en 1988 se instaló una plataforma en el Golfo de México en un tirante de agua de 412 m.

La construcción e instalación de una plataforma lleva un proceso, primero se realiza un diseño de la plataforma de acuerdo con las solicitudes indicadas, posteriormente se construye en los patios de fabricación, por último, se transporta e instala para su operación costa afuera. Este proceso integral que lleva del diseño hasta la operación de una plataforma petrolera costa afuera implica una inversión la cual debe ser rentable para la explotación del hidrocarburo, el alcance que debe de tener el proyecto costa afuera es garantizar que la inversión no perezca.

Actualmente Petróleos Mexicanos (PEMEX) se encarga de explorar el terreno y de desarrollar las explotaciones petrolíferas cuando se encuentran los yacimientos



petroleros, esta se divide en cuatro subsidiarias: PEMEX Petroquímica, PEMEX Gas y Petroquímica Básica, PEMEX Refinación y PEMEX Exploración y Producción.

En este contexto, Pemex Exploración y Producción (PEP) designa a una empresa constructora que a su vez asigna a una empresa consultora para que se desarrolle el proyecto de Ingeniería para la Construcción e Instalación de una plataforma la cual permita cumplir con las expectativas indicadas.

Se debe tener en cuenta que para realizar las actividades mencionadas es necesario realizar un análisis ingenieril de las condiciones en las que estará la plataforma. Los análisis que deben realizarse para garantizar el buen funcionamiento de la plataforma son los siguientes: análisis en sitio, análisis sísmico, análisis de fatiga, análisis de resistencia última, análisis de estabilidad, análisis de hincado de pilotes, análisis de arrastre de estructuras, análisis transportación, análisis de lanzamiento y flotación y análisis de izaje. Cada uno de estos análisis debe estar alineados con las normativas y reglamentos según dicte los manuales y especificaciones de PEMEX (Petróleos Mexicanos) y el API (American Petroleum Institute).

Por ello la importancia para este proyecto de tesis es el análisis sísmico del sitio donde radicará la plataforma, la cual debe desempeñarse con los lineamientos y estatutos que apliquen y que se indiquen, ya sea por el cliente o en este caso, por una base de diseño planteada para este proyecto de tesis.

### **II.III OBJETIVO DEL ANÁLISIS SÍSMICO.**

El objetivo del análisis sísmico es revisar y garantizar que la plataforma se comporte de forma favorable ante una acción sísmica que se presente en el sitio de operación de la plataforma y verificar que la estructura posea los niveles adecuados de resistencia y rigidez.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Conocer el comportamiento dinámico que tendrá la estructura bajo condiciones sísmicas.
- Determinar mediante esfuerzos y desplazamientos que su comportamiento se encuentre dentro de los rangos aceptables de acuerdo a la normatividad.
- Conocer el mecanismo de colapso que se presentará en la estructura.
- Obtener el Factor de Reserva de Resistencia (FSR) ante el incremento de cargas gravitacionales y sísmicas.

Con los criterios indicados es posible determinar si la estructura puede soportar una condición sísmica que se llegue a presentar durante su operación. Esto siguiendo los parámetros permisibles que indique la normativa aplicable.

## **II.IV ALCANCE.**

Se presenta el análisis sísmico donde se muestran las consideraciones realizadas durante el análisis sísmico por resistencia y por ductilidad de una plataforma fija ubicada en la sonda de Campeche, aplicando el espectro de diseño sísmico de la especificación técnica P.2.0130.01.2015<sup>2</sup> (PEMEX, 2015: 18).

## **II.V CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS PARA UNA PLATAFORMA FIJA.**

Las consideraciones que se realizaron en este trabajo son las siguientes: software a utilizar en el análisis, datos técnicos de la plataforma, como lo es el tirante de agua, geometría y planos de la estructura, descripción de la subestructura y superestructura de la plataforma fija que se pretende estudiar. También se consideran las cargas gravitacionales presentes en la plataforma como lo son, el peso propio de la estructura, carga de equipo, carga de tuberías y ductos eléctricos, parámetros meteorológicos y oceanográficos para condiciones de operación que se refieren a la velocidad de viento, altura de ola y velocidad de corriente. Se considera la mecánica de suelos del sitio donde se encuentra la plataforma.

### **II.V.I Software utilizado.**

Se define el software que se ocupará para el análisis que se pretende estudiar.

El software por utilizar es SACS (Structural Analysis Computer Systems)<sup>®</sup> “Sistema Informático de Análisis Estructural” por sus siglas en inglés. Un software desarrollado para estructuras costa afuera.

SACS incluye diferentes módulos para realizar diferentes tipos de análisis, como los: análisis estáticos, dinámicos, transportación y de instalación en el mar. Específicamente para el estudio presentado en esta tesis el análisis sísmico se ocuparán los módulos PSI (Static Analysis Pile/Soil Interaction), DYN Extract Mode Shapes, DYN Spectral Earthquake.

El punto de partida del software es un sistema global de coordenadas para todos los elementos que ahí se incluyan, seguido de esto, para cada miembro insertado, le corresponde un sistema local de referencia de manera que las fuerzas obtenidas están referidas a su ubicación local dentro del sistema global, la inserción de miembros se dan con la unión de 2 nodos a través de una línea recta, en dichos nodos, es muy importante su manejo y correcto uso, ya que el software los toma como un punto de referencia en donde las fuerzas internas del miembro actúan y son analizadas, la carencia de nodos o un uso excesivo, podría generar un análisis estructural no convergente con resultados no muy bien refinados y en caso contrario, podría hacer una matriz no convergente generando un tiempo excesivo para el análisis conduciendo esto a un ciclo infinito sin posibilidad de respuesta. Haciendo mención de una matriz convergente o divergente, cabe resaltar que el método de solución del programa informático es el elemento finito,

---

<sup>2</sup> PEMEX, Diseño y evaluación de plataformas fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s. e., 2015, p.24.

la subdivisión de miembros continuos afinan los resultados a cambio de un tiempo más prolongado para la obtención de estos.

## II.V.II Consideraciones del acero estructural y sus propiedades mecánicas para el análisis.

Dentro de las consideraciones se tienen diferentes perfiles de acero estructural que conforman a la plataforma marina, cada elemento estructural que la conforma tiene características mecánicas y geométricas, estas propiedades están indicadas a continuación con su nomenclatura y el uso que se le da dentro de los elementos de la plataforma marina.

- Grado de Acero: ASTM A36 con  $F_y=2531.05 \text{ kg/cm}^2$  (36 Ksi).

Uso: perfiles y placas laminadas.

- Grado de Acero: API 5L Gr B con  $F_y= 2460.74 \text{ kg/cm}^2$  (35 ksi).

Uso: tubería estructural.

- Grado de Acero Especial: API Spec 2H grado 50 con  $F_y=3515.35 \text{ kg/cm}^2$  (50 ksi) (con y sin suplementos).

Uso: Carrete de juntas en la subestructura, orejas de izaje en las cubiertas, juntas fijas.

- Grado: ASTM A572 con  $F_y= 50 \text{ } 3515.35 \text{ kg/cm}^2$  (50 ksi).

Uso: segmentos de pilotes de alta resistencia, acero tubular de alta resistencia entre los carretes de juntas, perfiles estructurales de alta resistencia y vigas de placa.

## II.V.III Consideraciones para las cargas gravitacionales y ambientales que intervienen en el diseño de una plataforma fija.

El modelo estructural de una plataforma realizada en el software SACS, se pueden modelar todas las propiedades geométricas de los elementos estructurales, también se pueden incluir los pesos que intervienen en la plataforma y se le aplican un factor de contingencia según lo indica la especificación técnica P.2.0000.02.

No-	Etapa del proyecto	Peso de la estructura	Peso del equipo y tubería
1	Diseño único	10%	20%

3

*Figura 2.1 Factores de contingencia para la fase de diseño en sitio.*

<sup>3</sup> PEMEX. Tabla 8.1-3. Factores de contingencia para la fase de diseño en sitio. [Tabla]. P.2.0000.02:2006 Plataformas Marinas Fijas de Perforación, 2da ed. México , s.e., 2006, p.15.

No-	Etapa del proyecto		Peso de la estructura	Peso del equipo y tubería
1	Diseño preliminar <sup>1</sup>		10%	20%
2	Diseño final <sup>2</sup>		5%	10%
3	Etapa parcialmente fabricada <sup>3</sup>	Fabricado o instalado	3%	3%
		Lo no Fabricado o instalado	5%	10%
4	Etapa final de la fabricación <sup>4</sup>		3%	3%

<sup>1</sup> Peso estimado, calculado durante la etapa inicial del proyecto.

<sup>2</sup> Peso estimado, calculado con un sistema de control de peso en la etapa final del proyecto y en la fase de construcción.

<sup>3</sup> Peso estimado, calculado con un sistema de pesaje lo fabricado e instalado y lo no fabricado e instalado calculado con un sistema de control de peso en la etapa final del proyecto y en la fase de construcción.

<sup>4</sup> Peso estimado, calculado con un sistema de pesaje cuando se ha alcanzado la etapa final de ensamble en la fabricación, es decir la obra estructural y demás equipo y componentes instalados.

4

*Figura 2.2 Factores de contingencia fase carga, transportación e izaje.*

Las condiciones ambientales que son: velocidad de viento, corriente y oleaje se consideran para condiciones de operación de acuerdo a la especificación técnica P.2.0130.01-2015 de PEMEX.

Parámetros	
Periodo de la ola (s)	8.2
Altura de la marea astronómica (m)	0.76
Altura de la marea de tormenta (m)	0.3
Velocidad máxima de viento a 10 m sobre el NMM (m/s), promedio de 1 h	14.4
Velocidad de corriente (cm/s)	
0% de la profundidad	30
50% de la profundidad	25
95% de la profundidad	18

5

*Figura 2.3 Parámetros asociados a la altura de ola máxima de operación en Litoral Tabasco y Sonda de Campeche.*

## II.VI METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS.

Se ha considerado que las unidades a emplear tanto en el análisis como en los resultados obtenidos son los que se describen a continuación: fuerzas en kilogramos y longitudes en metros. En los apartados que se enlistan enseguida, es el proceso que se debe seguir para poder evaluar el comportamiento de la plataforma ante un sismo, para poder lograr un análisis correcto, es importante seguir los pasos en el mismo orden y sin olvidar ninguna consideración, ya que en caso de omitir algún dato o información que el software necesita, el programa estaría arrojando resultados que no necesariamente son

<sup>4</sup> PEMEX. Tabla 8.1-4. Factores de contingencia fase carga, transportación e izaje. [Tabla]. P.2.0000.02:2006 Plataformas Marinas Fijas de Perforación, 2da ed. México, s.e., 2006, p.16.

<sup>5</sup> PEMEX. Tabla 17 Parámetros asociados a la altura de ola máxima de operación en Litoral Tabasco y Sonda de Campeche. [Tabla]. P.2.0130.01 Diseño y evaluación de plataformas fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s. e., 2015, p.43.

correctos, ya que no es conveniente obtener una subestimación o sobreestimación en el diseño, debido a que no es favorable para el tema económico ni para el tema de seguridad e integridad de la plataforma.

Se presentará un diagrama de flujo de la metodología del análisis sísmico por resistencia y ductilidad. En los siguientes apartados se explica el procedimiento y las consideraciones para cada paso que se debe seguir para el análisis sísmico.

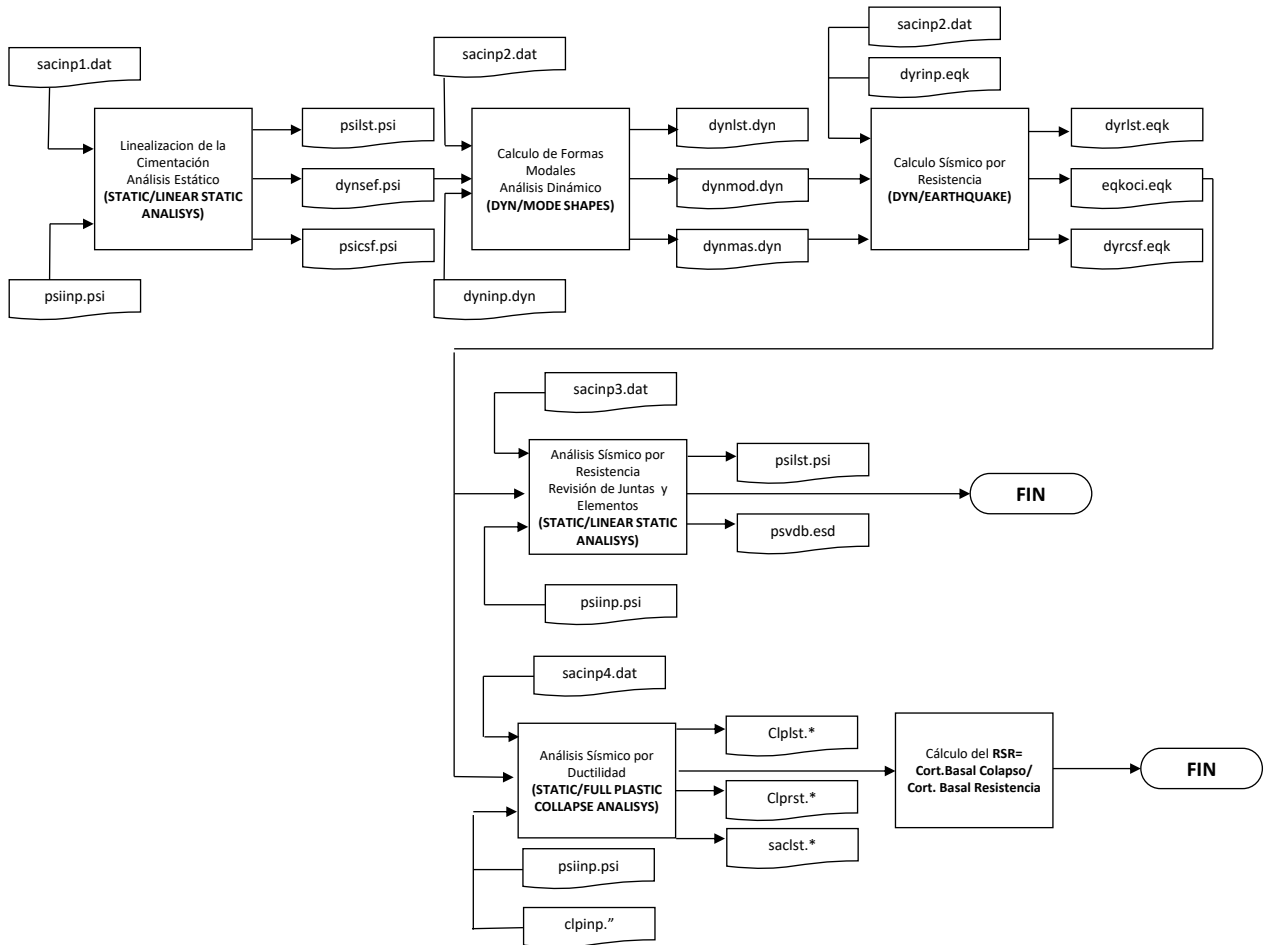


Figura 2.4 Diagrama de Flujo de la Metodología del Análisis Sísmico. (Propiedad de CPI Ingeniería y Administración de Proyectos)

## II.VI.I Linealización del suelo para cimentación.

El primer paso a seguir es la linealización del suelo.

Puesto que en el análisis dinámico se emplea una teoría lineal, la no linealidad de la cimentación (propiedades reales del suelo) se debe de representar con un sistema lineal, lo que se debe de hacer es obtener el súper elemento o cimentación equivalente para cada cabeza de pilote, por lo que se debe hacer un análisis estático con interacción suelo – pilote, para poder hacer uso de dicho módulo, se describen a continuación qué consideraciones toma el software para poder ejecutar la tarea.

- Considera un material elástico lineal y una estructura geométrica lineal y con interacción con las propiedades del suelo y pilote, además de sus propiedades no lineales del suelo.

Incluye también:

- Cargas ambientales generadas por el estado de mar.
- Efectos P-delta donde usa dos pasos en el análisis donde el segundo, incluye en términos de una matriz geométrica no lineal para cada elemento, basada en la correspondiente fuerza axial obtenida en el primer paso.
- Revisión de conexiones tubulares.

### **Procedimiento:**

El procedimiento a seguir para el análisis con el uso del software SACS se define de la siguiente manera.

Se corre un análisis estático con interacción suelo-pilote (PSI) utilizando los siguientes archivos:

SACINP1.\*

I. Es el modelo estructural que incluye todos los casos de cargas gravitacionales y meteorológicas (viento, corriente y oleaje) aplicadas en ocho direcciones de incidencia a cada 45°, se deben utilizar los parámetros meteorológicos en condiciones de operación. También se deben definir las combinaciones de carga usadas en el análisis en sitio (operación) así como una combinación de carga donde se incluyan únicamente las cargas gravitacionales.

II. PSIINP.\*

El archivo PSIINP.\* contiene la información del suelo y los pilotes. Este archivo es el modelo de la interacción suelo-pilote. Se deben utilizar las curvas P-Y correspondientes a las condiciones dinámicas del reporte geotécnico (generalmente incluidas en el Volumen II). En el caso de no contar con las curvas

dinámicas, se pueden utilizar las curvas estáticas (Volumen I) aplicando un factor del 1.40 para las cargas (P). A este archivo únicamente se le agrega la tarjeta PILSUP (MAX) para especificar la creación del “superelemento” o cimentación equivalente. Las cargas a considerar en el archivo PSIINP.\* pueden ser un mínimo de 2, una para la dirección X y una para la dirección Y, las cuales deben ser especificadas con el mismo nombre (combinaciones) que tienen en el archivo del modelo estructural.

Al realizar la corrida del análisis estático con interacción suelo-estructura se obtiene el archivo DYNSEF.\* (binario) el cual contiene las matrices de rigidez de los superelementos que serán utilizadas posteriormente y el archivo PSILST.\* donde se encuentran las matrices de rigidez de los superelementos.

## **II.VI.II Obtención de propiedades dinámicas.**

Derivado del paso anterior, la linealización de la cimentación deja una serie de archivos de salida que alimentan a su vez al módulo siguiente, llamado “formas modales” de donde se obtienen la masa, la rigidez y las formas modales o modos de vibrar de la estructura, mismos que definen el comportamiento estructural ante las cargas dinámicas.

Las propiedades dinámicas se obtienen a partir de un Análisis Dinámico Modal donde se obtienen las formas modales y sus períodos asociados. En el análisis dinámico se debe incluir la masa asociada a la gravedad, la masa de los fluidos contenidos en las piernas de la estructura y la masa agregada o virtual. Se usa el criterio de masa consistente (distribuida) que es el apropiado para estructuras total o parcialmente sumergidas. Deben generarse suficientes formas modales para asegurar que en el siguiente paso se capture por encima del 90% de la energía. Esto se logra tomando un porcentaje de participación de la masa en los modos de vibración superior al 99% para las direcciones horizontales X y Y, y arriba del 85% para la dirección vertical Z.

Extrae el número de formas modales especificadas por el orden creciente de las frecuencias.

Las opciones que incluye son:

- Modelado de las propiedades hidrodinámicas y casos de carga convertidas en masas.
- Generación de datos de los modos de vibrar además de manera visual e interactiva en un archivo para visualizarlos.

### **Procedimiento:**

Para realizar este análisis se debe ejecutar un análisis dinámico en el módulo DYN/EXTRACT MODE SHAPES. Se requieren los siguientes archivos:

## I. SACINP2.\*

Es el modelo estructural con el cual se realizó la linealización de la cimentación. Solo incluye cargas gravitacionales, se deben especificar la instrucción (DOF-222000) en las juntas donde serán concentradas las masas, así como algunas opciones dinámicas dentro de las tarjetas LDOPT (DYM Especifica que es un análisis sísmico modal), OPTIONS (I especifica como dato requerido la cimentación equivalente) y (DY especifica que es un análisis dinámico). Dentro de este archivo también se especifica la instrucción LCFACT (definición de los factores de reducción de cargas en carga viva, carga de equipos y carga de fluidos).

## II. DYNINP.\*

Es un archivo de control que contiene las instrucciones para el cálculo de las formas modales en la tarjeta DYNOPT (número de formas modales a calcular), así como los factores de bloqueo en pilotes GROVR (Especificar OD de 0.001 en W.B y pilotes), esto con el fin de no duplicar la masa de líquido atrapado dentro de los pilotes-piernas.

Al realizar la corrida mediante el módulo antes mencionado con los archivos SACINP2.\* , DYNOPT.\* y DYNSEF.\* se obtienen los archivos de salida: DYNMOD.\* (binario) el cual contiene las formas modales y el archivo DYNMAS.\* (binario) el cual contiene la matriz de masas; ambos archivos se utilizarán posteriormente. También se genera el archivo de texto DYNLIST.\* en donde se pueden consultar las propiedades dinámicas obtenidas.

### **II.VI.III Respuesta dinámica.**

Con las propiedades dinámicas y por medio del Método del Espectro de Respuesta se obtienen las cargas de sismo estáticas equivalentes en diferentes direcciones.

En este paso se obtiene la respuesta dinámica de la estructura bajo la aplicación del espectro sísmico de la especificación técnica P.2.0130.01-2015. Dentro de este análisis se calculan los cortantes basales y los momentos de volteo, que experimenta la estructura por la acción de las cargas sísmicas.

Se debe tomar en cuenta que el sismo contiene tres componentes ortogonales de movimiento que ocurren simultáneamente, por lo tanto, debe incluirse el espectro en las tres direcciones y la respuesta global combinada debe ser obtenida mediante el método de la combinación cuadrática completa CQC. El coeficiente de amortiguamiento será del 5% del crítico.



Realiza el análisis sísmico dinámico elástico lineal con un espectro de respuesta, del cual puede estar basado intrínsecamente con el API o usar en su defecto otro espectro.

Las opciones que incluyen son:

1. Combinación de esfuerzos sísmicos con esfuerzos generados en previos módulos o análisis.
2. Generación de cargas sísmicas equivalentes al estático de cortante basal máximo.

### **Procedimiento:**

Para realizar este análisis se debe ejecutar un análisis sísmico en el módulo DYN/EARTHQUAKE. Se requieren los siguientes archivos:

#### **I. SACINP2.\***

Básicamente este modelo es el mismo que se ha empleado en el paso 2 de este documento (obtención de propiedades dinámicas) conservando sus características dinámicas antes descritas.

#### **II. DYRINP.\***

El archivo DYRINP.\* contiene las instrucciones y la información del espectro de diseño a nivel de resistencia para un coeficiente de amortiguamiento del 5% para el cálculo de las fuerzas sísmicas. Se realiza la corrida en el módulo antes mencionado con los archivos SACINP.\*, DYRINP.\* y PSICSF.\* (archivo binario de solución común calculado en la sección 1 de este documento).

De esta corrida se genera el archivo EQKOCI.\* que es el archivo que contiene las cargas estáticas equivalentes a las cargas sísmicas, con las cuales se realizarán las corridas finales para la revisión de juntas y elementos.

### **II.VI.IV Revisión estructural a nivel de resistencia.**

El análisis sísmico a nivel de resistencia, se combinan las cargas gravitacionales y las cargas sísmicas en un análisis lineal para obtener la respuesta de la estructura. Esta combinación se realiza en dos pasos, el primero de ellos es con las cargas sísmicas con factor de 1.00 para revisión de elementos secundarios, y una segunda revisión con las cargas sísmicas con factor de 2.00 para revisión de juntas tubulares y elementos principales.

Se debe aplicar un factor de incremento de esfuerzos permisibles de 1.70 de acuerdo con lo que indica la especificación técnica P.2.0130.01-2015.<sup>1</sup>

Tipo de análisis	Factor de incremento de esfuerzos permisibles
Tormenta	1.33
Operación	1.00
Sismo	1.70
Carga a la barcaza	1.00
Izaje	1.00
Transportación	1.33
Lanzamiento	1.00
Estabilidad en el fondo marino	1.33 cargas gravitacionales con oleaje y corriente 1.00 sólo cargas gravitacionales

6

*Figura 2.5 Factores de incremento de esfuerzos permisibles.*

### Procedimiento:

Se corre el análisis estático en el módulo STATIC/LINEAR WITH PSI, utilizando los siguientes archivos.

#### I. SACINP3.\*

Modelo estructural que incluye las cargas gravitacionales empleadas en las diferentes etapas del análisis sísmico por resistencia y se adicionan las cargas generadas en el archivo EQKOCI.\* para las diferentes direcciones de la acción de sismo que hayamos calculado en el paso 3 de este documento. Incluye las combinaciones de carga para cada una de las direcciones de acción del sismo y se colocan algunas instrucciones (incremento de esfuerzos) para realizar el análisis.

II. PSIINP.\* Archivo que contiene la información del suelo, este archivo es un modelo con la interacción suelo-pilote, el cual es casi el mismo que se ha utilizado en el primer paso de este análisis sísmico.

Este análisis se realiza en el programa SACS STATIC/LINEAL STATIC ANALISYS.

Al realizar la corrida del análisis estático (cargas gravitacionales y sísmicas) con interacción suelo-estructura se obtiene el archivo PSILST.\*, el cual contiene todos los resultados del análisis, tales como el resumen de cargas, los desplazamientos nodales, las reacciones en los apoyos, los esfuerzos, etc.

<sup>6</sup> PEMEX. Tabla 8.1-1 Factores de incremento de esfuerzos permisibles. [Tabla]. P.2.0000.02:2006 Plataformas Marinas Fijas de Perforación, 2da ed. México, s.e., 2006, p.15.

## II.VI.V Revisión por colapso.

Se realiza incrementando las cargas gravitacionales hasta el 100% y posteriormente incrementando las cargas sísmicas hasta llegar al colapso de la estructura. Esta etapa del análisis se debe realizar para cada una de las 3 direcciones de incidencia de cargas sísmicas consideradas.

Se aplican en forma incremental, las cargas gravitacionales en primera instancia y posteriormente las cargas debidas al sismo. Se analizarán las tres direcciones más desfavorables, una coincidiendo con la dirección X de la plataforma, otra con la dirección Y, también una dirección diagonal XY.

Por lo tanto, se debe hacer un análisis de este tipo para cada dirección considerada, puesto que en cada dirección el cortante basal de referencia y el cortante basal de colapso son diferentes, consecuentemente, el factor de reserva de resistencia (RSR) también cambia. El factor de reserva de resistencia (RSR) es la relación entre la carga última de colapso de la estructura (obtenida en este paso) y la carga de referencia (calculada en el análisis sísmico por resistencia).

### **Procedimiento:**

Para realizar este análisis es necesario correr el módulo STATIC/FULL PLASTIC COLLAPSE ANALYSIS. Se requieren los siguientes archivos:

#### I. SACINP4.\*

En el archivo de la estructura se conservan las cargas gravitacionales (GRAV) empleadas en las diferentes etapas del análisis sísmico y se adiciona la carga generada en el archivo EQKOCI.\* (la correspondiente a la dirección analizada), definida como EQK.

#### II. CLPINP.\*

El archivo CLPINP.DAT contiene la información de la secuencia de incremento de cargas (pushover) en las dos condiciones de carga (gravitacional y sísmica), así como los grupos de elementos y placas que van a ser excluidos del análisis. Estos grupos no se consideran como elementos elásticos con la finalidad de que no intervengan en el mecanismo de colapso de la estructura.

#### III. PSIINP.\*

El archivo PSIINP.\* contiene la información del suelo, este archivo es un modelo con la interacción suelo-pilote, el cual es el mismo que se ha utilizado en el análisis en sitio.

La corrida se realiza con el módulo antes mencionado con los archivos SACINP4.DAT, CLPINP.DAT y PSIINP.DAT y se realiza de la siguiente manera: 1) Se aplica la carga

gravitacional en incrementos de 10% hasta alcanzar el 100% de la carga gravitacional, 2) Se aplica la carga sísmica en incrementos del 5% hasta alcanzar el 120% de la carga sísmica, y 3) Se continúa aplicando la carga sísmica en incrementos del 2% hasta alcanzar el colapso de la estructura o un factor de 10 veces la carga sísmica. Una vez aplicada la carga a la estructura, esta llega a un límite de incrementos de carga y se produce el colapso estructural, cuando llegamos a este punto el análisis nos arroja un archivo de resultados CLPLST.\* en el cual podemos encontrar el cortante último presentado al colapsar nuestra estructura, CLPRST.\* Archivo de resultados gráficos del colapso de la estructura.

Por lo tanto, una vez obtenidos los valores de cortante último y de referencia podemos calcular el factor de reserva de resistencia (RSR) para las tres direcciones de cargas analizadas. Los valores del RSR obtenidos deben ser mayores que los especificados en las “Figura 2.6 Factores de reserva de resistencia (RSR) mínimo requerido para el análisis a nivel de ductilidad (diseño)” y “Figura 2.7 Parámetros de evaluación para estructuras instaladas”, ambos de la especificación P.2.0130.01:2015.

Región	Categoría de exposición	RSR Diseño
Sonda de Campeche	Muy Alta	1.6
Región Norte	Alta	2.1

*Figura 2.6 Factores de reserva de resistencia (RSR) mínimo requerido para el análisis a nivel de ductilidad (diseño).*

PARÁMETROS PARA EVALUACIÓN	CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN			
	BAJA	MODERADA	ALTA	MUY ALTA
Altura de la ola de diseño, altura de ola para análisis de resistencia última y parámetros asociados a la altura de ola.	Tomar información del anexo A.			
Factor de reducción de carga (LFR), 8 piernas o más.	0.76	0.84	0.9	0.96
Factor de reducción de carga (LFR), 6 piernas o más.	0.79	0.88	0.93	1
Factor de elevación mínima de la cubierta inferior <sup>1</sup> (ver Fig. 5).	0.81	0.84	0.87	0.9
RSR mínimo requerido para plataformas.	1.3	1.4	1.5	1.6
RSR mínimo con impacto de ola en cubiertas.	1.4	1.6	1.7	1.8
Parámetros hidrodinámicos adicionales.	Usar la ISO 19902, 1° Edición, Sección 9.5 o el API-RP-2A (WSD), 21° Edición (ver la Sección 8.5.1 de este documento para definiciones especiales).			

Nota 1. Esta elevación corresponde a la elevación del paño inferior de la trabe o armadura más peraltada de la cubierta inferior de la plataforma. Se obtiene multiplicando este factor por la altura de ola de diseño del Anexo A.

*Figura 2.7 Parámetros de evaluación para estructuras instaladas.*

<sup>7</sup> PEMEX. Tabla 7 Factor de reserva de resistencia (RSR) mínimo requerido para el análisis a nivel de ductilidad (diseño). [Tabla]. P.2.0130.01 Diseño y evaluación de plataformas fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s. e., 2015, p.18.

<sup>8</sup> PEMEX. Tabla 8 Parámetros de evaluación para estructuras instaladas. [Tabla]. P.2.0130.01 Diseño y evaluación de plataformas fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s. e., 2015, p.19.

### III. ANÁLISIS SÍSMICO PARA UNA PLATAFORMA MARINA FIJA “Xanab-D”.

En los siguientes apartados se explicarán de forma detallada parámetros y consideraciones para realizar el análisis sísmico de la plataforma marina denominada Xanab-D. Los análisis a realizar son los denominados Sísmicos por Resistencia y Ductilidad.

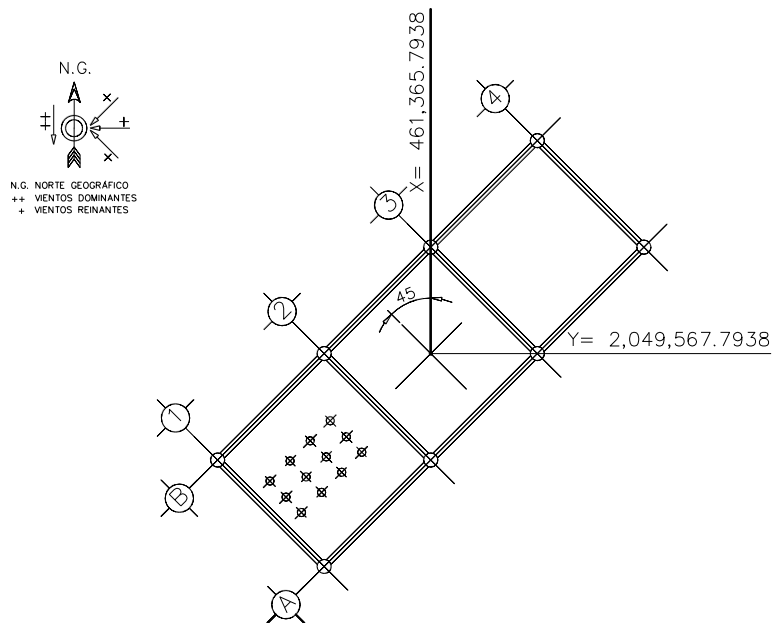
#### III.I CARÁCTERÍSTICAS DEL SITIO DE LOCALIZACIÓN DE LA PLATAFORMA Xanab-D.

La plataforma se encuentra en el campo Xanab que se localiza en aguas territoriales del Golfo de México sobre la Plataforma Continental a 27 kilómetros al N 50°W de la Terminal Marítima de Dos Bocas, Tabasco.

*Tabla 3.1 Localización de la instalación.*

PLATAFORMA	X	Y	TIPO DE ESTRUCTURA	TIRANTE DE AGUA
Xanab-D	461,365.7938	2,049,567.7938	Octápodo	23.8 m

El croquis de localización de la plataforma Xanab-D, se muestra en la “Figura 3.1 Localización de la instalación”.



*Figura 3.1 Localización de la instalación.*

Como una visión global de las plataformas Marinas en México, se anexa la ilustración del activo de producción Litoral Tabasco, en la infraestructura existente del año 2016 y la proyectada a futuro en el año 2030.

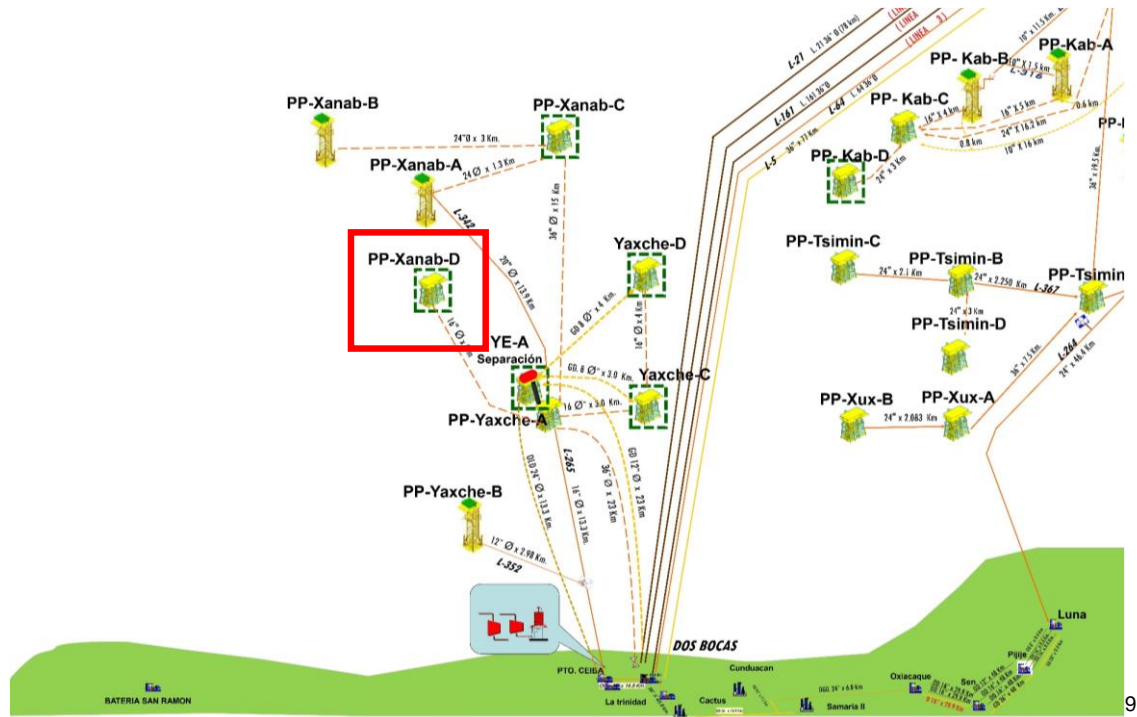


Figura 3.2 Localización de la plataforma Xanab-D. (Propiedad de PEMEX)

### III.II CONSIDERACIONES GENERALES DE LA PLATAFORMA MARINA FIJA Xanab-D.

Se tomarán en cuenta ciertas consideraciones para este proyecto de tesis y en específico para el análisis sísmico que se va a realizar.

#### III.II.I Datos técnicos de la plataforma fija Xanab-D.

La plataforma de perforación marina denominada Xanab-D del tipo fija octópoda tiene capacidad de perforar hasta 12 pozos en la estructura principal (cuenta con doce guías de 106.68 cm Ø [42" Ø]), los cuales se perforarán con equipo fijo de perforación de hasta 5,500 ton.

La plataforma está compuesta principalmente por una superestructura de marcos rígidos en ambas direcciones, consta de dos cubiertas, la superior con funciones de perforación y la inferior de producción; apoyada y conectada en el punto de trabajo sobre pilotes tubulares apoyados bajo el lecho marino, los cuales son arriostrados por una estructura tubular denominada subestructura o Jacket. Todos los elementos serán a base de acero estructural.

<sup>9</sup> Propiedad de PEMEX

1. El tirante de agua para la instalación de la plataforma es de 23.8 m
2. La subestructura será una estructura piramidal de ocho piernas de 185.39 cm (53.5 in) de diámetro exterior, formada de elementos tubulares de acero según se indicará en los planos estructurales de la plataforma que se encuentran en el apartado 9 (Anexos). Los ejes de la Plataforma serán identificados como A y B en el sentido longitudinal y ejes 1, 2, 3 y 4 en el sentido transversal. El espaciamiento de los ejes longitudinales será de 13.716 m. en sentido transversales será de 12.192 m, esto en el punto de trabajo.
3. La subestructura se apoyará sobre el lecho marino, en un tirante de agua de 23.8 m y se cimentará usando pilotes concéntricos a las piernas. Los pilotes serán de 121.92 cm (48 in) de diámetro exterior.
4. La subestructura contará con los siguientes accesorios: dos embarcaderos localizados en los ejes A y B y cinco defensas de piernas, dos protectores de conductores submarinos, orejas de Izaje, elementos de protección catódica (ánodos de sacrificio), placa base de apoyo temporal y guías de pilote
5. El modelo estructural de la subestructura considera todos los miembros estructurales principales que la componen los cuales están indicados en los planos estructurales que se encuentran en el apartado 9 (Anexos).

### **III.II.II Mecánica de suelos para la cimentación.**

Se tiene como información de la mecánica de suelos del sitio de ubicación de la plataforma de perforación Xanab-D un reporte geotécnico donde se incluyen las curvas P-Y de las condiciones dinámicas que se tendrán del reporte geotécnico, el cual se encuentra en los anexos.

El reporte de investigación geotécnica utilizado para la realización del análisis es: Reporte Final de Investigación Geotécnica. Sondeo Xanab-B Bahía de Campeche, Volumen I. Criterios para diseño Sísmico.

El reporte de mecánica de suelos específicamente es de un sitio cercano a la plataforma Xanab-D, el cual no corresponde al sitio de origen de la plataforma fija Xanab-D, dicho reporte geotécnico corresponde al sitio donde se encuentra la plataforma Xanab-B.

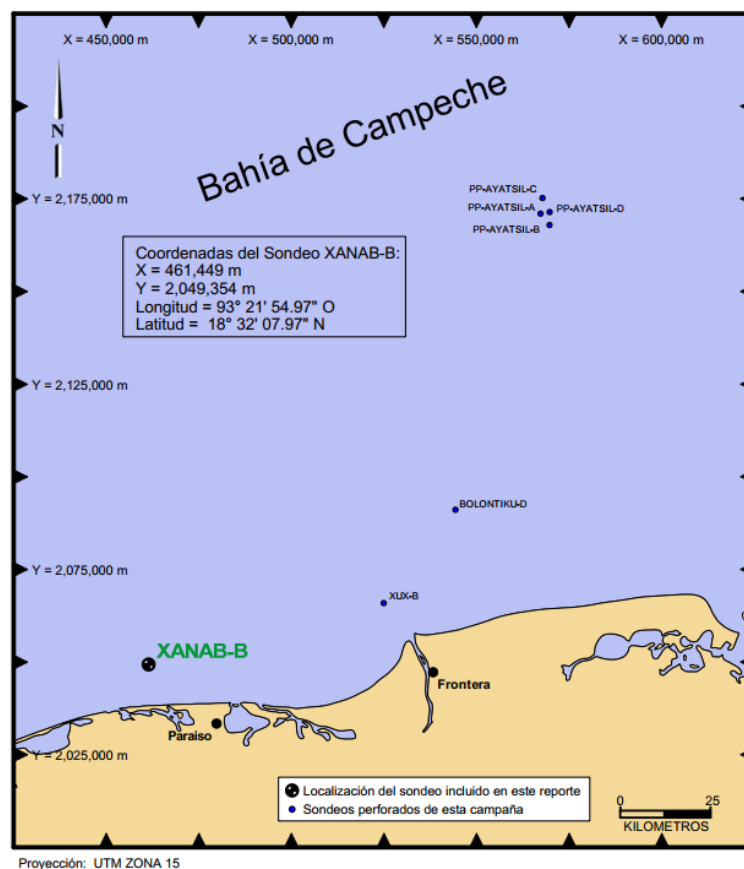
La investigación geotécnica de campo se llevó a cabo del 21 al 23 de junio de 2011, utilizando la embarcación OSV HOS Lode Star con sistema de posicionamiento dinámico (DP).

## Sondeos Exploratorios

La profundidad final de la investigación geotécnica fue de 131.2 m por debajo del fondo marino. La investigación geotécnica se completó en dos sondeos combinados. El primer sondeo involucró la perforación y muestreo a intervalos cortos de aproximadamente 0.9 m desde el fondo marino hasta 12.3 m y de aproximadamente 1.5 m de 12.3 a 24.4-m de penetración. El segundo sondeo (principal) se perforó para muestrear y realizar pruebas in situ de PCPT desde 0.0 m hasta la profundidad final del sondeo. Las coordenadas de los sondeos junto con sus intervalos de penetración, muestreo y pruebas in situ correspondientes, se presentan a continuación:

*Tabla 3.2 Localización de sondeos de Xanab-B*

Localización	Coordenadas en UTM Zona 15	Coordenadas Geográficas	Muestreo/Pruebas In Situ
1 <sup>er</sup> Sondeo	X = Este 461,455 m Y = Norte 2,049,359 m	Longitud 93° 21' 54.78" O Latitud 18° 32' 08.13" N	Muestreo de 0.0 a 24.4 m
2 <sup>do</sup> Sondeo (Principal)	X = Este 461,449 m Y = Norte 2,049,354 m	Longitud 93° 21' 54.97" O Latitud 18° 32' 07.97" N	Muestreo de 27.7 a 131.2 m PCPT de 0.0 a 128.0 m



*Figura 3.3 Plano detallado del área de sondeo: Xanab-B. Bahía de Campeche, México. (propiedad de Fugro Chance de México S.A. de C.V.)*



## Estratigrafía del Suelo

Un resumen de los estratos principales de suelo en la localización del sondeo se presenta a continuación:

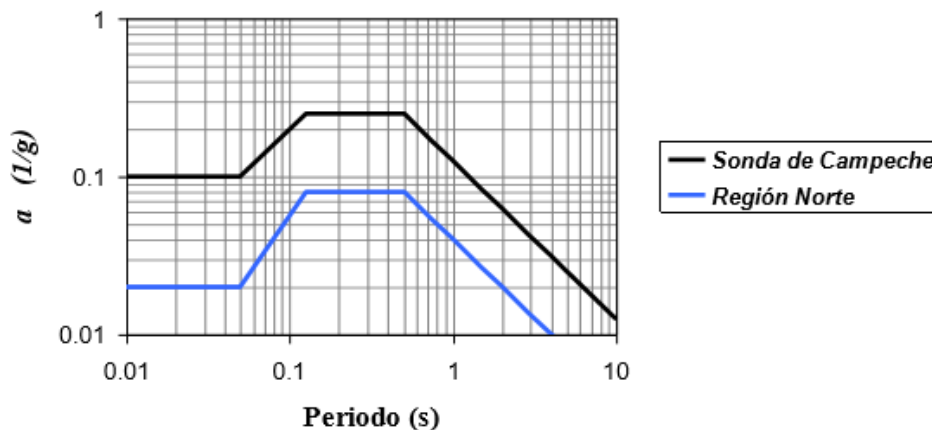
<u>Estrato</u>	<u>Penetración, m</u>		<u>Descripción</u>
	<u>De</u>	<u>A</u>	
I	0.0	24.1	Arena fina limosa a fina medio compacta a compacta
II	24.1	35.4	Arcilla muy firme a dura
III	35.4	52.7	Arena fina medio compacta a compacta
IV	52.7	76.5	Arena fina limosa a fina compacta
V	76.5	94.5	Arcilla dura
VI	94.5	107.0	Arena arcillosa medio compacta a compacta
VII	107.0	131.2	Arena fina limosa a fina medio compacta a compacta

Del reporte geotécnico se tomó la información de las propiedades dinámicas para generar el Modelo de la Cimentación que se explicará en el apartado 5.9 Archivo de entrada de la Plataforma Fija Xanab-D.

### III.III PARÁMETROS SÍSMICOS PARA EL DISEÑO.

Como se describe en la Norma de Pemex P.2.0130.01-2015, que a su vez, hace referencia al API en su edición 21, existen ciertos parámetros que satisfacer para poder llevar a cabo un análisis sísmico; en general, la plataforma debe estar diseñada para poder asegurar que la plataforma no está en peligro estructural, con las dimensiones correctas y rigideces suficientes ante la presencia de un sismo razonable con una probabilidad de ocurrencia y que su intensidad no sea excedida durante la vida útil de la plataforma. El análisis de ductilidad se realiza para comprobar que la plataforma Xanab-D y todas las que sean instaladas en México, poseen la reserva de capacidad suficiente para prevenir el colapso durante los movimientos que un sismo raro e intenso pudiera provocar, sin perder de vista que el peligro estructural también puede ocurrir.

En la siguiente ilustración se muestra el espectro de diseño a utilizar para plataformas que serán instaladas, ya sea en la sonda de Campeche o en la Región Norte, según corresponda, pero para efectos de este trabajo, la plataforma Xanab-D le corresponde la Sonda de Campeche como ya se precisó en un inicio.



10

*Figura 3.4 Espectros de diseño a nivel de Resistencia para un coeficiente de amortiguamiento crítico de 5% (200 años de periodo de retorno).*

Para esto, hay unas consideraciones preliminares que comprobar:

Evaluación de la actividad sísmica. Se toman en cuenta la información del tipo de fallas en donde será instalada la plataforma, un buen estudio de suelos nos da información importante de qué tanta energía podría disipar el suelo conforme se atenúa el sismo, también es indispensable saber el registro histórico de los sismos que han ocurrido en el sitio de interés.

Evaluación de zonas con baja actividad sísmica. Se debe tomar en cuenta que el Golfo de México es una zona con muy poca actividad sísmica, por tanto, es un factor que influye poco y por tanto, el espectro de diseño es pequeño en cuanto a aceleraciones se refiere.

### III.IV DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS SÍSMICO POR RESISTENCIA.

En los siguientes párrafos, se hará una descripción de los requisitos que se expresan en el API en su edición 21, y que está referenciado a la normativa de PEMEX, el análisis sísmico por resistencia se revisa en “dos partes” utilizando dos distintas combinaciones de carga, en donde el factor de carga sísmica se ve afectado en dos casos, dicho cambio significa cambios sustanciales en la relación de esfuerzos actuantes, quienes dan a conocer el desempeño de la estructura, como se abordará en los capítulos siguientes, existe la revisión de elementos principales y de elementos secundarios, partiendo de esto, se enuncian a continuación los requisitos para poder llevar a cabo el análisis sísmico a nivel de resistencia.

<sup>10</sup> PEMEX. Espectros de diseño a nivel de resistencia para un coeficiente de amortiguamiento crítico de 5% (200 años de periodo de retorno). [Tabla]. P.2.0130.01 Diseño y evaluación de plataformas fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s. e., 2015, p.18.

Bases de diseño: La plataforma debe estar diseñada para resistir cargas inerciales inducidas, provocadas dichas cargas por un sismo, donde se usa un espectro de respuesta o un espectro de diseño.

Modelo estructural.- Debe contener una distribución de masas asociadas con carga gravitacional, la carga de los fluidos confinados, masas anexadas y cargas adicionales. Las masas deben estar distribuidas en los 3 ejes de referencia, considerando también que una distribución errónea o una concentración de masas en un sitio común, así como una geometría asimétrica y una rigidez no uniforme, contrae efectos torsionales que también deben ser tomados en cuenta.

Respuesta del análisis. - Este apartado se refiere al uso del espectro de respuesta, en donde por medio del análisis modal se obtienen las cargas laterales equivalentes al sismo, además de hacer mención del uso de las combinaciones modales (CQC y SRSS) para poder determinar los modos de vibrar de la estructura, haciendo hincapié que los modos de vibrar principales se encuentran en por lo menos dos ejes del sistema de referencia (X, Y, Z).

La carga sísmica, debe combinarse simultáneamente con solicitaciones ambientales, carga gravitacional, flotabilidad y fuerzas hidrostáticas.

Evaluación de la respuesta.- Se debe considerar tanto carga gravitacional, como ambiental e incluso presión hidrostática para poder realizar el análisis, además de que se debe obtener el comportamiento de los pilotes y el suelo, cuyo estudio se realiza con un método alternativo específico para la interacción del suelo y la estructura, en donde se determina que los pilotes que son confinados por la subestructura (Jacket) tienen las dimensiones correctas, tanto diámetro como espesor y cumplen con la capacidad axial y tienen buena respuesta ante fuerzas laterales.

### **III.V DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS SISMICO POR DUCTILIDAD.**

Una vez superado el análisis sísmico a nivel de resistencia, se continua al paso final, en donde se debe checar el posible “colapso” de la estructura, haciendo un análisis del tipo “Pushover” en donde se “empuja” a la estructura, por supuesto que la fuerza con la que se provoca el efecto del “empujón” no se realiza de un solo contacto, sino un incremento gradual hasta alcanzar el mecanismo de falla de la plataforma, arrojando como resultado un cortante basal último, que está asociado con un factor de carga sísmica, dicho factor, está normado por PEMEX en la “Figura 2.5 Factores de incremento de esfuerzos permisibles” de este documento, tomada de la especificación técnica P.2.0130.01-2015<sup>11</sup> y que se checará bien su obtención en los apartados siguientes.

---

<sup>11</sup> PEMEX. Tabla 7 Factor de reserva de resistencia (RSR) mínimo requerido para análisis a nivel de ductilidad (diseño). [Tabla]. P.2.0130.01 Diseño y evaluación de plataformas fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s. e., 2015, p.19.

La intención de hacer un análisis sísmico por ductilidad es para verificar que la plataforma tiene la suficiente reserva de resistencia ante un sismo raro e intenso, y donde se debe desempeñar de tal forma que no ocurra el colapso de la estructura.

Se deben cumplir con las normas que dicta el API en sus distintos apartados de diseño estructural, debe cumplir con una relación de esbeltez máxima de 80 para miembros de refuerzo diagonal en miembros verticales principales (arriostramientos).

Adicional a las cargas que se deben considerar, también hay que ser cuidadosos con las solicitaciones adicionales que se presentan, es decir, la presencia del efecto P-Delta podría ser interventor directo en el cálculo de los esfuerzos actuantes en la estructura, por tanto, la plataforma debe contener la rigidez suficiente y comprobar que ante desplazamientos elásticos e inelásticos la estructura está diseñada para poder soportar el efecto antes mencionado.

### III.VI MODELO ESTRUCTURAL.

A continuación, se muestra la geometría del modelo empleado (Subestructura y Superestructura) para el análisis sísmico de la plataforma Xanab-D. Inicialmente se presenta la identificación de los nodos e identificación de los grupos de elementos, posteriormente se incluyen las propiedades geométricas y mecánicas de los diferentes grupos de elementos que conforman el modelo estructural de la plataforma.

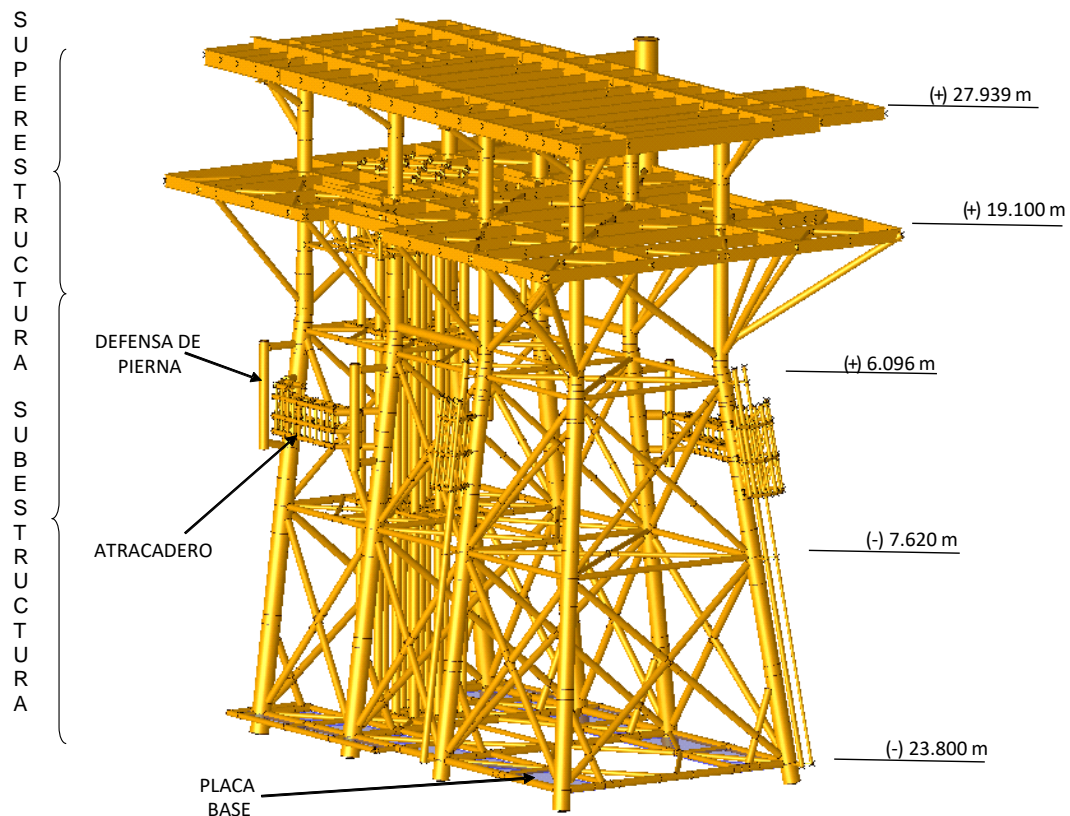


Figura 3.5 Isométrico general de la plataforma Xanab-D.

### **III.VI.I Propiedades geométricas de la plataforma Xanab-D.**

La plataforma marina fija denominada Xanab-D de acuerdo con los planos que se mencionaron en el apartado 5.2 Consideraciones Generales de Plataforma Marina Fija Xanab-D, la geometría y los elementos estructurales están considerados para este análisis.

#### **III.VI.I.I Descripción de la superestructura de Xanab-D.**

La superestructura está integrada por ocho columnas formando dos marcos longitudinales principales (ejes A y B) y cuatro marcos transversales (ejes 1, 2, 3 y 4) con dos niveles de cubiertas principales a base de traveses de sección abierta y sistema de piso con largueros tipo IR; rejilla o placa apoyada sobre éstos, además los barandales serán tubulares en ambas cubiertas.

Las columnas tienen una separación a nivel de puntos de trabajo entre ejes de 12.192 m en sentido longitudinal y de 13.716 m en el sentido transversal.

La cubierta superior tiene una altura de acuerdo con los equipos a instalar. La elevación de las vigas del sistema de piso de la cubierta inferior se proyectará en la Elev. (+19.100) es decir, los niveles a considerar serán los siguientes:

Niveles principales de largueros de cubiertas:

Cubierta superior en la elevación (+) 27.939 m.

Cubierta inferior en la elevación (+) 19.100 m.

Piso del subnivel en la elevación (+) 14.500 m.

El subnivel requerido se estructurará con tirantes y diagonales a base de elementos tubulares apoyados en la cubierta inferior y con su sistema de piso similar al ya indicado.

#### **III.VI.I.II Descripción de la subestructura de Xanab-D.**

La subestructura, tendrá ocho piernas arriostradas en los planos: vertical, inclinado y horizontal (estos últimos serán 4 incluyendo el del lecho marino) con elementos tubulares.

Las dimensiones horizontales a partir del punto de trabajo entre ejes longitudinales son de 12.192 m, y entre ejes transversales de 13.716 m a partir de este punto y hacia abajo, las piernas tendrán una pendiente sencilla de 1:8 en ejes 1, 2 y 3 y doble en eje 4.

Para dar estabilidad temporal a la subestructura contará con placa base de acero.

Niveles de punto de trabajo y arriostramiento:

Punto de trabajo: (+) 7.315 m (24'-00")

Primer nivel de arriostamiento: (+) 6.096 m (20'-00")

Segundo nivel de arriostamiento: (-) 7.620 m (25'-00")

Tercer nivel de arriostamiento: (-) 23.800 m (78'-01 1/3") –nivel de lodos-.

La subestructura contará con varios elementos misceláneos de los cuales mencionaremos los más significativos.

Defensas contra impacto de embarcaciones y dos embarcaderos: Las defensas para piernas serán 8 o en su defecto serán sustituidas por los protectores de ductos según sea el caso y se colocarán en cada columna o pierna, Los embarcaderos por su parte se considerarán dos, cada uno colocado en puntos estratégicos a nivel de mareas de preferencia sobre los ejes longitudinales.

Camisas para succión de agua de mar: El número y la posición será propuesta por el área mecánica y se extenderán desde la cubierta inferior en la elevación (+) 19.100m hasta la elevación (-) 7.62 m. Todas las camisas están soportadas lateralmente en los niveles de arriostamiento localizados en las elevaciones (+) 6.096 m y (-) 7.620 m.

Protectores para ductos ascendentes/descendentes: Se deberán colocar protecciones mecánicas para los ductos ascendentes/descendentes que arriben/salgan a/de esta plataforma con su preparación y presentación desde el patio de fabricación de acuerdo a la orientación y dimensión proporcionada por la ingeniería del ducto y/o Bases de Usuario.

### III.VI.II Identificación de nodos.

El modelo geométrico de la plataforma Xanab-D, considera todos los elementos estructurales principales y secundarios que participan en la rigidez de la estructura; tales como columnas, arriostramientos, elementos diagonales, pilotes, traveses principales, traveses secundarios y elementos de arriostramiento en las cubiertas principales. Además, se incluye la modelación de accesorios, los cuales no aportan rigidez a la estructura, pero su presencia incrementa los efectos ambientales sobre la plataforma marina.

Los nodos utilizados en la generación del modelo estructural de la plataforma tanto en la subestructura, superestructura y accesorios se identifican a continuación.

**Subestructura:** Se presenta a continuación la topología de los nodos de la subestructura que se modeló en SACS®.

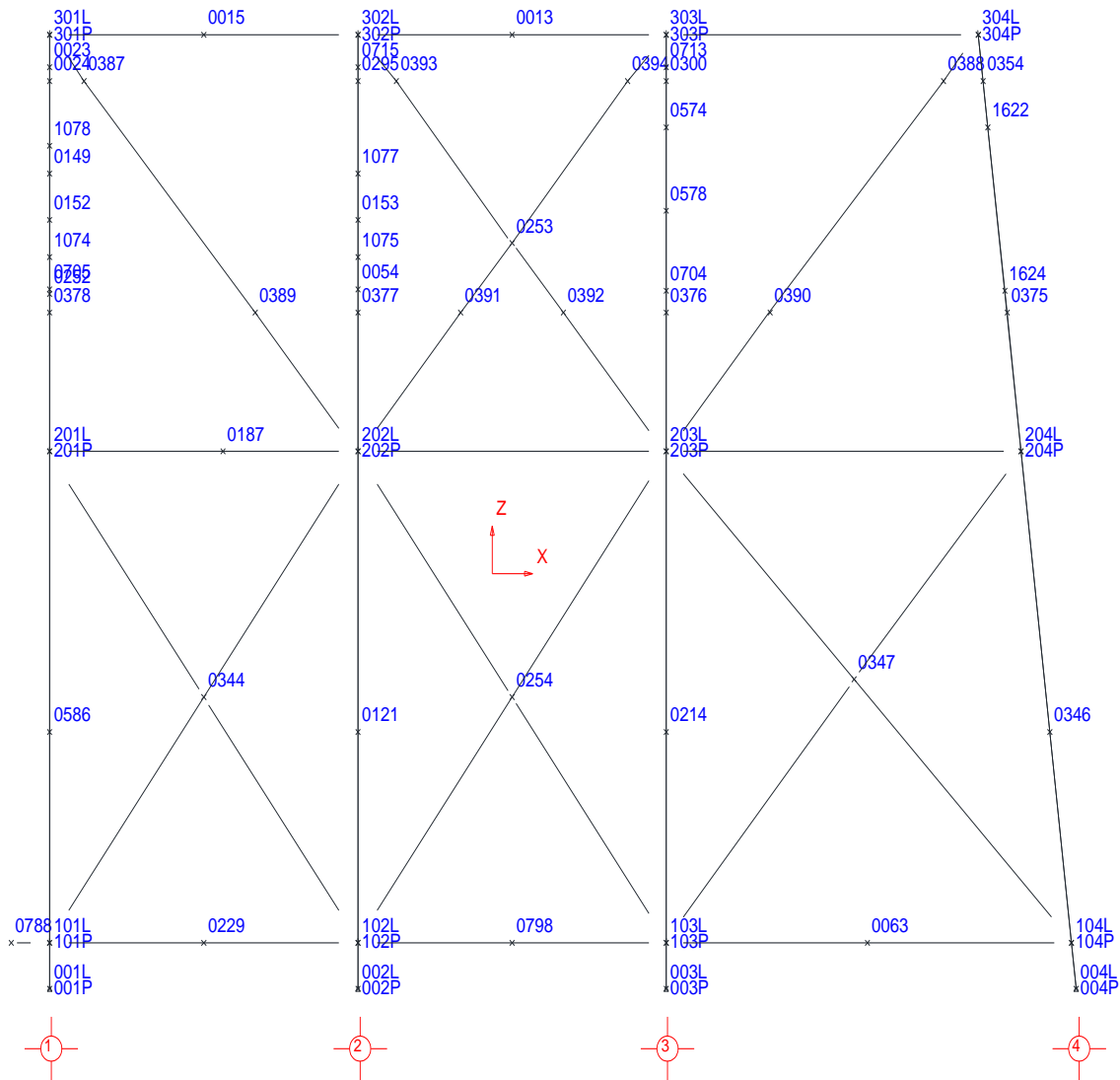


Figura 3.6 Identificación de nodos, Elevación Eje A.

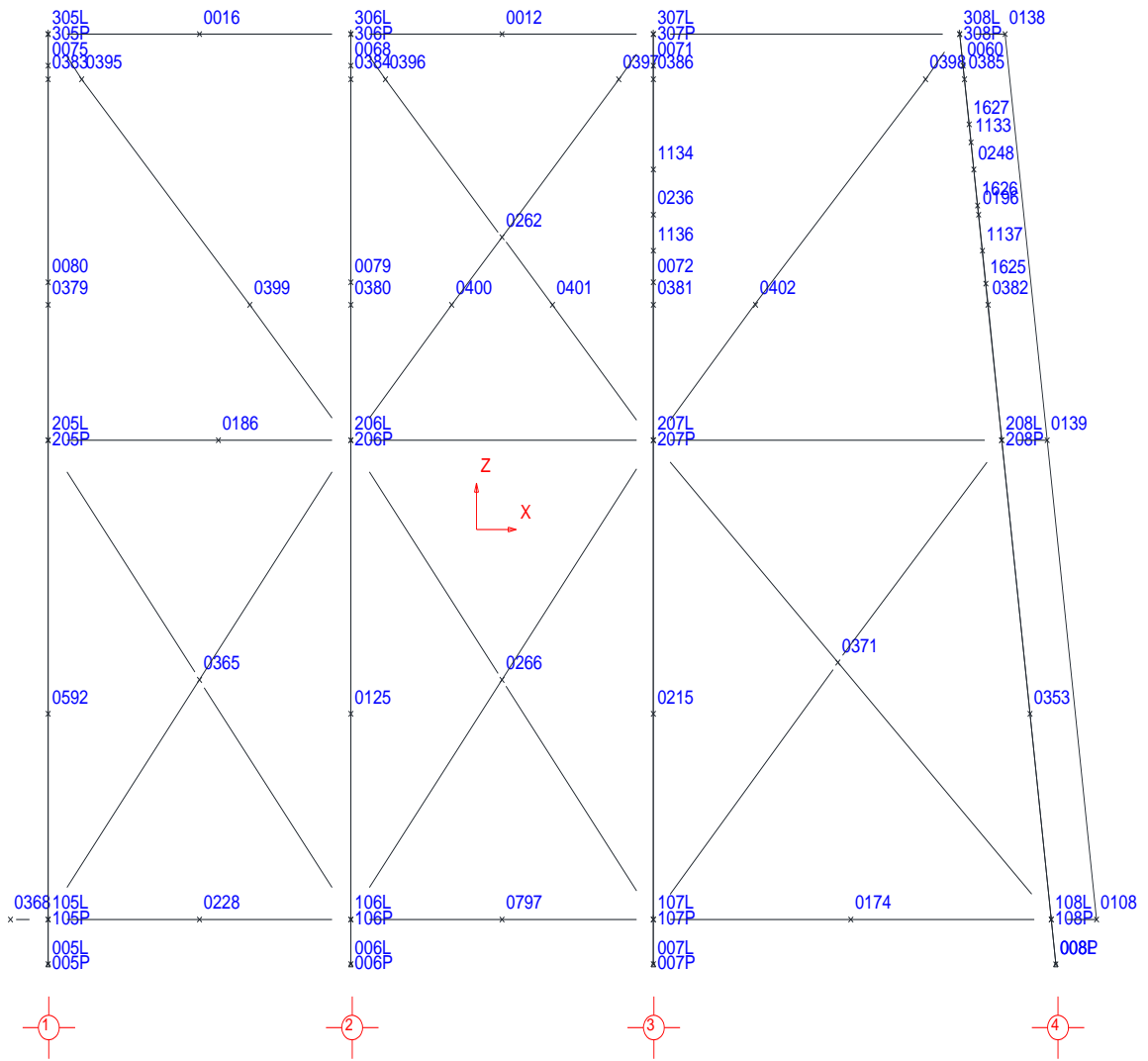


Figura 3.7 Identificación de nodos, Elevación Eje B.



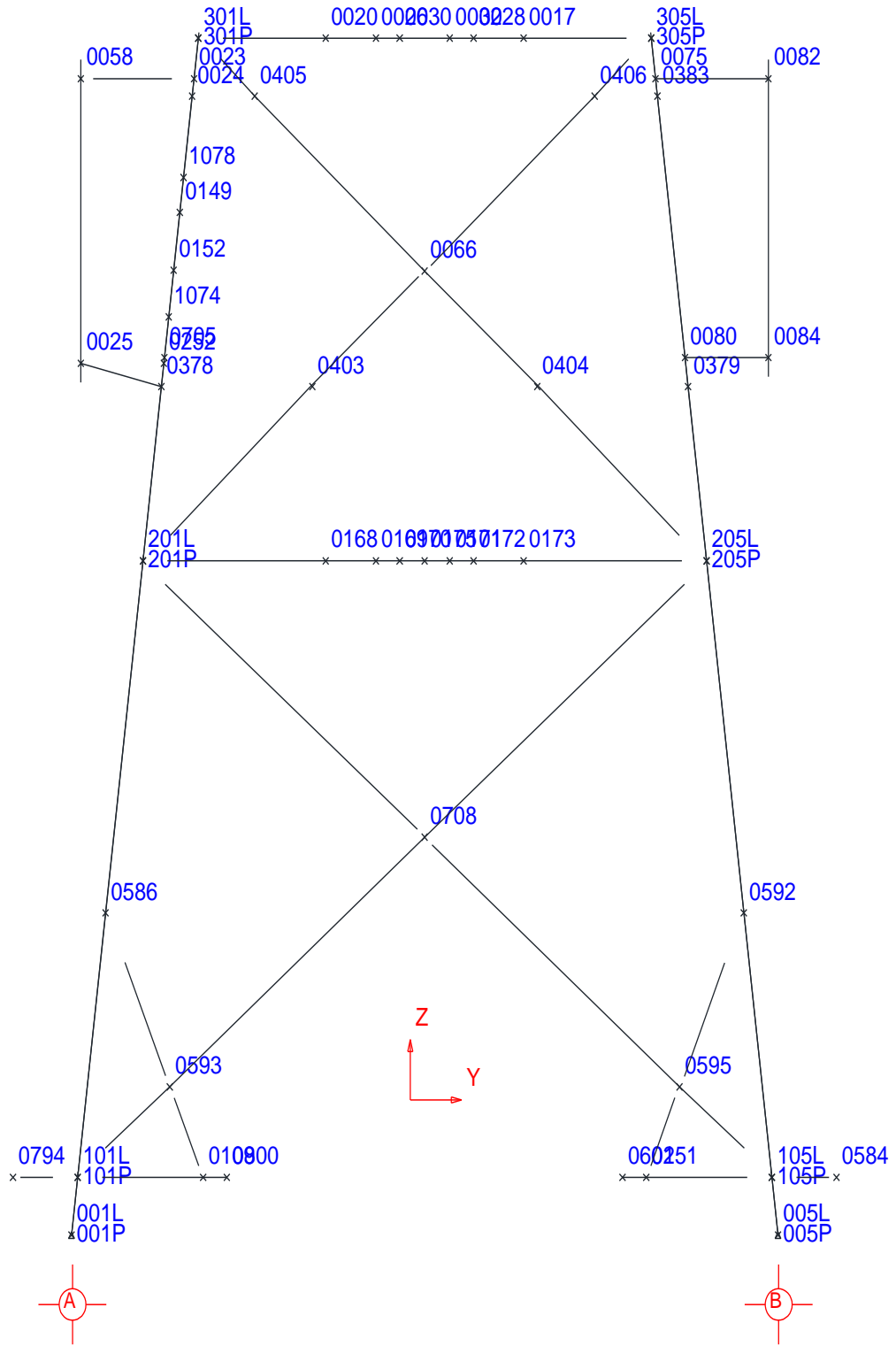


Figura 3.8 Identificación de nodos, Elevación Eje 1.

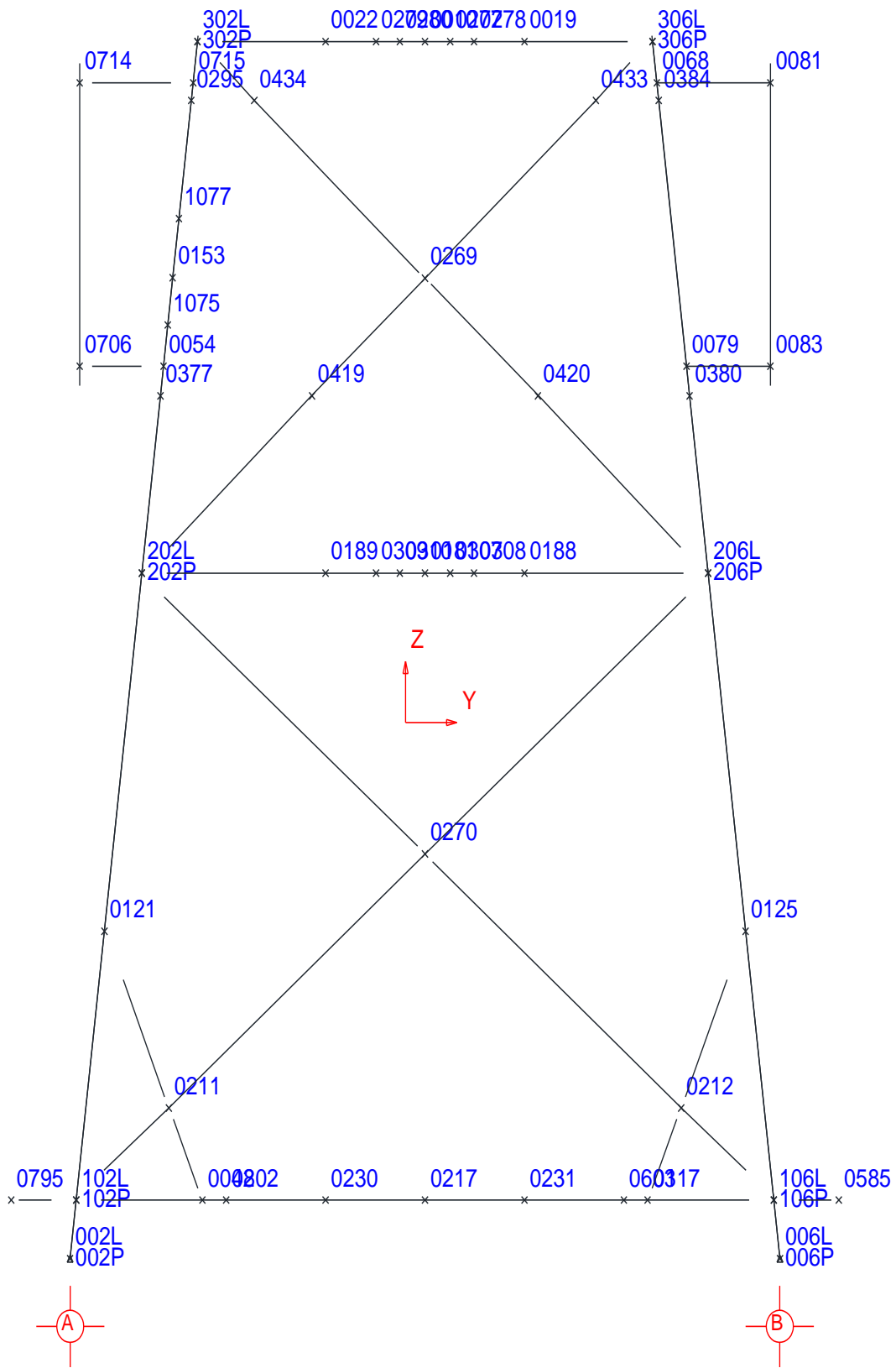


Figura 3.9 Identificación de nodos, Elevación Eje 2.

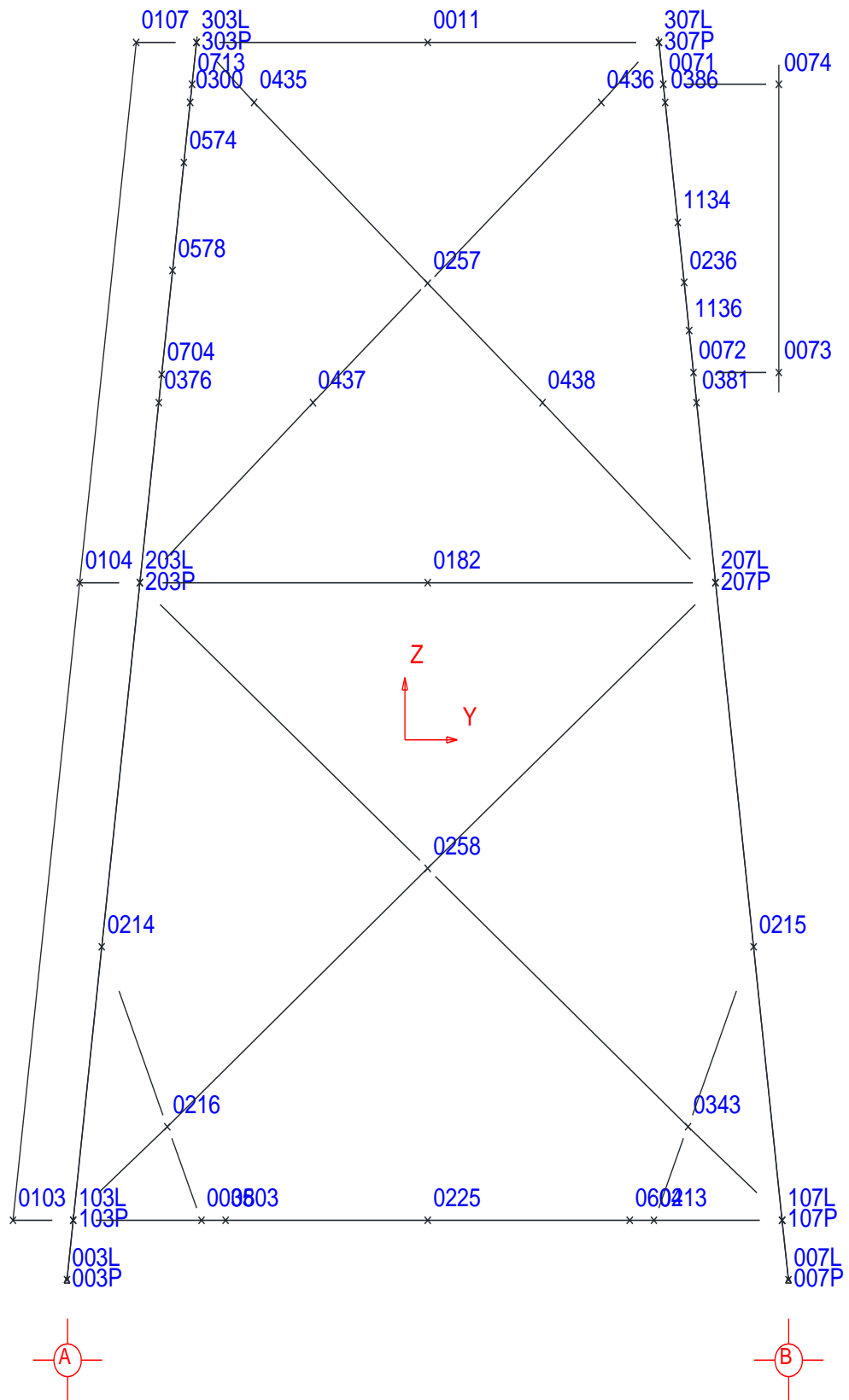


Figura 3.10 Identificación de nodos, Elevación Eje 3.

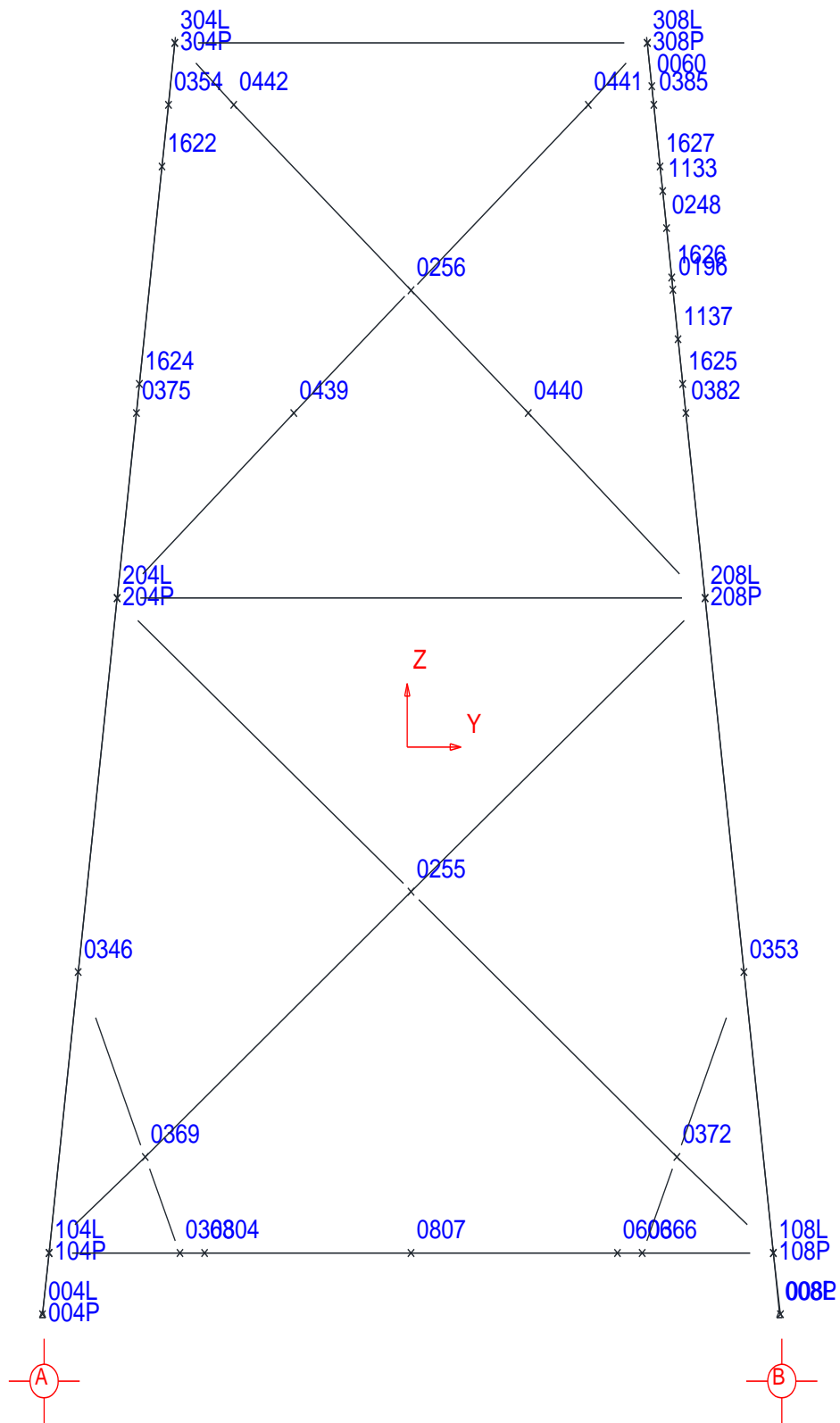


Figura 3.11 Identificación de nodos, Elevación Eje 4.

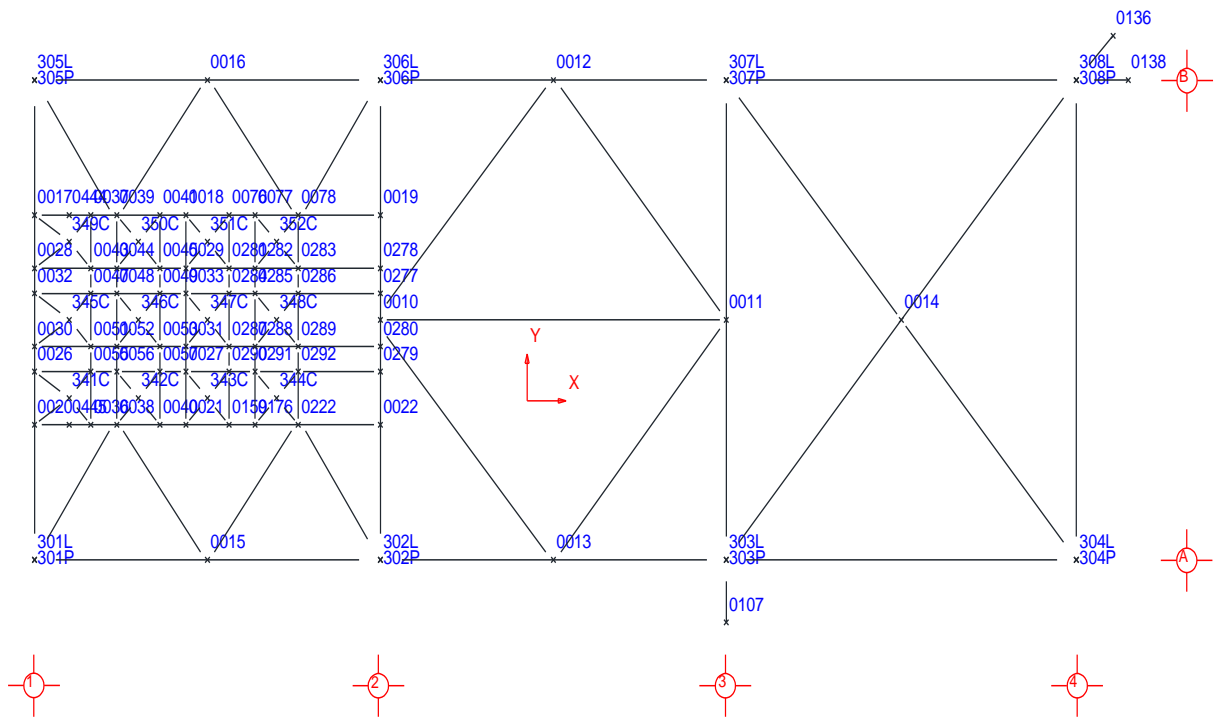


Figura 3.12 Identificación de nodos, Planta Elevación (+) 6.096 m.

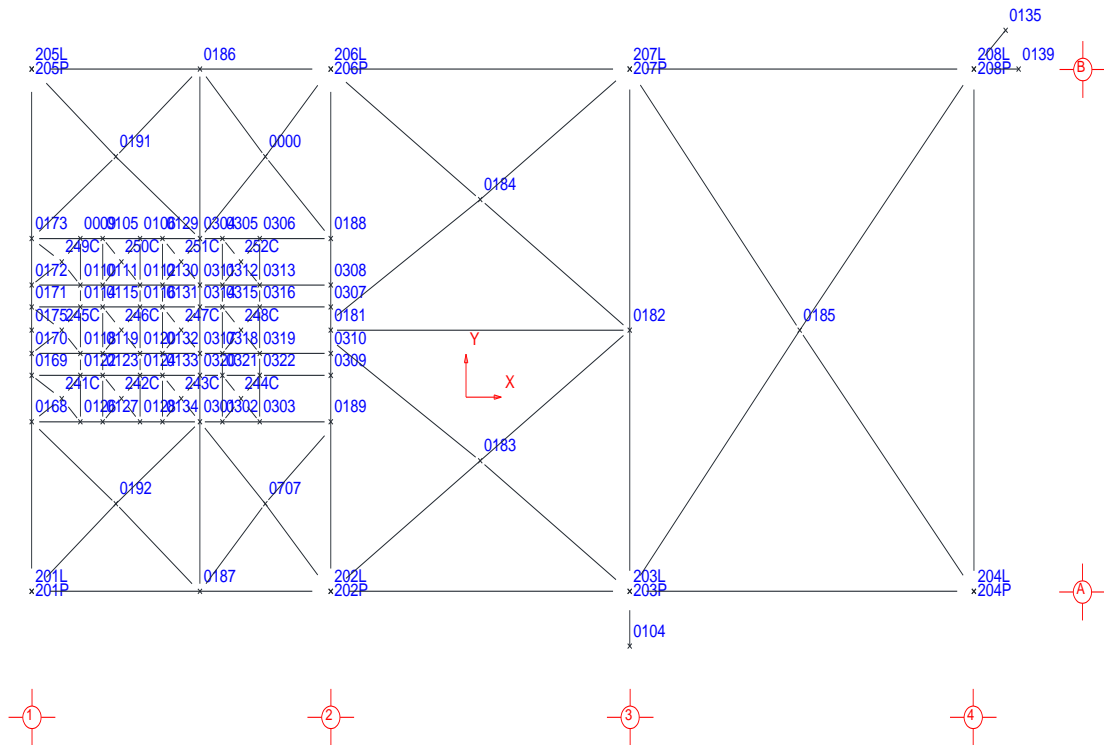


Figura 3.13 Identificación de nodos, Planta Elevación (-) 7.620 m.

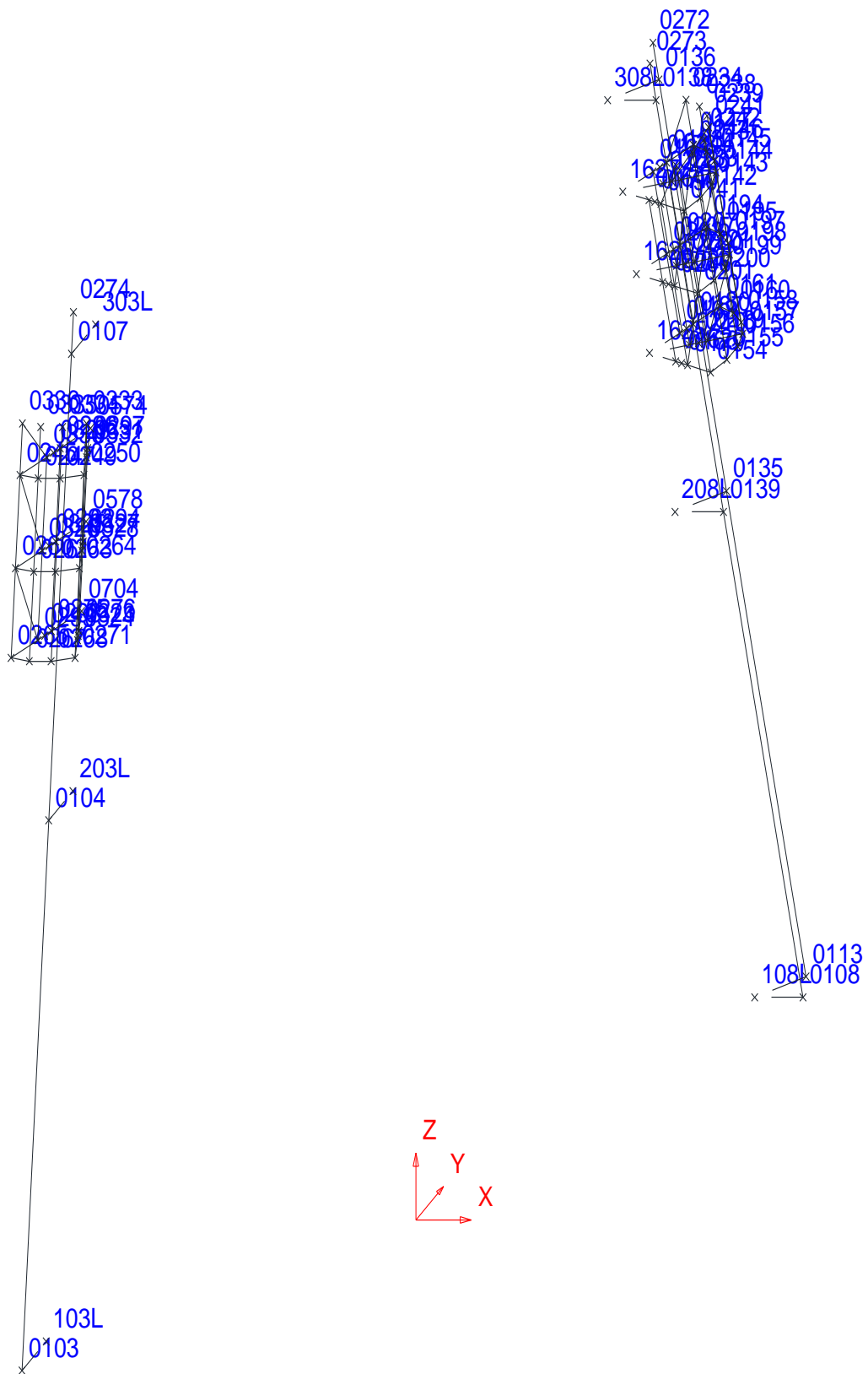


Figura 3.14 Identificación de nodos, Protectores.

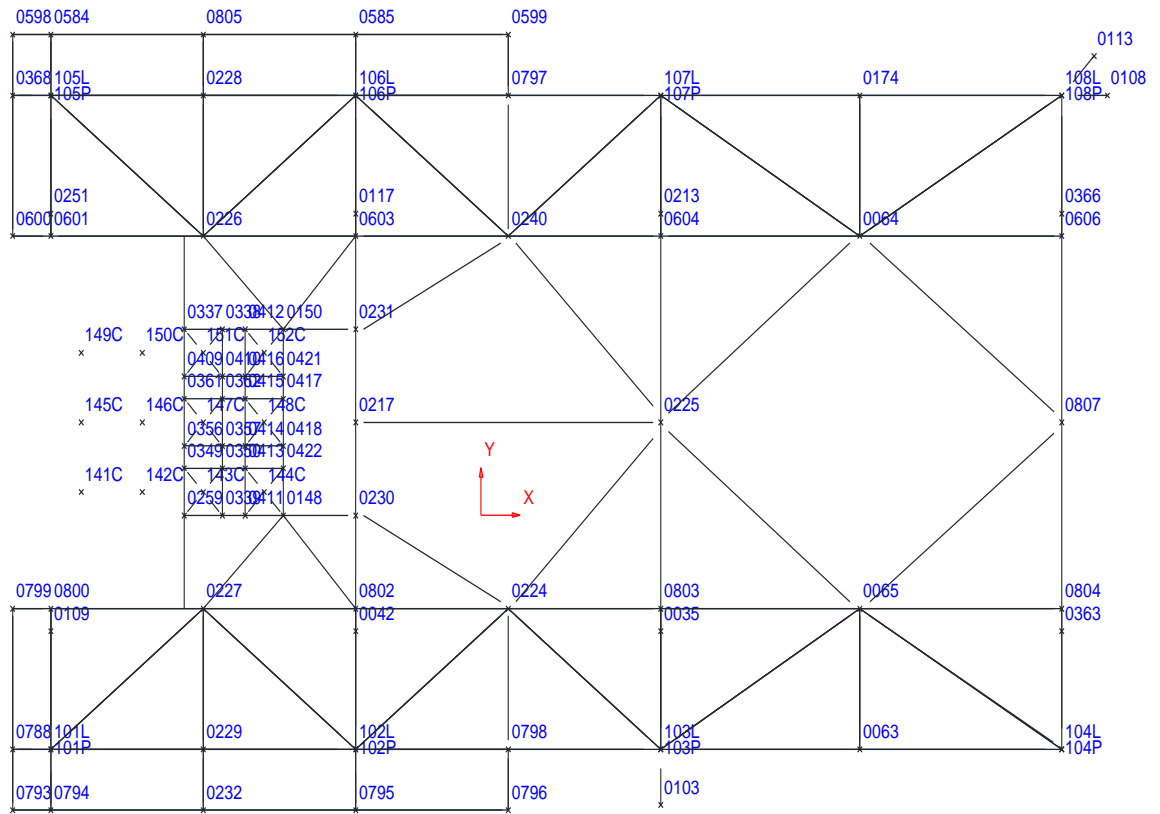


Figura 3.15 Identificación de nodos, Placa Base.

## Superestructura:

Se presenta a continuación la topología de los nodos de la superestructura que se modelos en SACS®.

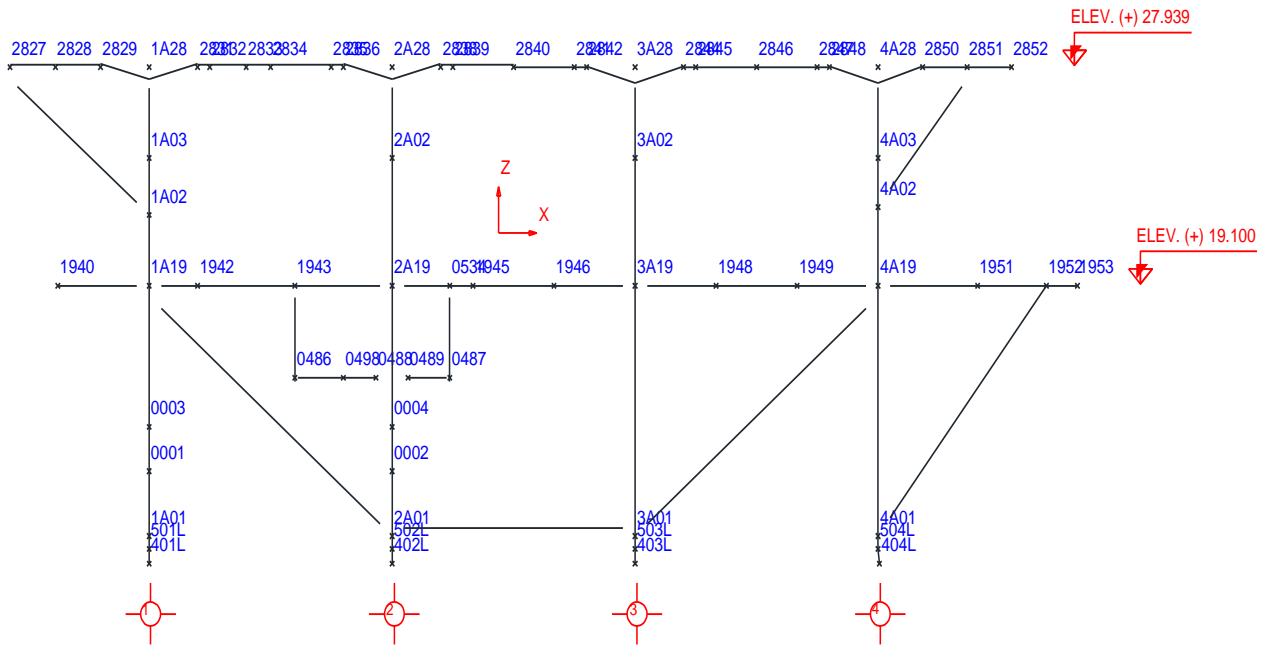


Figura 3.16 Identificación de nodos, Elevación Eje A.

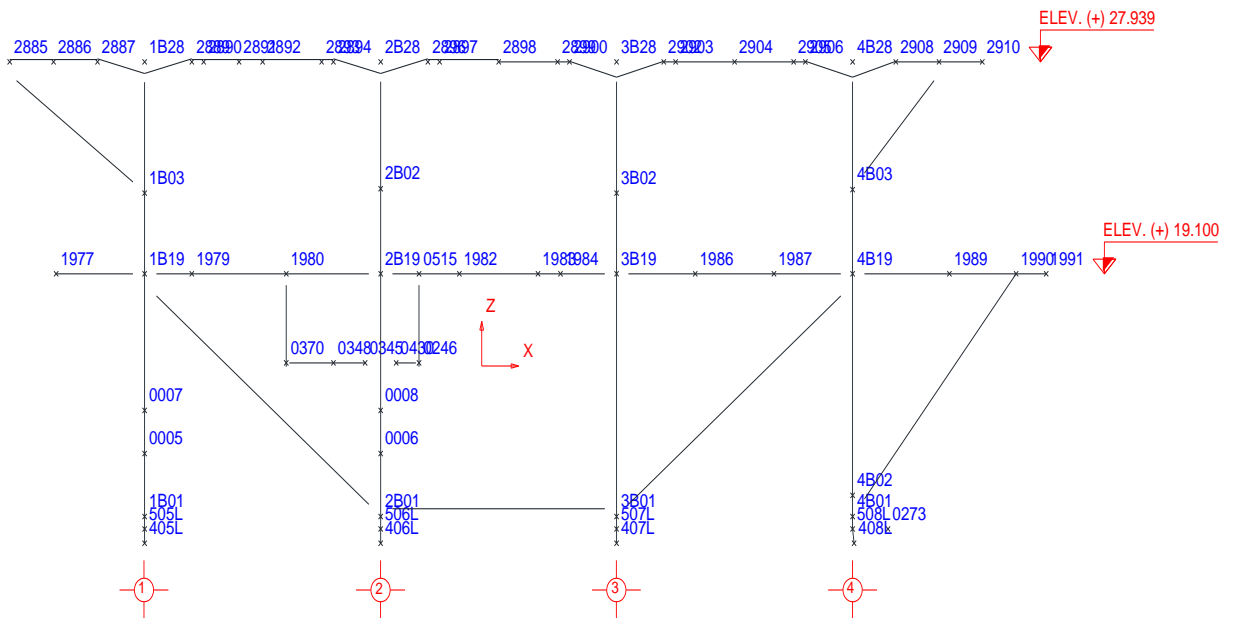


Figura 3.17 Identificación de nodos, Elevación Eje B.



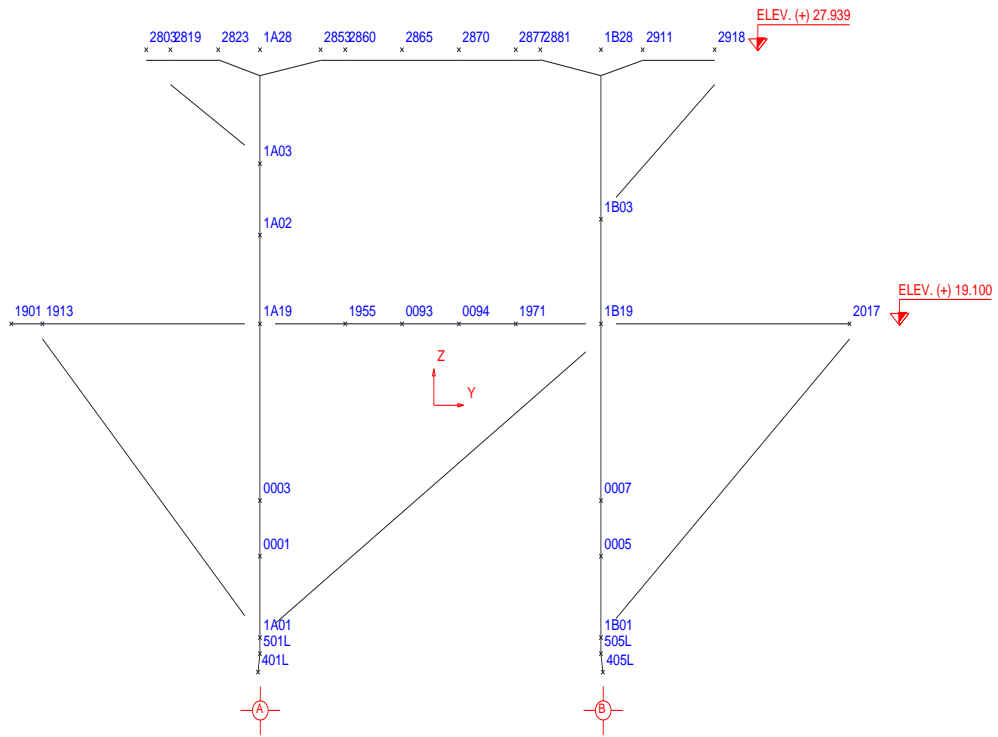


Figura 3.18 Identificación de nodos, Elevación Eje 1.

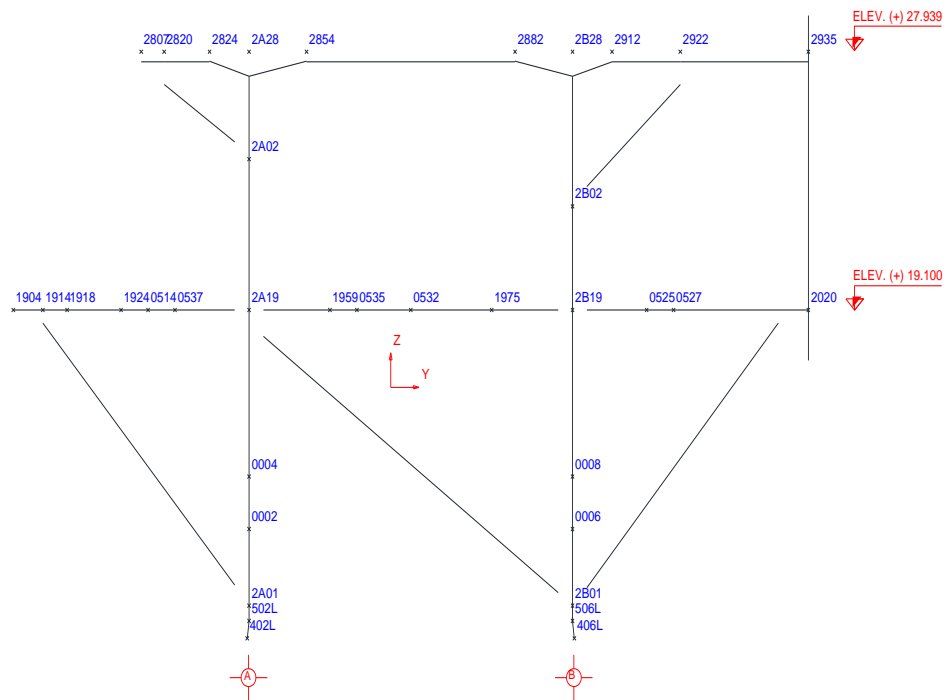


Figura 3.19 Identificación de nodos, Elevación Eje 2.

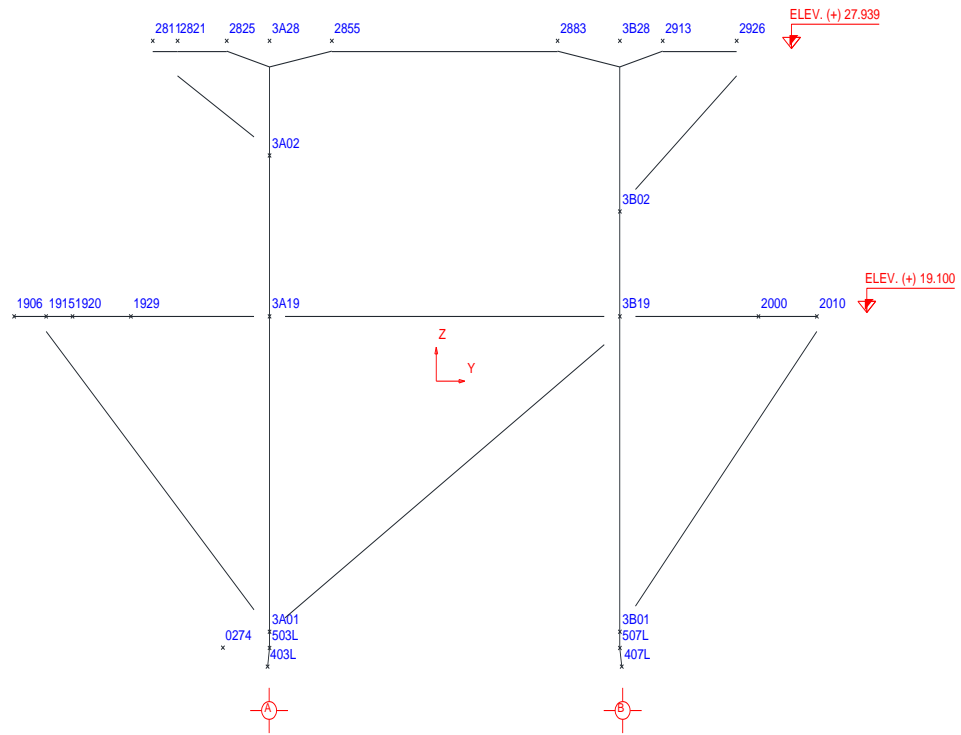


Figura 3.20 Identificación de nodos, Elevación Eje 3.

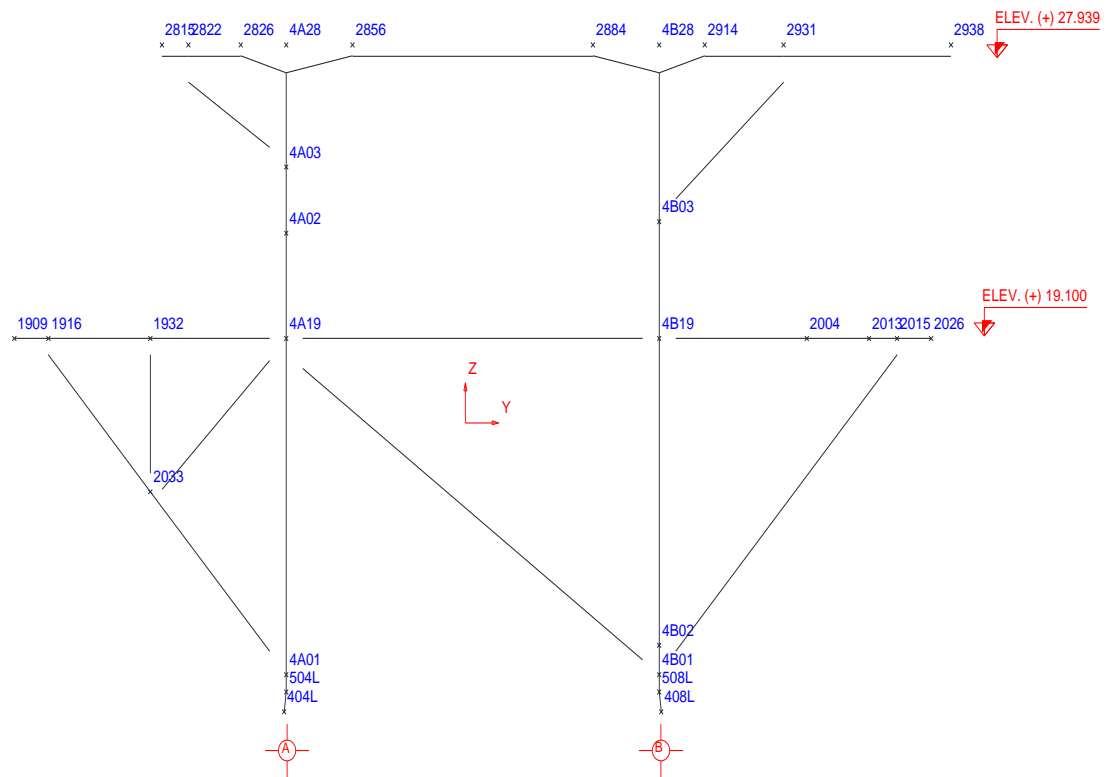


Figura 3.21 Identificación de nodos, Elevación Eje 4.

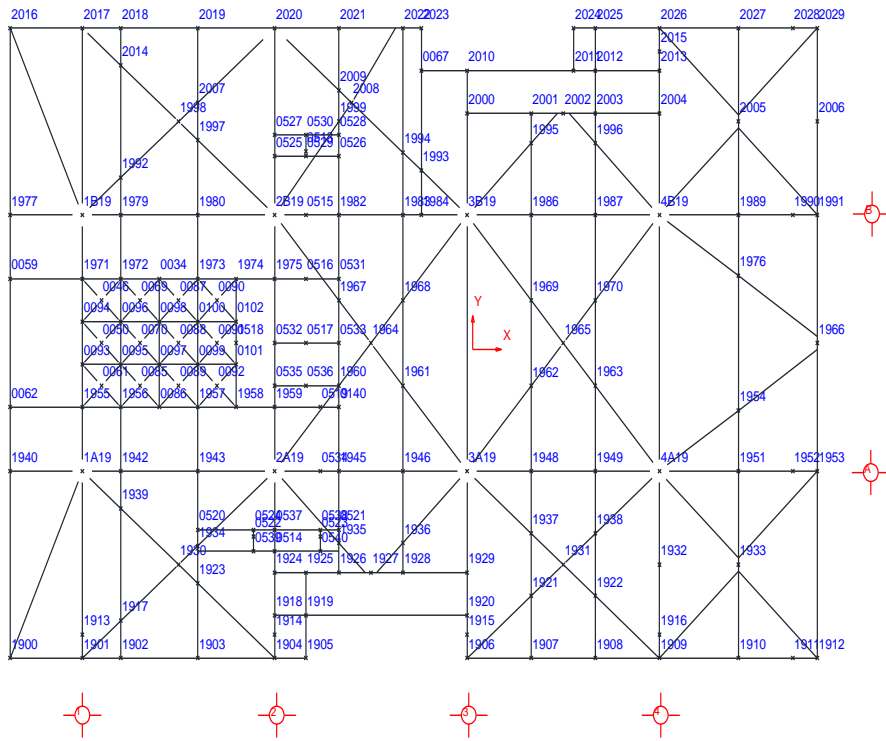


Figura 3.22 Identificación de nodos, Planta Elevación (+) 13.100 m.

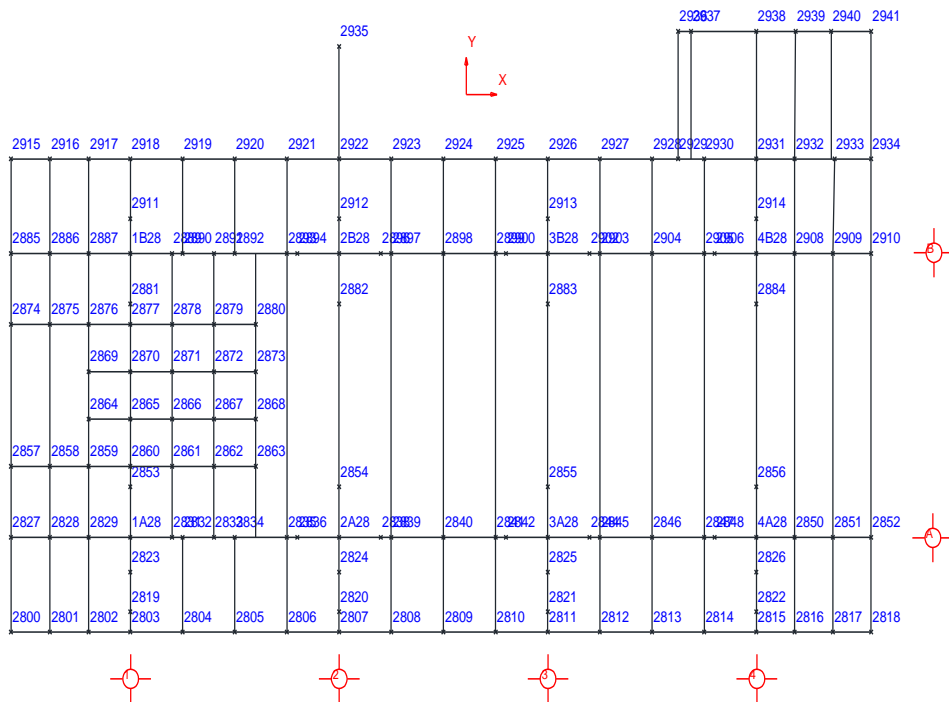


Figura 3.23 Identificación de nodos, Planta Elevación (+) 27.939 m.



### III.VI.III Identificación de grupos.

**Subestructura:** Se presenta a continuación la topología de los grupos de la subestructura que se modelos en SACS®.

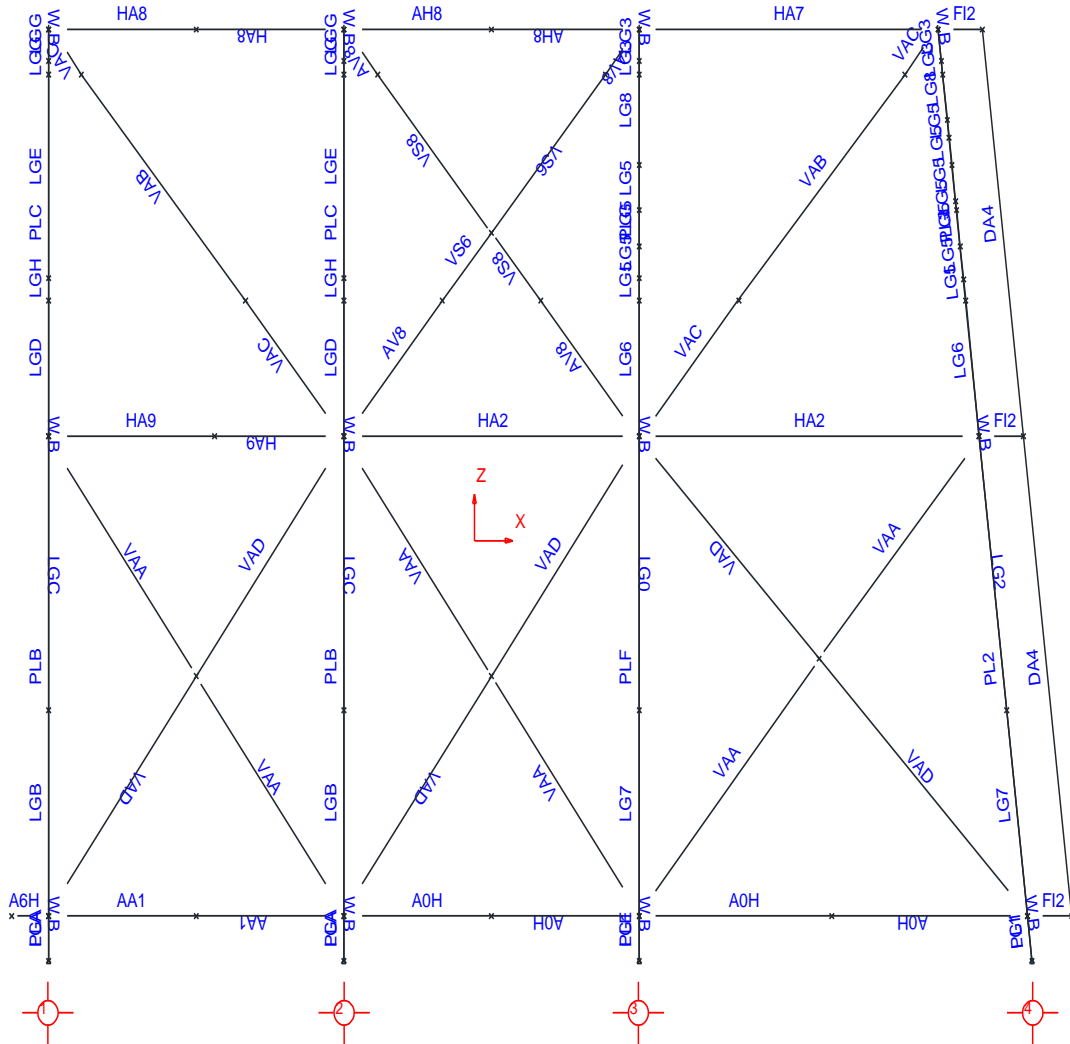


Figura 3.25 Identificación de grupos, Elevación Eje B.





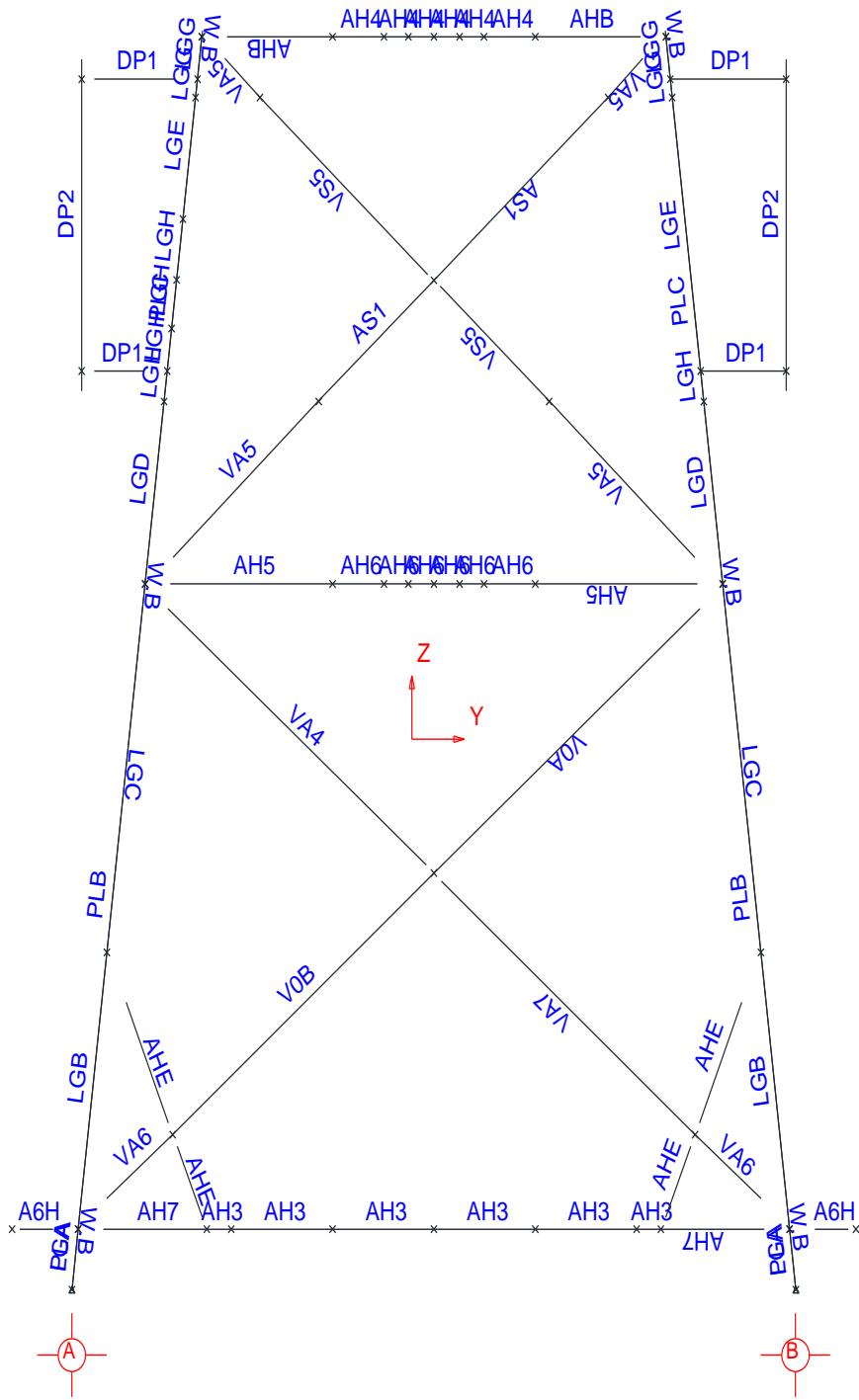


Figura 3.28 Identificación de grupos, Elevación Eje 2.



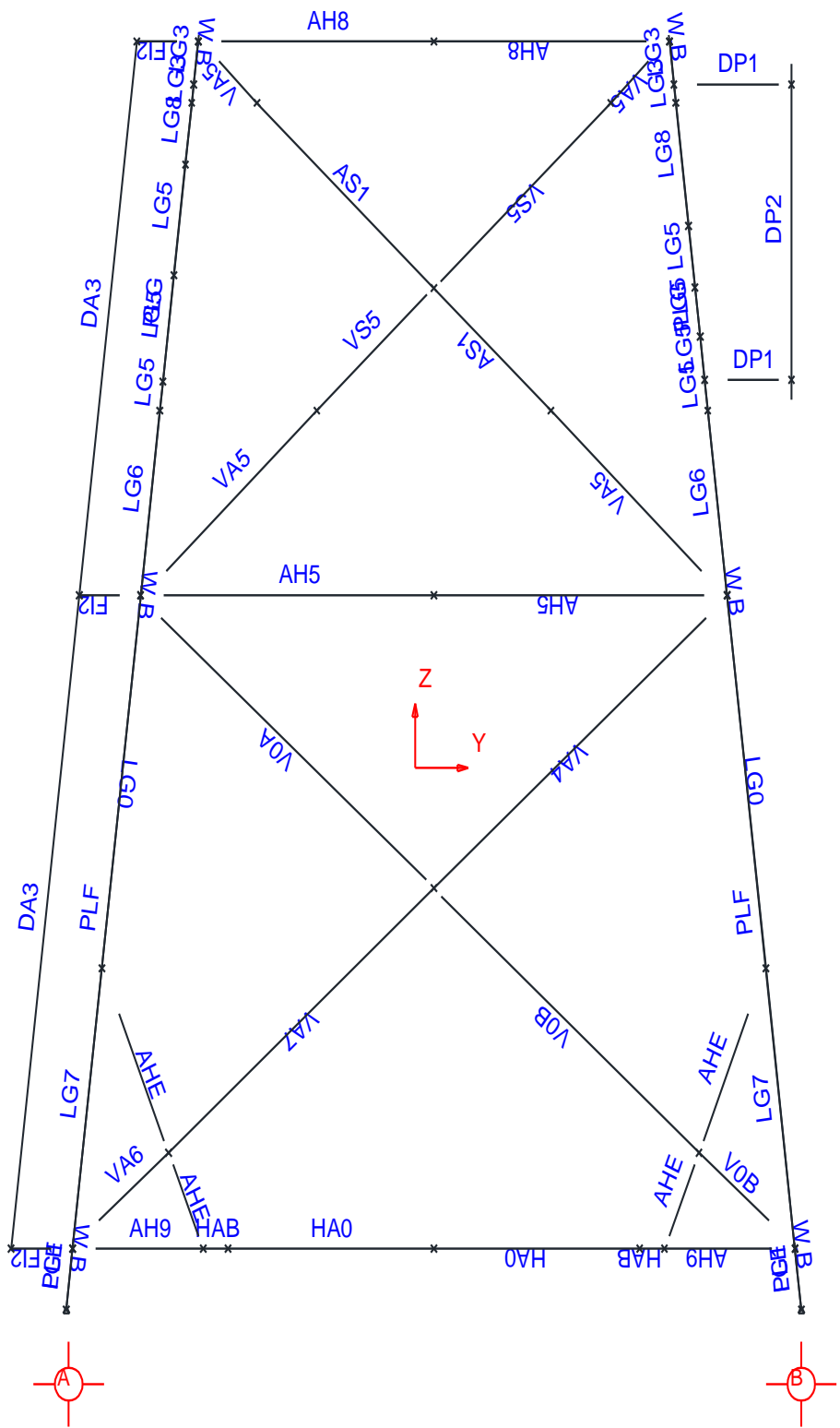


Figura 3.29 Identificación de grupos, Elevación Eje 3.

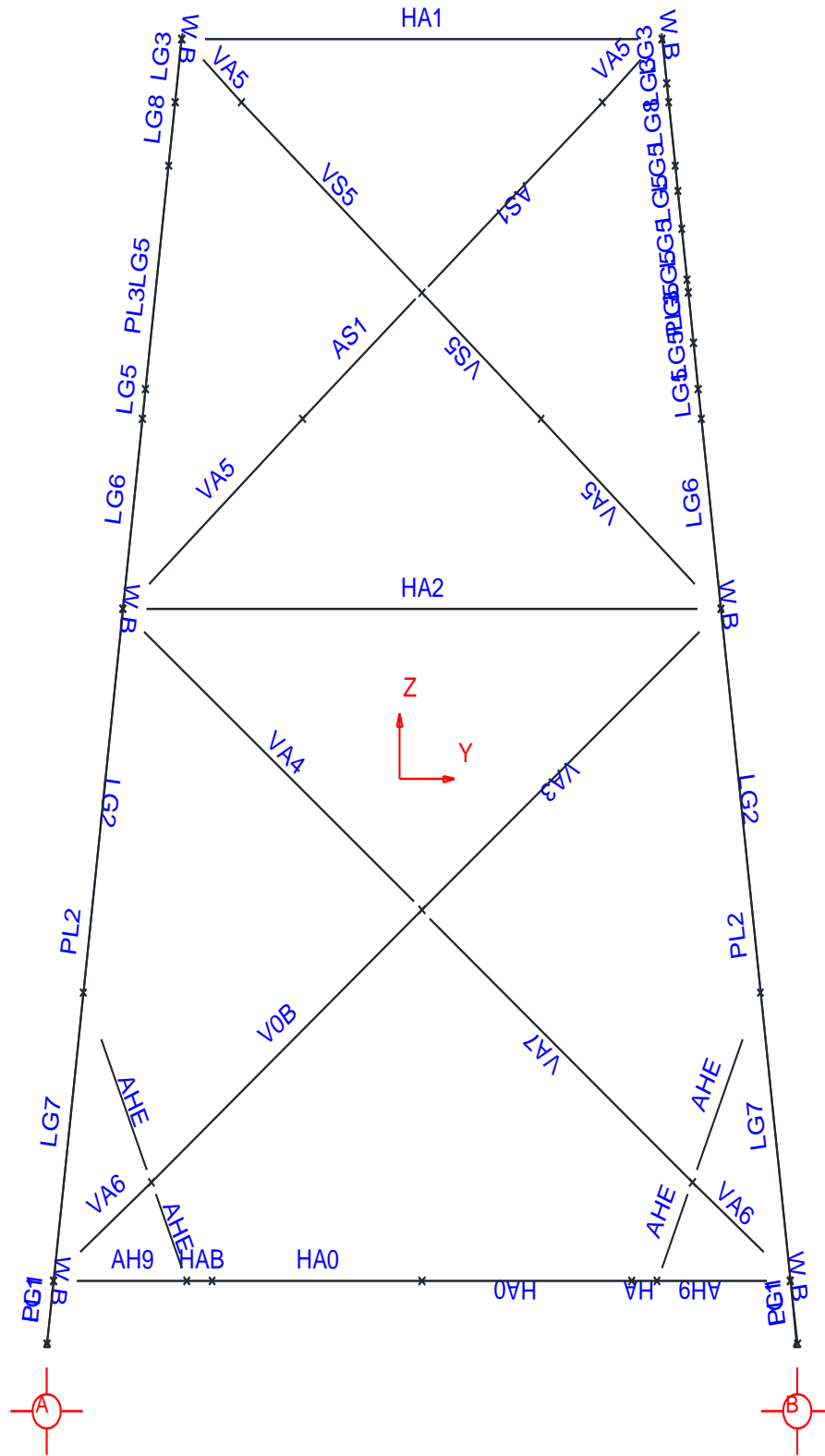


Figura 3.30 Identificación de grupos, Elevación Eje 4.

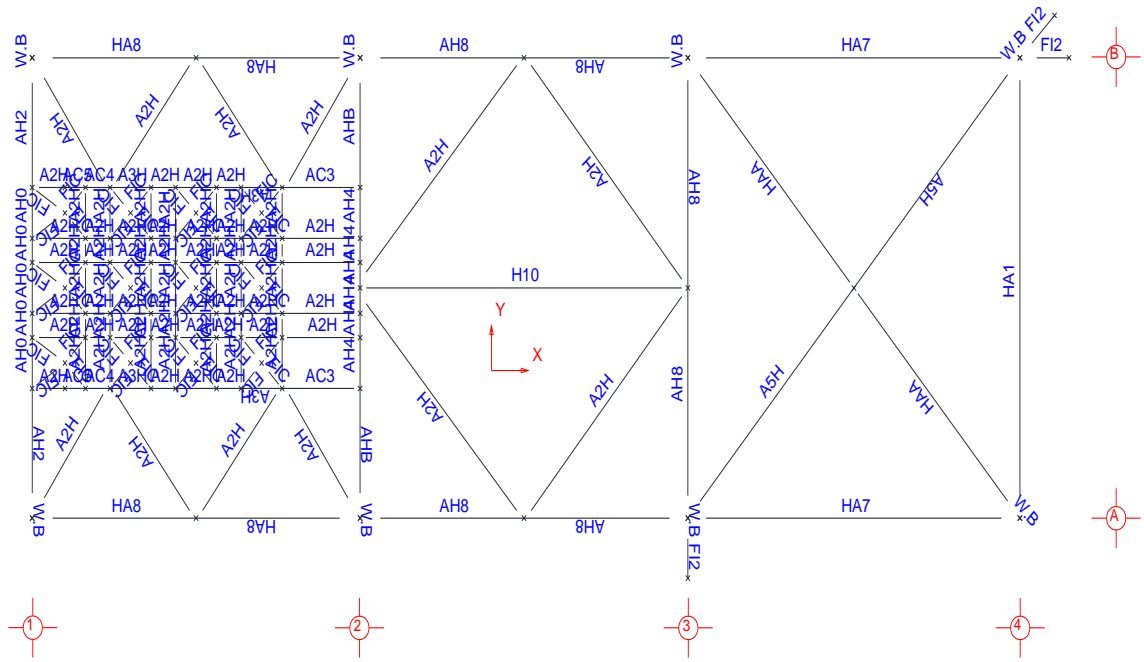


Figura 3.31 Identificación de grupos, Planta Elevación (+) 6.096 m.

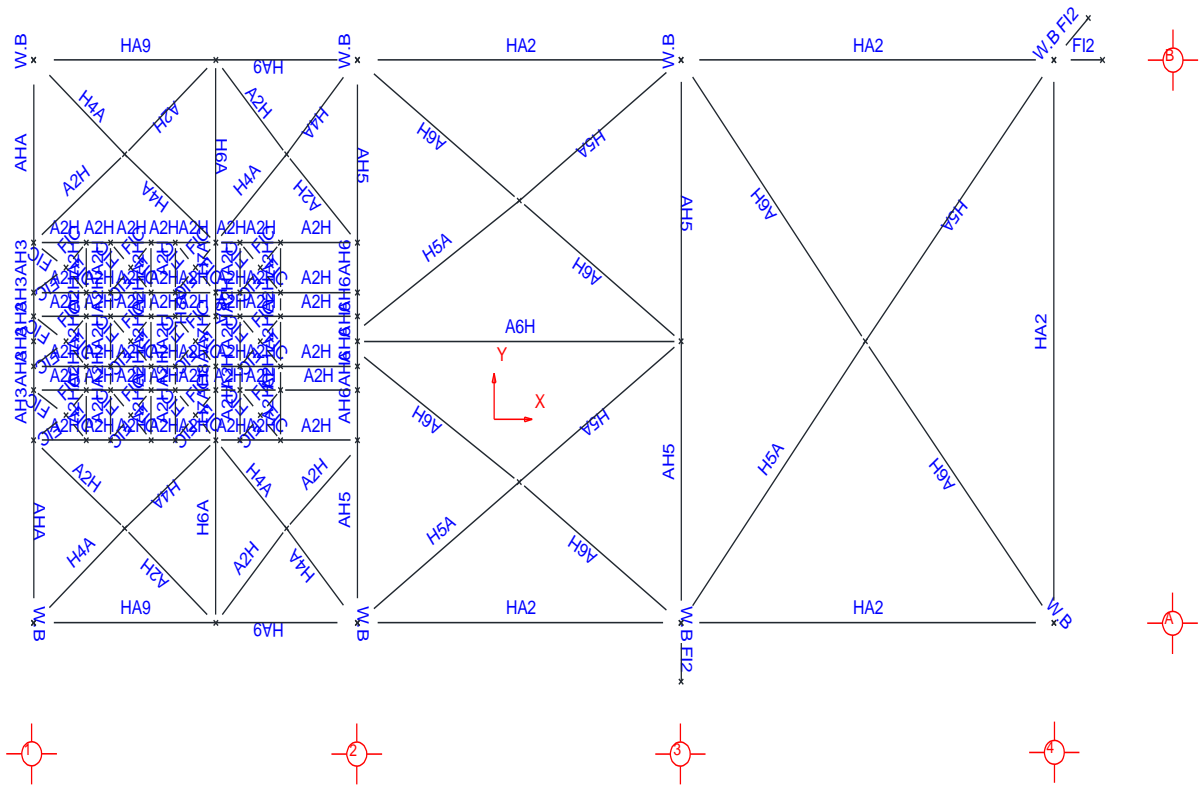


Figura 3.32 Identificación de grupos, Planta Elevación (-) 7.620 m.



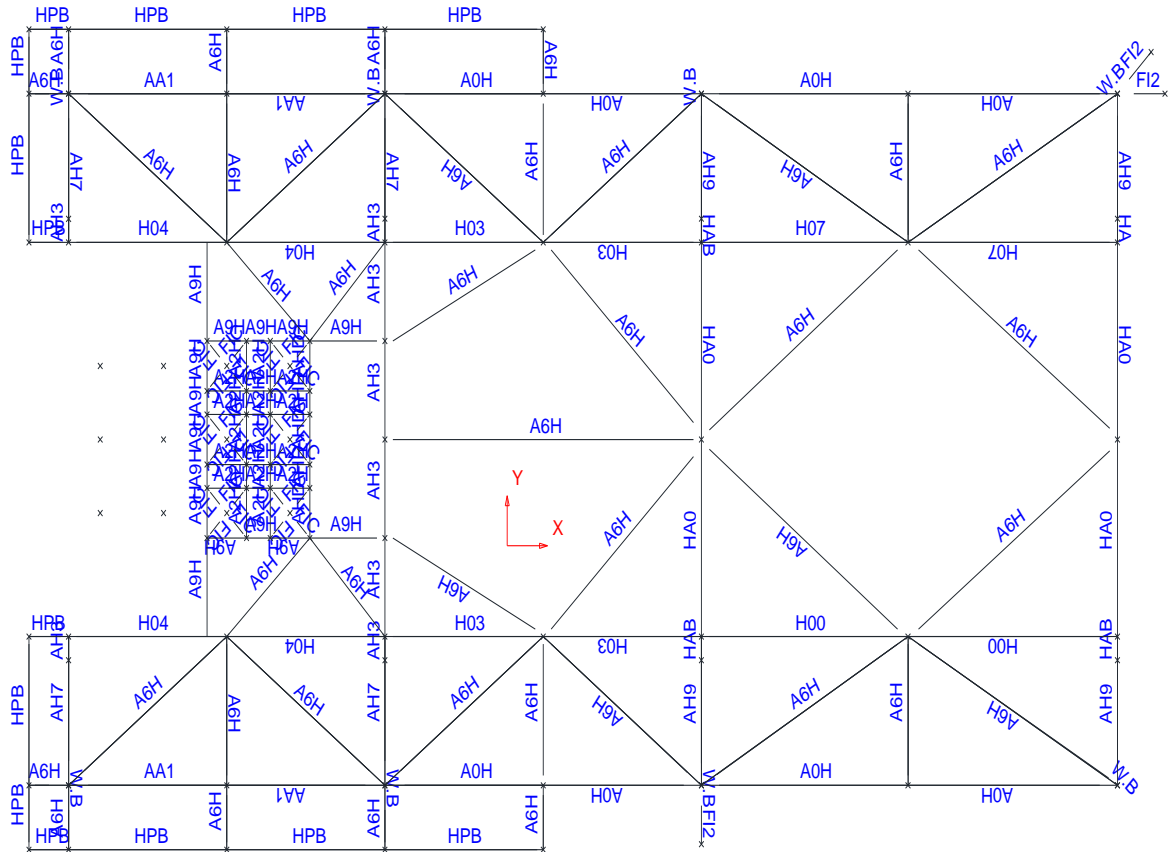


Figura 3.34 Identificación de grupos, Placa Base.



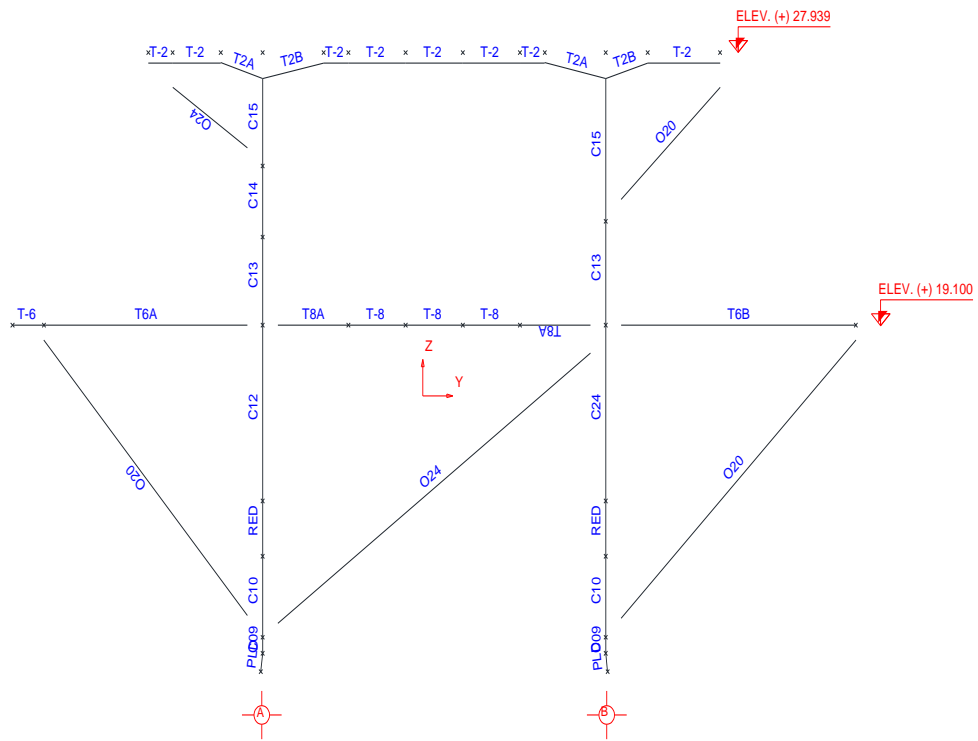


Figura 3.37 Identificación de grupos, Elevación Eje 1.

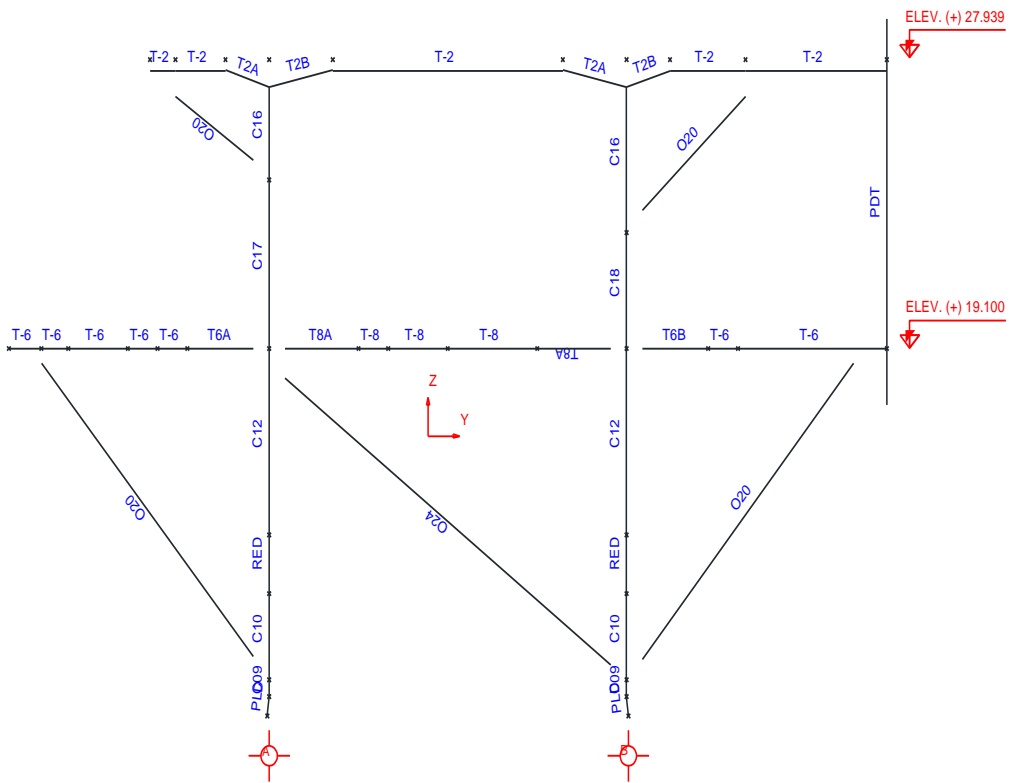


Figura 3.38 Identificación de grupos, Elevación Eje 2.

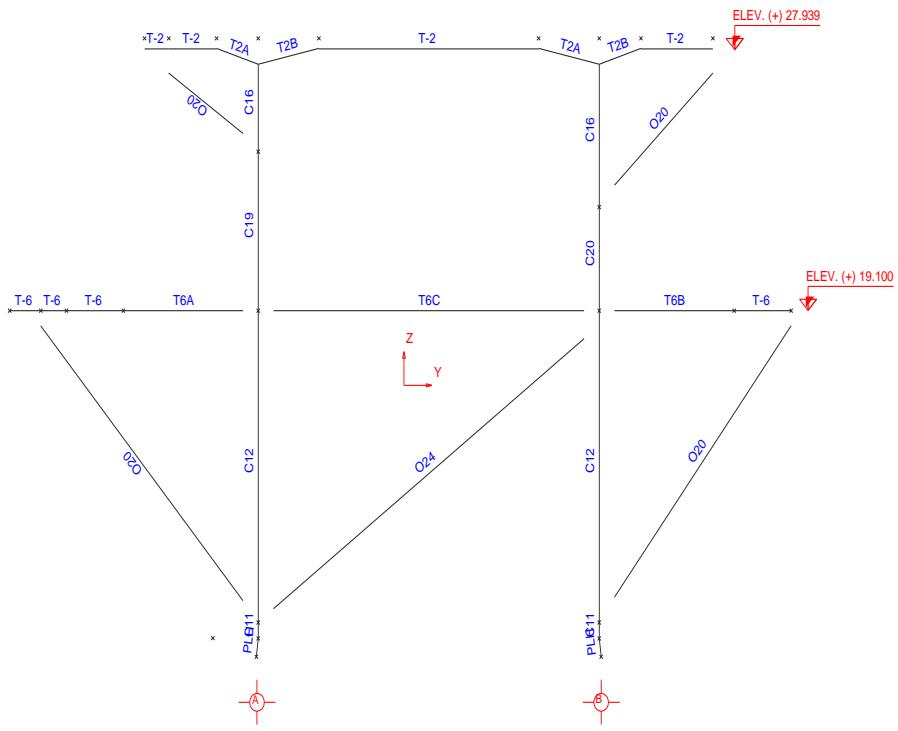


Figura 3.39 Identificación de grupos, Elevación Eje 3.

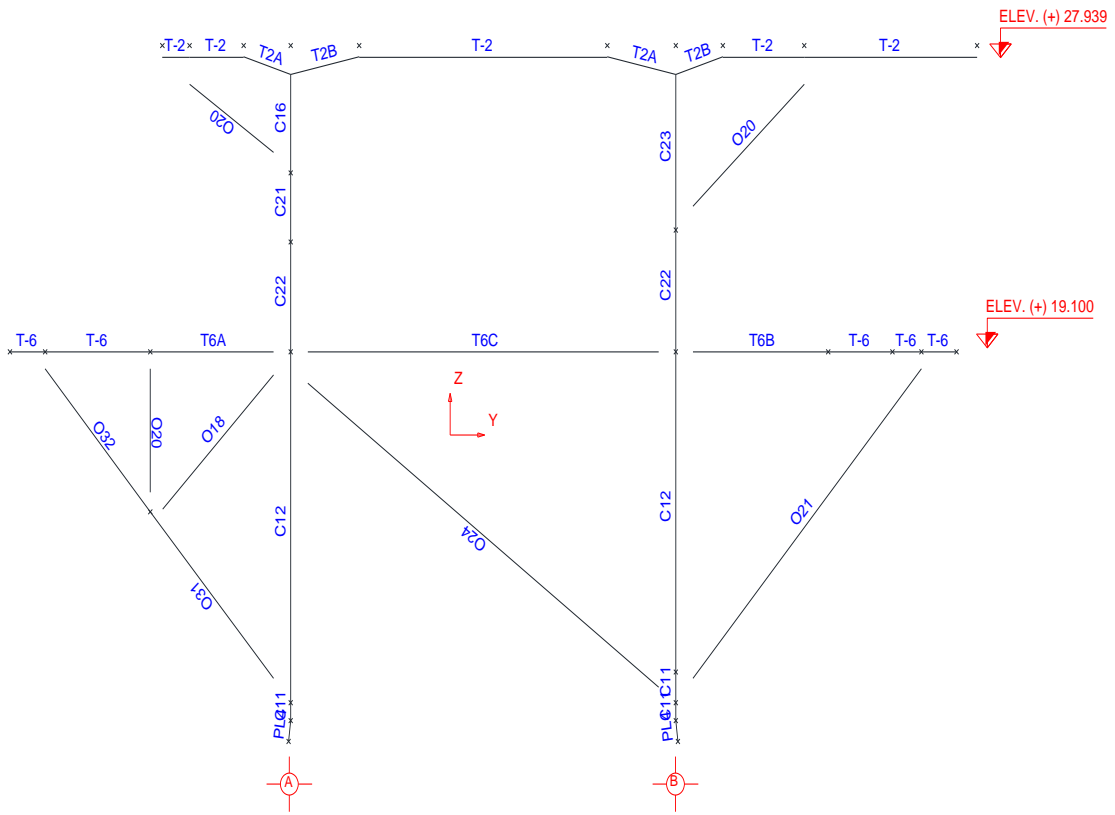


Figura 3.40 Identificación de grupos, Elevación Eje 4.



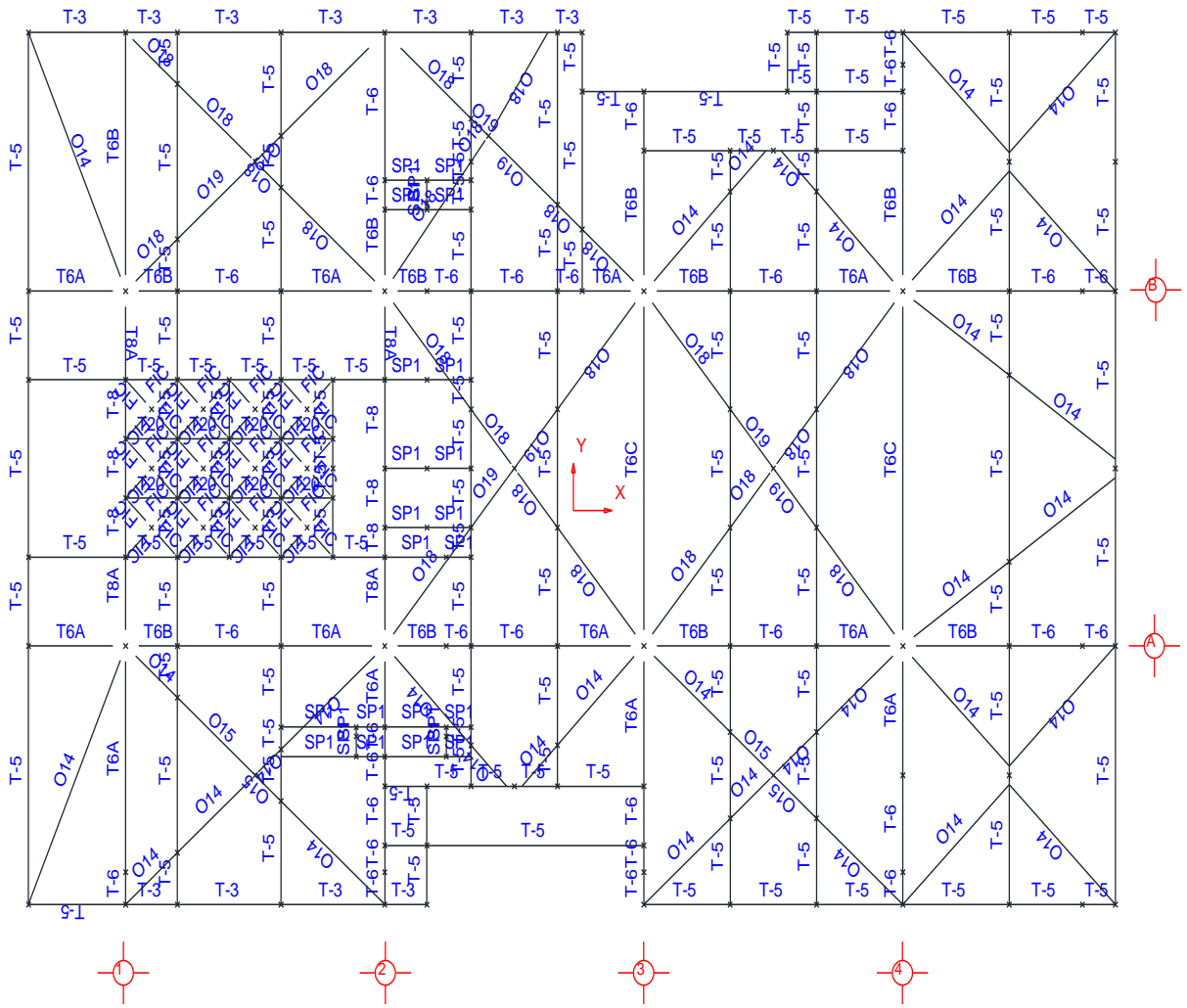


Figura 3.41 Identificación de grupos, Planta Elevación (+) 19.100 m.

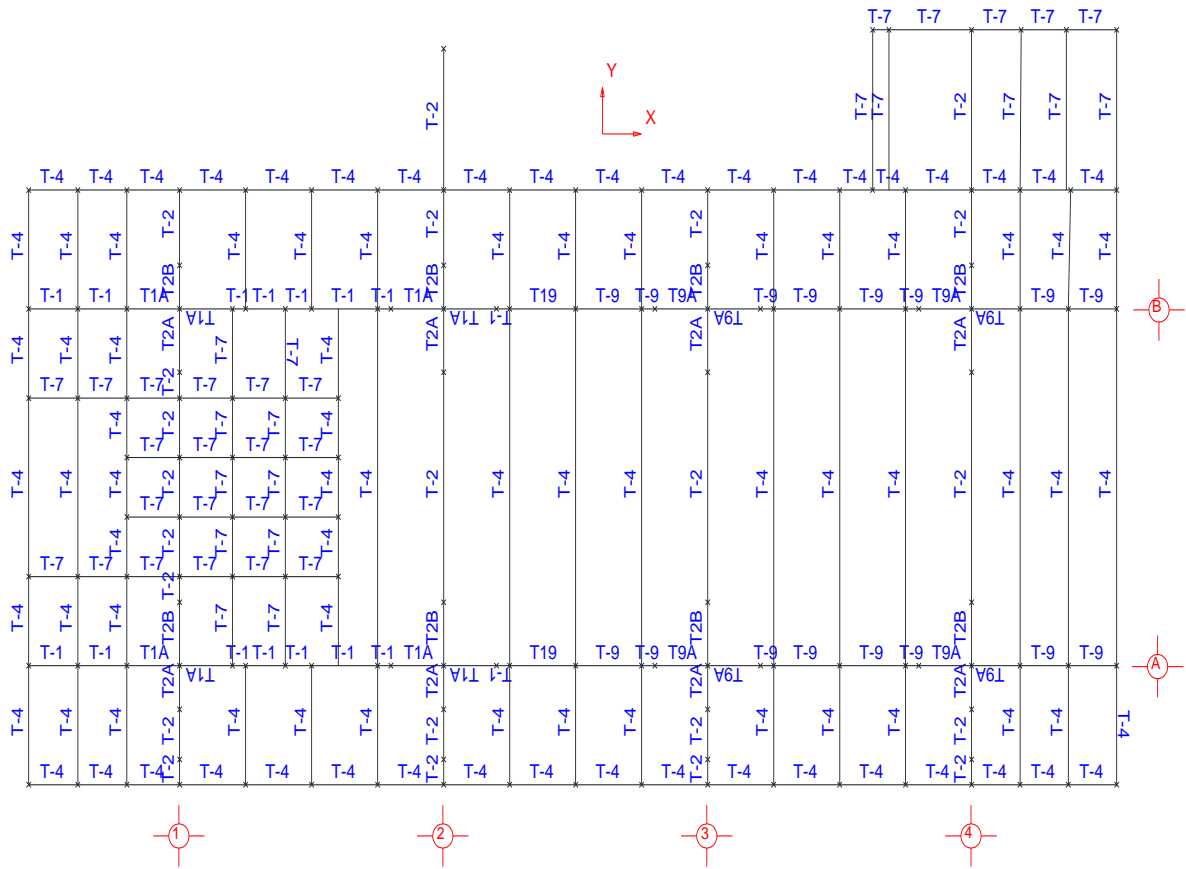


Figura 3.42 Identificación de grupos, Planta Elevación (+) 27.939 m.

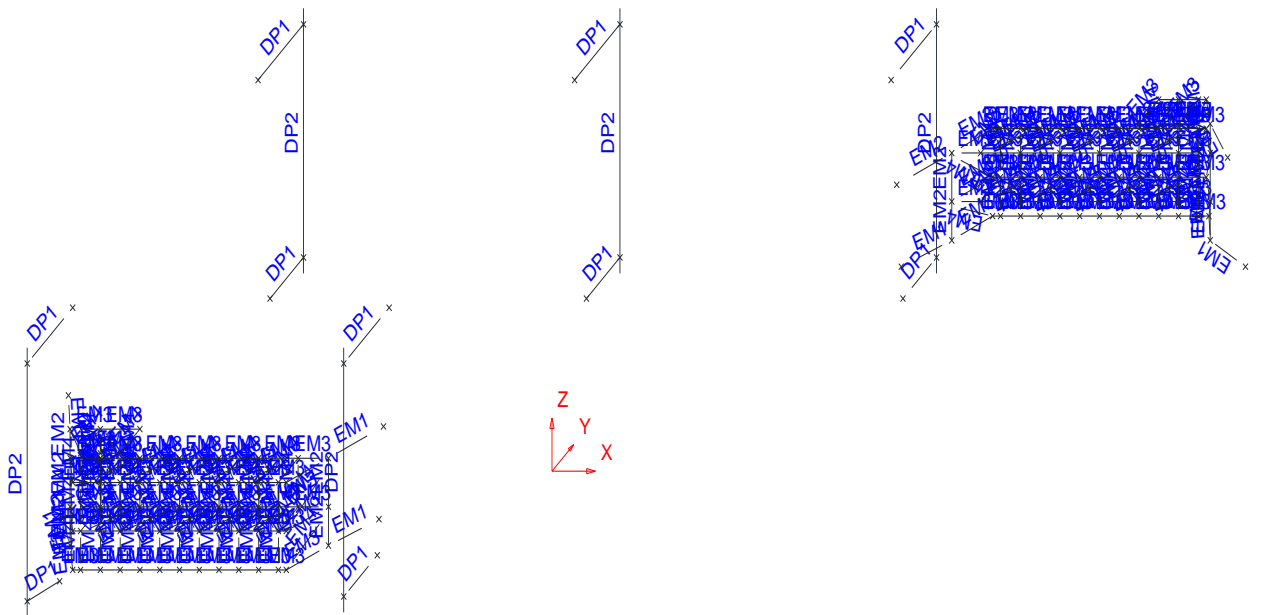


Figura 3.43 Identificación de grupos, Defensas y Atracaderos.

### III.VI.IV Propiedades de grupos de los elementos.

A continuación, se presenta una lista de las propiedades geométricas y mecánicas de los grupos que pertenecen cada uno de los elementos estructurales que conforman el modelo estructural de la Plataforma de perforación Xanab-D.

Se enlista los datos de miembros estructurales tubulares como secciones compactas.

PROPIEDADES DE MIEMBROS TUBULARES				PROPIEDADES DE MIEMBROS TUBULARES			
GRUPO	ESPESOR	DIÁMETRO	Fy	GRUPO	ESPESOR	DIÁMETRO	Fy
	(cm)	(cm)	(Kg/cm2)		(cm)	(cm)	(Kg/cm2)
A2H	1.27	35.56	2532	C17	5.08	121.92	3515
A3H	1.91	35.56	3515	C18	5.08	121.92	3515
A5H	1.42	45.72	2532	C19	5.08	121.92	3515
A6H	1.27	40.64	2532	C20	5.08	121.92	3515
A7H	1.905	40.64	3515	C21	4.445	121.92	2532
A9H	1.905	45.72	3515	C22	5.08	121.92	3515
AA1	1.27	60.96	2532	C23	4.445	121.92	2532
AC3	1.91	35.56	3515	C24	5.08	121.92	2532
AC4	1.905	35.56	3515	CON	2.54	76.2	2532
AC5	1.27	35.56	2532	DA3	2.54	60.96	2532
AH0	2.54	50.8	3515	DA4	0.953	40.64	2532
AH2	2.54	50.8	3515	DA5	0.953	25.4	2532
AH3	2.858	60.96	3515	DD1	1.27	27.31	2532
AH4	1.905	45.72	3515	DD2	1.27	32.38	2532
AH5	1.27	50.8	2532	DD3	0.818	21.91	2532
AH6	2.54	50.8	3515	DD4	0.711	16.83	2532
AH7	1.91	60.96	2532	DP1	2.54	60.96	2532
AH8	1.905	45.72	2532	DP2	1.905	76.2	2532
AH9	1.587	60.96	2532	EM1	2.54	60.96	2532
AHA	2.858	60.96	3515	EM2	1.905	76.2	2532
AHB	1.905	45.72	3515	EM3	2.54	40.64	2532
AHD	1.27	45.72	2532	EM4	1.27	21.91	2532
AHE	2.857	60.95	2532	H00	1.27	45.72	2532
AS1	2.54	50.8	2532	H03	1.27	45.72	2532
AV8	2.54	50.8	2532	H04	1.27	45.72	2532
C09	6.35	137.16	3515	H07	1.27	45.72	2532
C10	6.35	137.16	3515	H10	0.953	32.38	2532
C11	6.35	121.92	3515	H4A	1.27	35.56	2532
C12	6.35	121.92	3515	H5A	1.27	40.64	2532
C13	5.715	121.92	3515	H6A	1.27	40.64	2532
C14	5.715	121.92	3515	H7A	1.905	40.64	3515
C15	5.715	121.92	3515	H8A	1.905	40.64	3515
C16	4.445	121.92	3515	HA	2.858	60.96	3515

PROPIEDADES DE MIEMBROS TUBULARES				PROPIEDADES DE MIEMBROS TUBULARES			
GRUPO	ESPESOR	DIÁMETRO	Fy	GRUPO	ESPESOR	DIÁMETRO	Fy
	(cm)	(cm)	(Kg/cm2)		(cm)	(cm)	(Kg/cm2)
HA0	2.858	60.96	3515	O25	3.175	66.04	3515
HA1	1.905	45.72	2532	O30	2.54	76.2	2532
HA2	1.27	50.8	2532	O31	1.905	76.2	2532
HA7	1.905	45.72	2532	O32	1.905	76.2	2532
HA8	1.905	45.72	2532	PDT	4.445	193.04	3515
HA9	1.27	50.8	2532	PL1	6.35	121.92	3515
HAA	1.42	45.72	2532	PL2	6.35	121.92	3515
HAB	2.857	60.96	3515	PL3	5.08	121.92	2532
HPB	1.27	45.72	2532	PL3	6.35	121.92	3515
LG0	4.445	135.89	3515	PL4	6.35	121.92	3515
LG1	4.445	135.89	3515	PLA	6.35	137.16	3515
LG2	4.445	135.89	3515	PLB	6.35	137.16	3515
LG3	4.445	135.89	3515	PLC	5.08	137.16	2532
LG4	4.444	135.89	3515	PLD	6.35	137.16	3515
LG5	2.54	132.08	2532	PLE	6.35	121.92	3515
LG6	4.445	135.89	3515	PLF	6.35	121.92	3515
LG7	4.445	135.89	3515	PLG	5.08	121.92	2532
LG8	2.54	132.08	2532	PLH	6.35	121.92	3515
LGA	4.445	151.13	3515	SN1	1.826	27.31	2532
LGB	4.445	151.13	3515	SN2	2.144	32.38	2532
LGC	4.445	151.13	3515	SN3	1.27	21.91	2532
LGD	4.443	151.13	3515	VOA	1.905	60.96	2532
LGE	2.54	147.32	2532	V0B	3.175	60.96	3515
LGG	4.445	151.13	3515	V0B	1.91	60.96	2532
LGH	2.54	147.32	2532	VA3	1.91	60.96	2532
O14	1.27	35.56	3515	VA4	1.905	60.96	2532
O15	1.27	35.56	3515	VA5	2.54	50.8	2532
O15	1.905	35.56	3515	VA6	3.175	60.96	3515
O18	1.27	45.72	2532	VA7	3.175	60.96	3515
O19	1.27	45.72	2532	VAA	1.91	60.96	2532
O19	2.54	45.72	3515	VAB	2.54	60.96	3515
O20	2.062	50.8	2532	VAC	2.54	60.96	2532
O24	2.54	60.96	2532	VAD	3.175	60.96	3515
				VS5	2.54	50.8	2532

PROPIEDADES DE GRUPOS SECCIONES COMPACTAS					
GRUPO	ESPESOR PATÍN	ANCHO PATÍN	ESPESOR ALMA	ALTURA ALMA	FY
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kgf/cm <sup>2</sup> )
SP1	1.45	19.05	0.902	45.72	2532
T-1	5.08	61	3.81	179.2	2532
T-2	4.45	61	1.905	158.7	2532
T-3	3.17	40.6	1.27	99.1	2532
T-4	3.17	40.6	1.905	124	2532
T-5	2.54	30.5	1.27	99.1	2532
T-6	5.08	45.7	1.905	99.1	2532
T-7	2.54	30.5	1.588	89.1	2532
T-8	5.08	50.8	2.54	99.1	2532
T-9	5.08	61	3.175	158.9	2532
T19	5.08	61	3.81	179.2	2532
T1A	5.08	61	3.81	179.2	2532
T20	1.45	19.05	0.902	45.72	2532
T2A	4.45	61	1.905	158.7	2532
T2B	4.45	61	1.905	265.4	2532
T6A	5.08	45.7	1.905	99.1	2532
T6B	5.08	128.8	1.905	99.1	2532
T6C	5.08	128.8	1.905	99.1	2532
T8A	5.08	128.8	2.54	99.1	2532
T9A	5.08	61	3.175	300.5	2532

### III.VII CARGAS CONSIDERADAS.

En este apartado se presentan las cargas resumidas consideradas para el análisis sísmico de la plataforma Xanab-D, estas cargas son cargas muertas, cargas vivas y cargas ambientales. En el caso de las cargas ambientales solo se ocupa para el primer paso del análisis que es la obtención de la cimentación equivalente (superelemento).

#### CARGAS BÁSICAS:

Las cargas básicas incluidas en este análisis se muestran a continuación, se presentan los esquemas de cada condición de carga básica y posteriormente un resumen global.

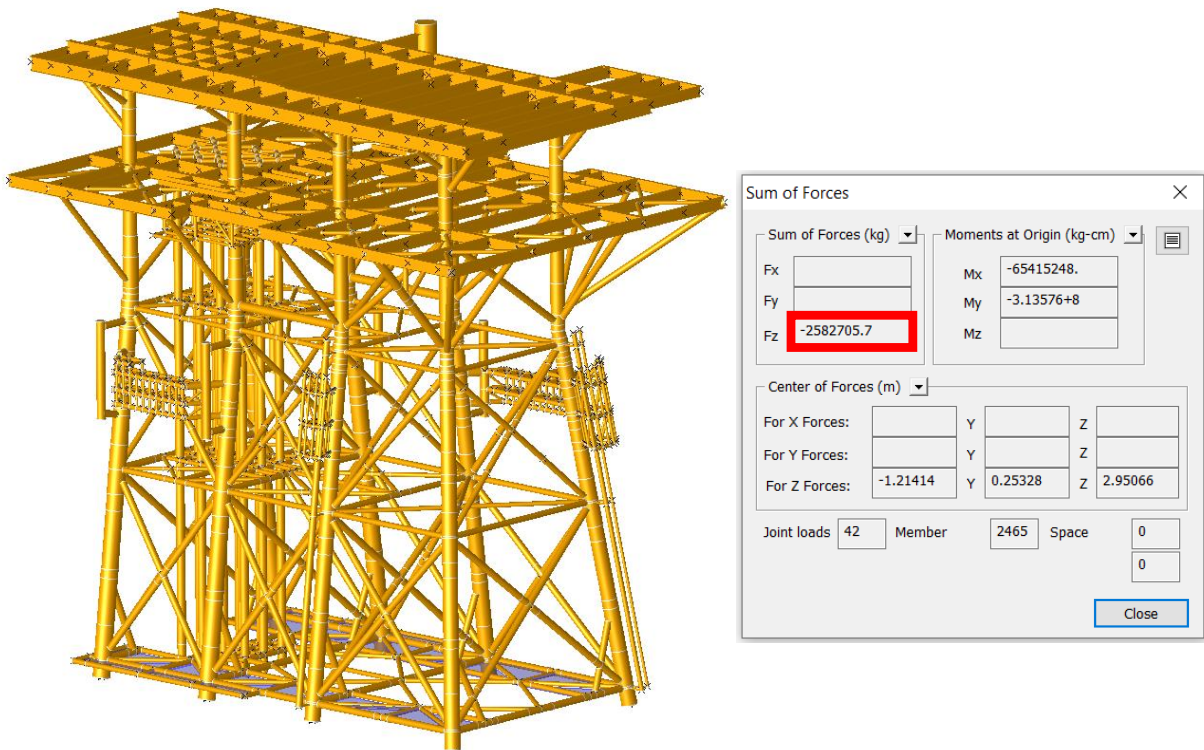


Figura 3.44 Peso Propio (Condición de Carga N°1).

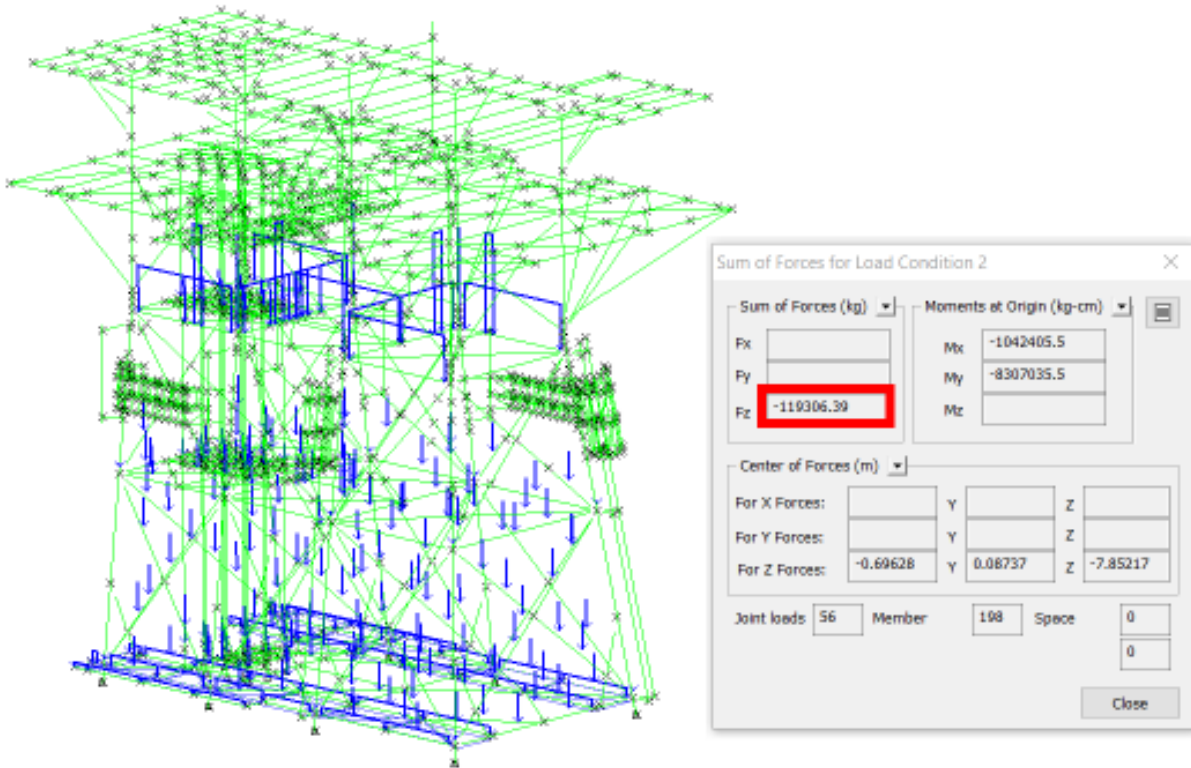


Figura 3.45 Carga de Misceláneos de la Subestructura (Condición de Carga N°2).

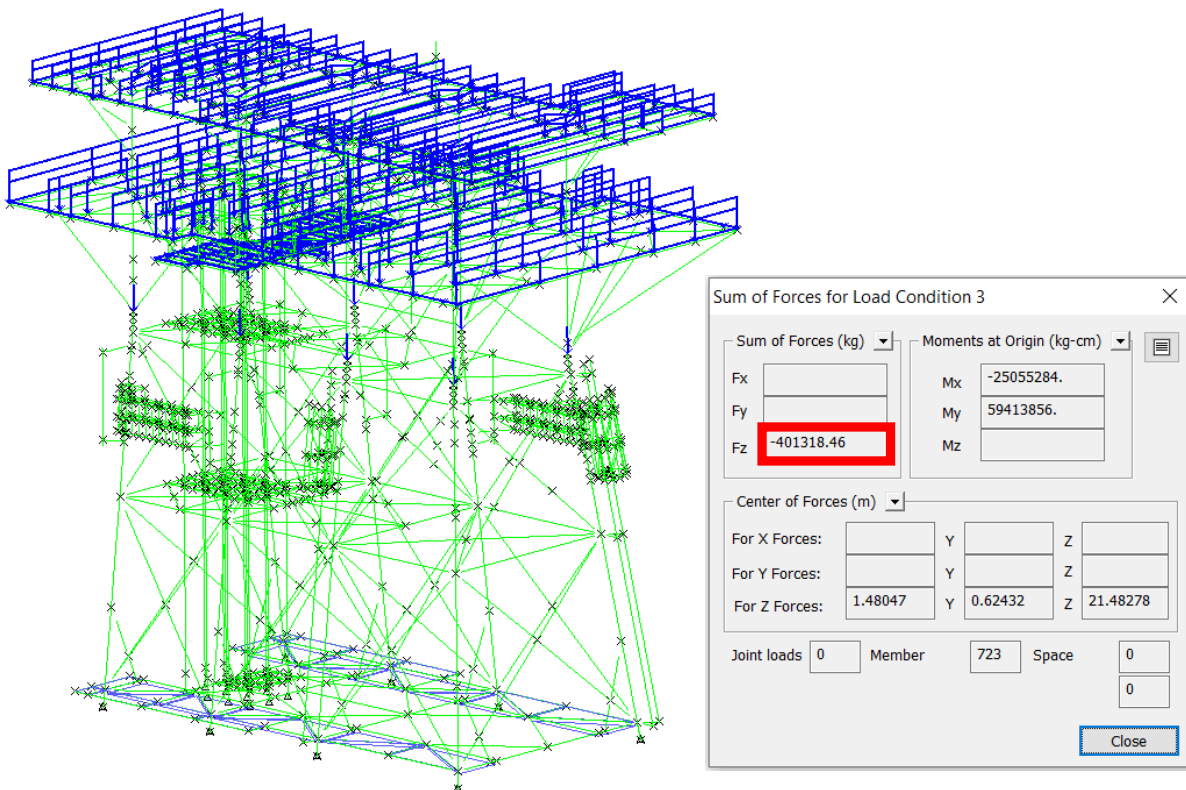


Figura 3.46 Carga Muerta en Superestructura (Condición de Carga N°3).



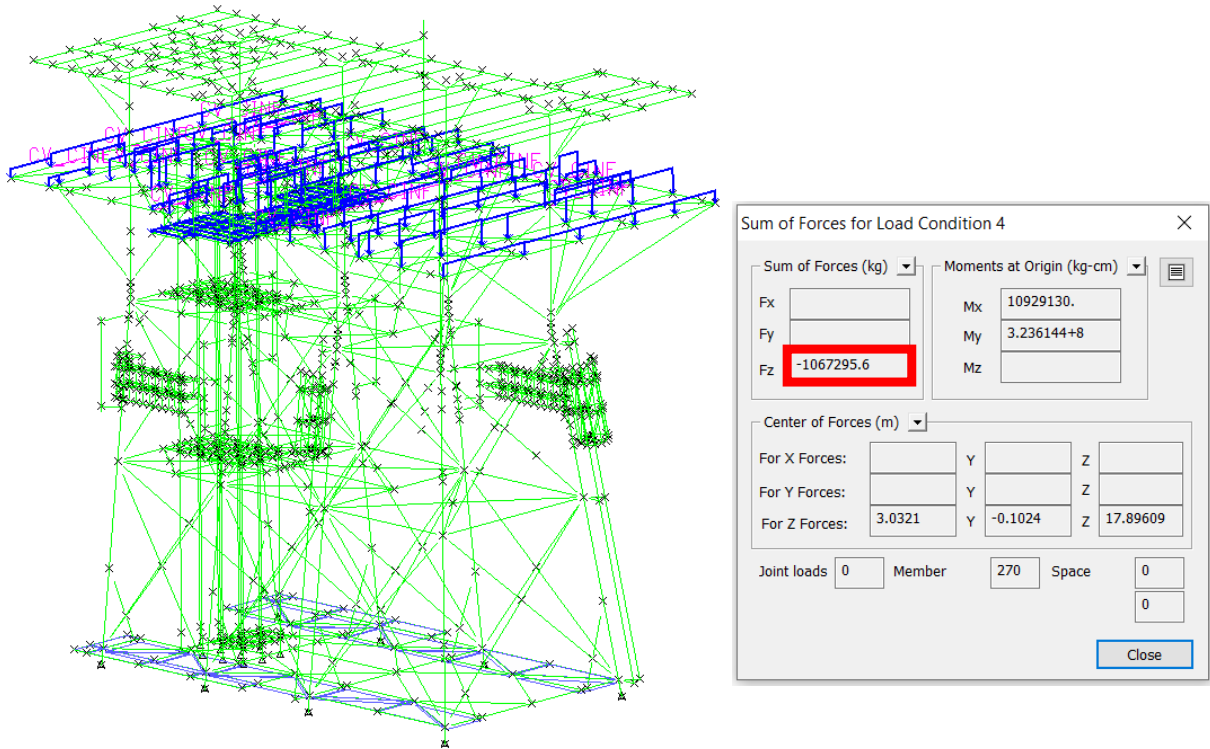


Figura 3.47 Carga Viva de Superestructura (Condición de Carga N°4).

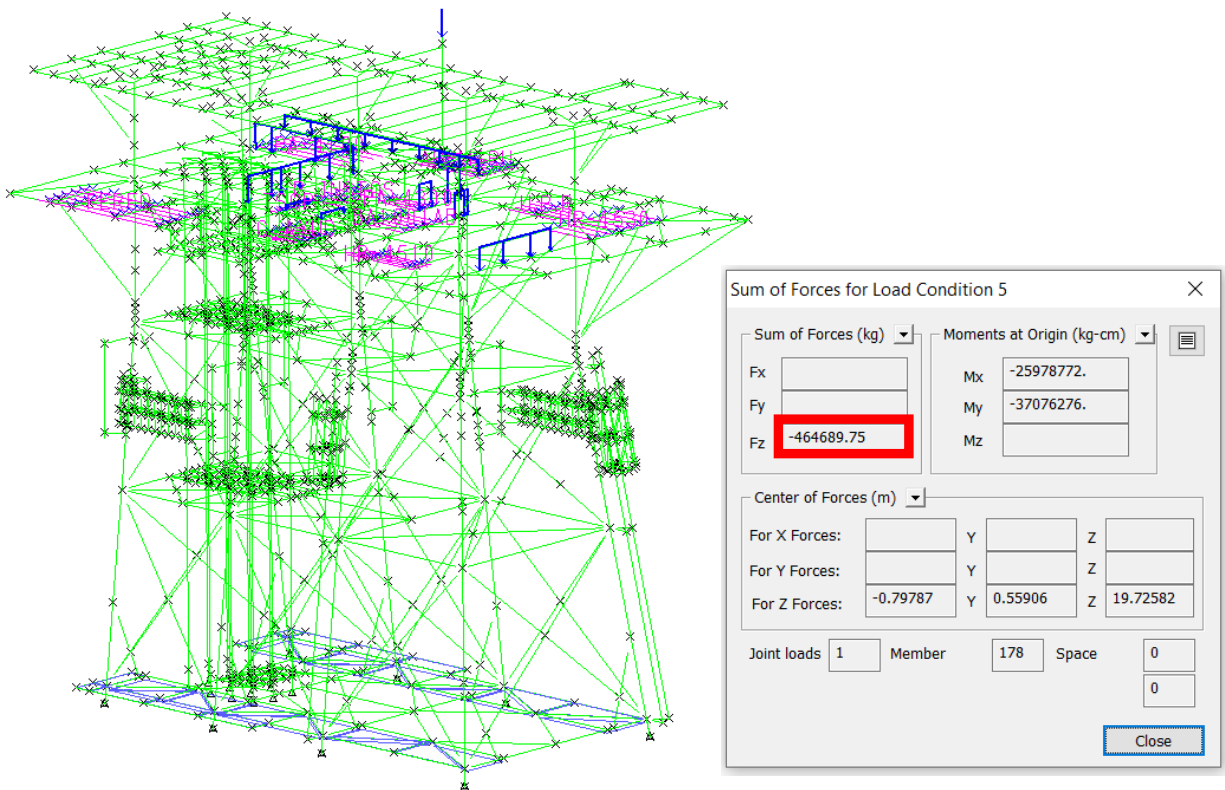


Figura 3.48 Carga Muerta de Equipo (Condición de Carga N°5).



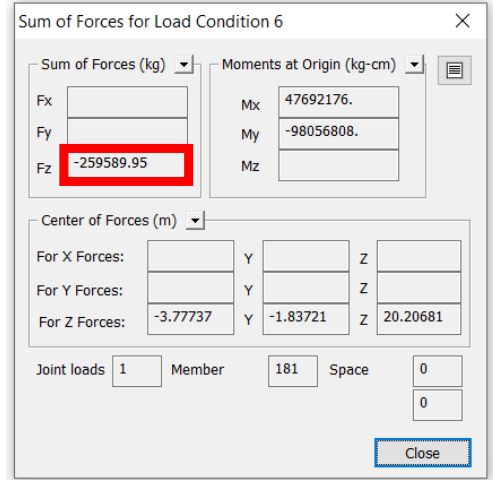
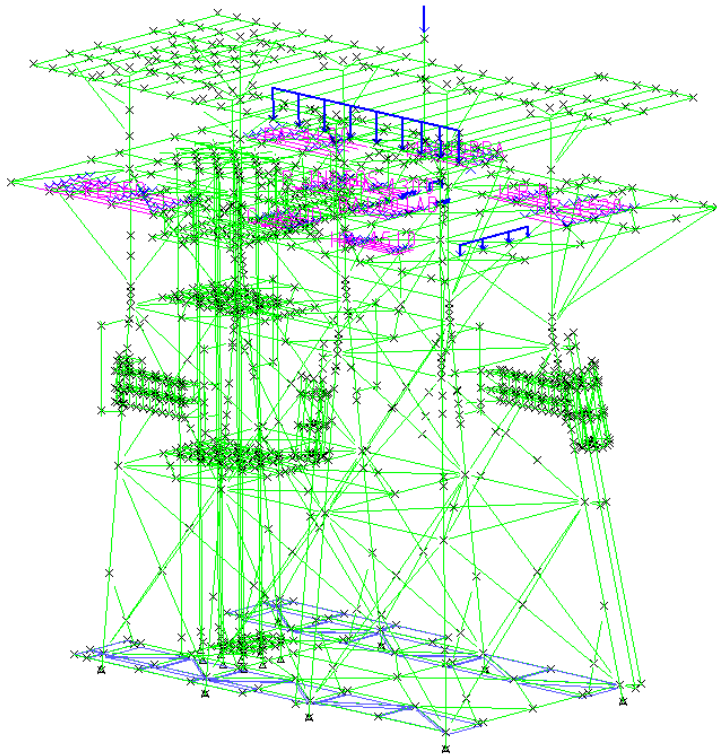


Figura 3.49 Carga Viva de Equipo (Condición de Carga N°6).

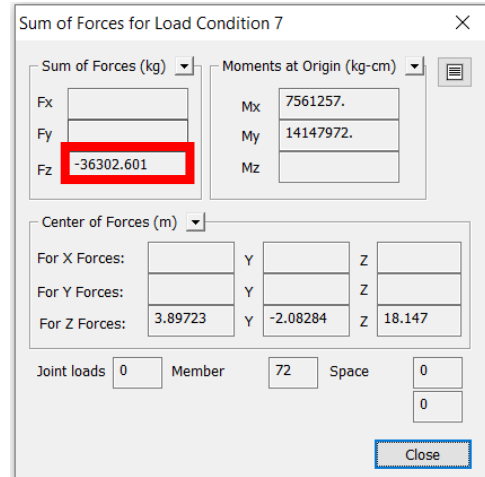
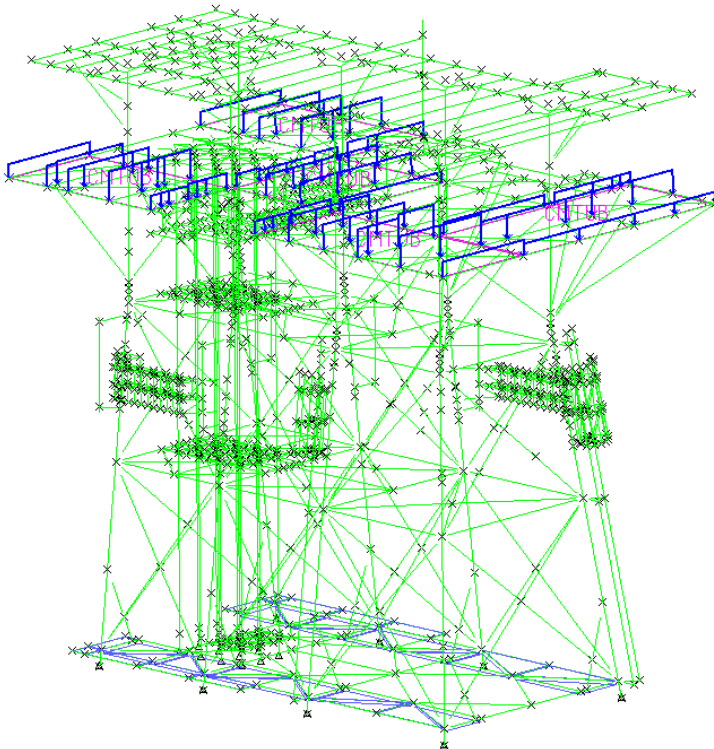


Figura 3.50 Carga de Tuberías y Ductos Eléctricos (Condición de Carga N°7).

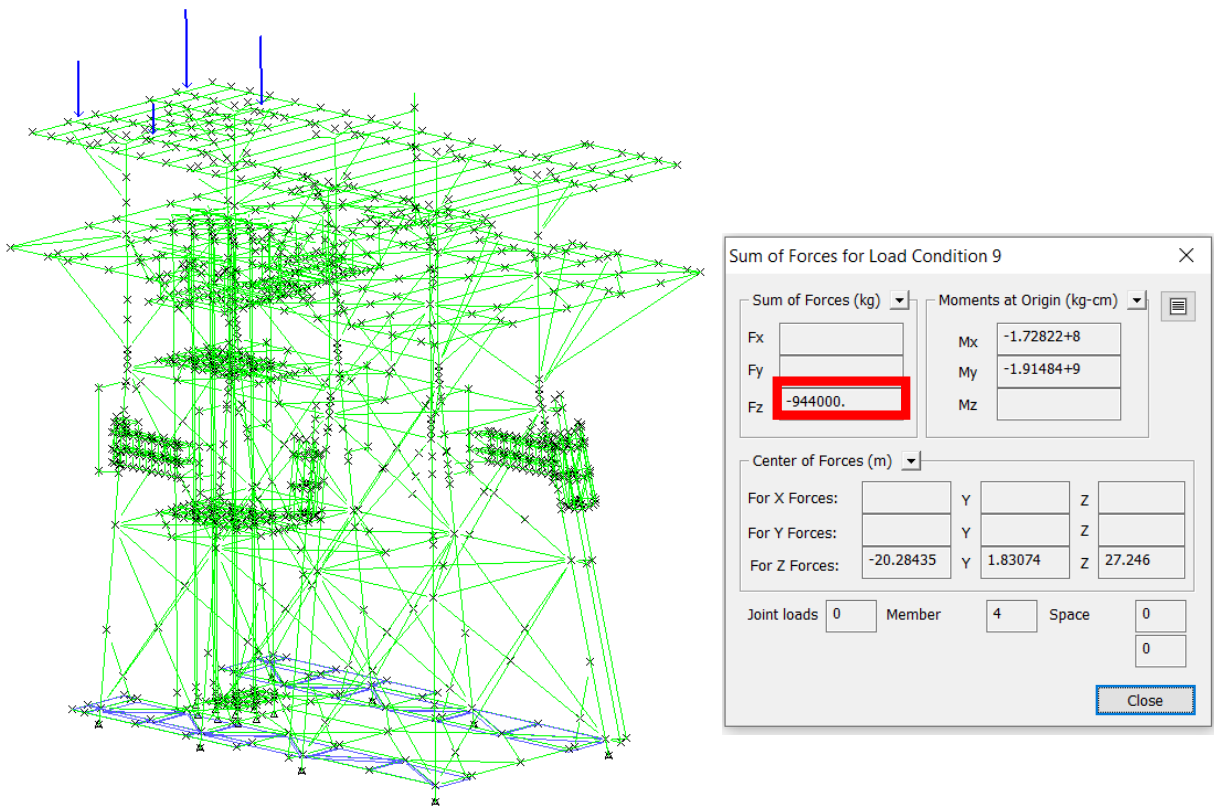


Figura 3.51 Carga Muerta del Paquete de Perforación (Condición de Carga N°9).

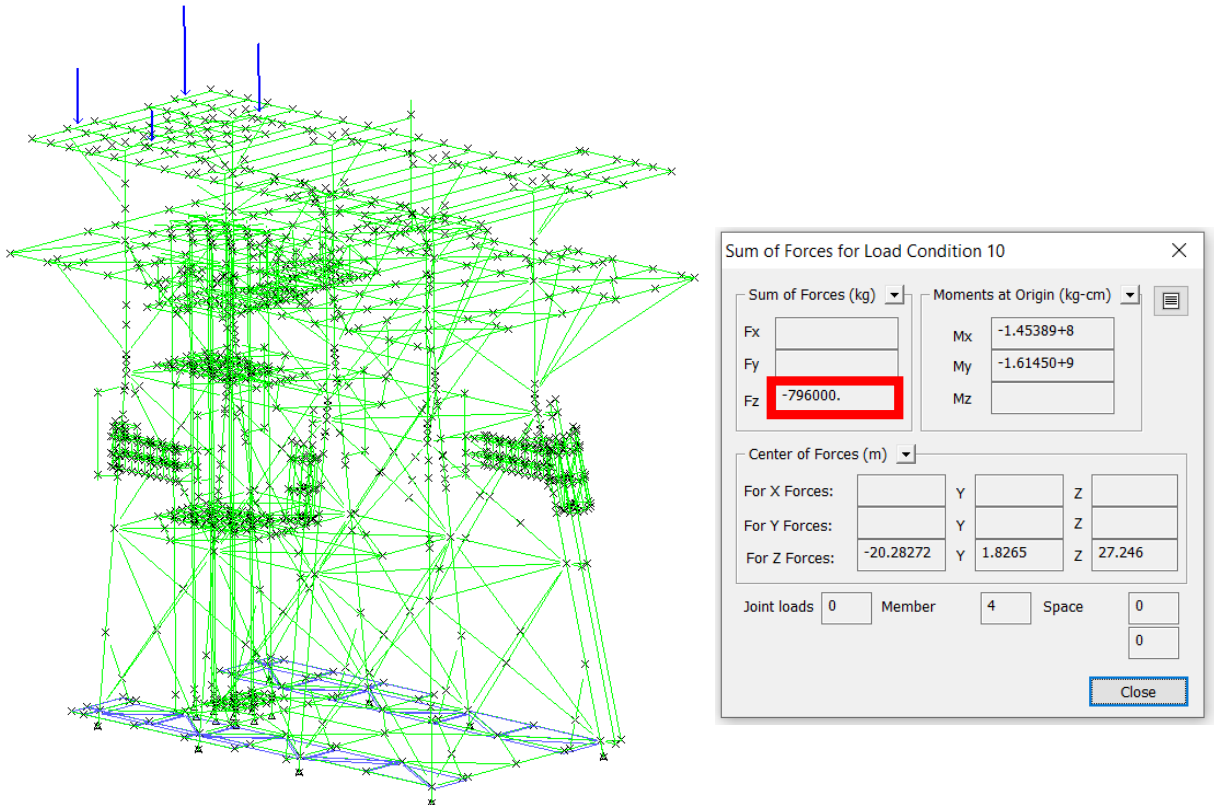


Figura 3.52 Carga Viva del Paquete de Perforación (Condición de Carga N°10).

LOAD CONDITION 11

WIND  
 DIRECTION 0.000 (deg)  
 VELOCITY 14.400 (m/sec)

WAVE STRE  
 DIRECTION 0.000 (deg)  
 HEIGHT 6.700 (m)  
 PERIOD 8.200 (sec)  
 WATER DEPTH 24.860 (m)

CURRENT  
 DIRECTION 0.000 (deg)  
 MAX VEL 0.300 (m/sec)

PROFILE:

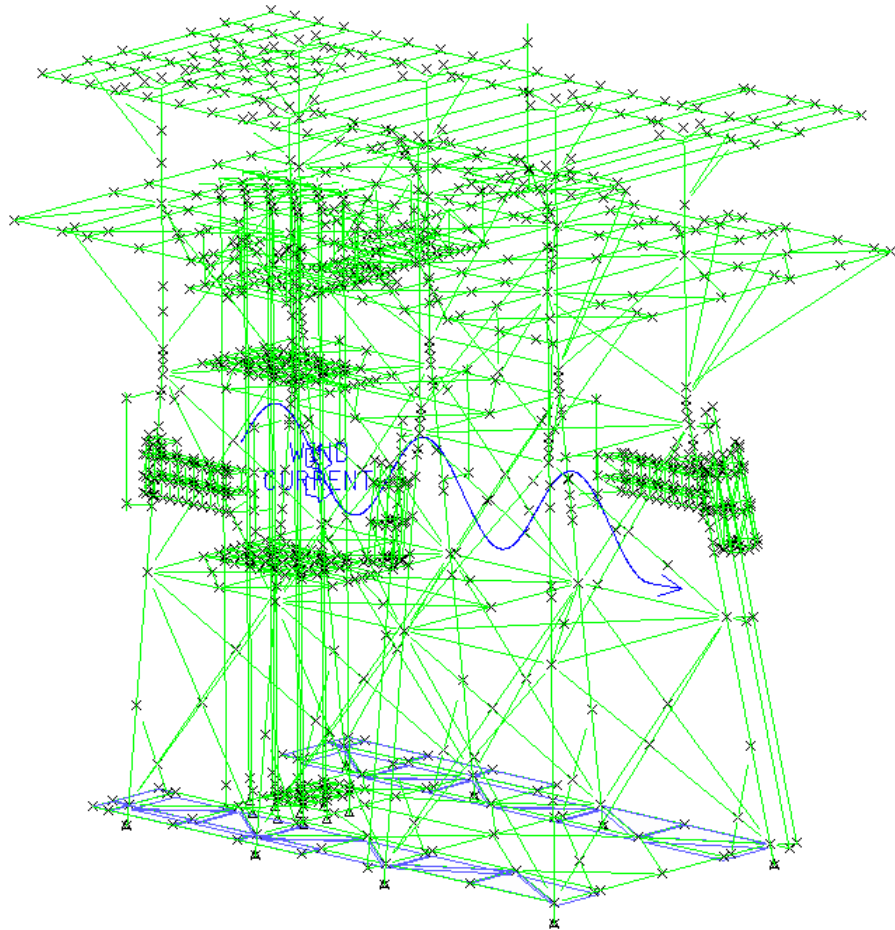
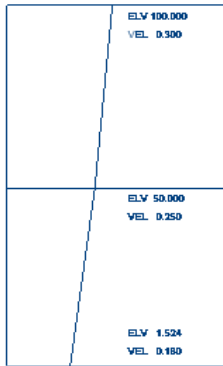


Figura 3.53 Carga Ambiental de Operación a 0° - 315° (Condición de Carga N°11 – N°18).

Se presenta una tabla con el resumen de cargas básicas que se consideraron para el análisis sísmico.

Tabla 3.3 Cargas Básicas de Xanab-D.

Resumen de Cargas Básicas de Xanab-D		
Caso de Carga	Descripción	(ton)
1	Peso propio de la estructura	<b>2582.71</b>
2	Carga de misceláneos de la subestructura	<b>119.31</b>
3	Carga muerta en superestructura	<b>401.32</b>
4	Carga viva en superestructura	<b>1067.30</b>
5	Carga muerta de equipo	<b>464.69</b>
6	Carga viva de equipo	<b>259.59</b>
7	Carga de tuberías y ductos eléctricos	<b>36.30</b>
9	Carga muerta del paquete de perforación	<b>944.00</b>
10	Carga viva del paquete de perforación	<b>796.00</b>

### III.VIII COMBINACIONES DE CARGA.

En esta sección se muestra la combinación de las fuerzas estáticas con las fuerzas sísmicas siguiendo las recomendaciones de API-RP-2A (WSD) 21a. edición. En primer lugar se deben revisar los elementos que tienen que resistir directamente las cargas sísmicas como son los pilotes, las piernas, las columnas, los contraventeos y las juntas. A éstos se les debe aplicar el doble de la carga sísmica junto con las cargas gravitacionales. En contraste, los elementos secundarios se revisan solamente contra la aplicación de la carga sísmica sencilla junto con las cargas gravitacionales.

Se debe considerar un factor de contingencia para las cargas básicas que se han contemplado para el análisis. Estos factores dependen de la etapa de diseño de la plataforma. Para uso de este proyecto de tesis se han tomado en cuenta los factores que están indicados en las “Figuras 3.54 Factores de contingencia para la fase de diseño en sitio y 5.55 Factores de contingencia fase carga, transportación e izaje”, para aplicar el factor de contingencia.

No-	Etapa del proyecto	Peso de la estructura	Peso del equipo y tubería
1	Diseño único	10%	20%

*Figura 3.54 Factores de contingencia para la fase de diseño en sitio.*

No-	Etapa del proyecto		Peso de la estructura	Peso del equipo y tubería
1	Diseño preliminar <sup>1</sup>		10%	20%
2	Diseño final <sup>2</sup>		5%	10%
3	Etapa parcialmente fabricada <sup>3</sup>	Fabricado o instalado	3%	3%
		Lo no Fabricado o instalado	5%	10%
4	Etapa final de la fabricación <sup>4</sup>		3%	3%

<sup>1</sup> Peso estimado, calculado durante la etapa inicial del proyecto.

<sup>2</sup> Peso estimado, calculado con un sistema de control de peso en la etapa final del proyecto y en la fase de construcción.

<sup>3</sup> Peso estimado, calculado con un sistema de pesaje lo fabricado e instalado y lo no fabricado e instalado calculado con un sistema de control de peso en la etapa final del proyecto y en la fase de construcción.

<sup>4</sup> Peso estimado, calculado con un sistema de pesaje cuando se ha alcanzado la etapa final de ensamble en la fabricación, es decir la obra estructural y demás equipo y componentes instalados.

*Figura 3.55 Factores de contingencia fase carga, transportación e izaje.*

Se ha considerado un factor de contingencia del 10% para el caso de carga que incluye el peso propio, para el caso de carga muerta de equipo y el caso de carga de Tuberías y ductos eléctricos se considera un factor de contingencia del 20%.

A continuación, se incluyen las combinaciones de carga para cada caso descrito anteriormente y sus factores de contingencia aplicados.

Tabla 3.4 Combinaciones de Carga Sísmica (Elementos Principales).

COMBINACIONES DE CARGA PARA SISMO																					
N° CASO DE CARGA	DESCRIPCIÓN	S000	S180	S036	S054	S072	S090	S108	S126	S144	S162	S180	S198	S216	S234	S252	S270	S288	S306	S324	S342
1	Peso Propio de la Estructura	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
2	Miscelaneos de la Subestructura	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3	Carga Muerta en Superestructura	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
4	Carga Viva en Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	Carga Muerta de Equipo	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
6	Carga Viva de Equipo	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
7	Carga de Tuberías y Ductos Electricos	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
9	Carga Muerta en Torre de Posición 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	Carga Viva en Torre de Posición 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	Carga Sísmica 0°	2.00																			
12	Carga Sísmica 180°		2.00																		
13	Carga Sísmica 36°			2.00																	
14	Carga Sísmica 54°				2.00																
15	Carga Sísmica 72°					2.00															
16	Carga Sísmica 90°						2.00														
17	Carga Sísmica 108°							2.00													
18	Carga Sísmica 126°								2.00												
19	Carga Sísmica 144°									2.00											
20	Carga Sísmica 162°										2.00										
21	Carga Sísmica 180°											2.00									
22	Carga Sísmica 198°												2.00								
23	Carga Sísmica 216°													2.00							
24	Carga Sísmica 234°														2.00						
25	Carga Sísmica 252°															2.00					
26	Carga Sísmica 270°																2.00				
27	Carga Sísmica 288°																	2.00			
28	Carga Sísmica 306°																		2.00		
29	Carga Sísmica 324°																			2.00	
30	Carga Sísmica 342°																				2.00

Tabla 3.5 Combinaciones de Carga Sísmica (Elementos Secundarios).

COMBINACIONES DE CARGA PARA SISMO																					
N° CASO DE CARGA	DESCRIPCIÓN	S000	S180	S036	S054	S072	S090	S108	S126	S144	S162	S180	S198	S216	S234	S252	S270	S288	S306	S324	S342
1	Peso Propio de la Estructura	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
2	Miscelaneos de la Subestructura	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3	Carga Muerta en Superestructura	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
4	Carga Viva en Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	Carga Muerta de Equipo	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
6	Carga Viva de Equipo	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
7	Carga de Tuberías y Ductos Electricos	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
9	Carga Muerta en Torre de Posición 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	Carga Viva en Torre de Posición 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	Carga Sísmica 0°	1.00																			
12	Carga Sísmica 180°		1.00																		
13	Carga Sísmica 36°			1.00																	
14	Carga Sísmica 54°				1.00																
15	Carga Sísmica 72°					1.00															
16	Carga Sísmica 90°						1.00														
17	Carga Sísmica 108°							1.00													
18	Carga Sísmica 126°								1.00												
19	Carga Sísmica 144°									1.00											
20	Carga Sísmica 162°										1.00										
21	Carga Sísmica 180°											1.00									
22	Carga Sísmica 198°												1.00								
23	Carga Sísmica 216°													1.00							
24	Carga Sísmica 234°														1.00						
25	Carga Sísmica 252°															1.00					
26	Carga Sísmica 270°																1.00				
27	Carga Sísmica 288°																	1.00			
28	Carga Sísmica 306°																		1.00		
29	Carga Sísmica 324°																			1.00	
30	Carga Sísmica 342°																				1.00







LOAD Z 28852866 1.25000-2.83+5 GLOB CONC CM\_T1  
 LOAD Z 28272828 1.25000-1.84+5 GLOB CONC CM\_T1  
 LOAD Z 28902891 0.24800-2.21+5 GLOB CONC CM\_T1  
 LOAD Z 28322833 0.24800-1.08+5 GLOB CONC CM\_T1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\* FUERZAS SISMICAS \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

LOADCN 11  
 LOADLB 11CARGA SISMICA 0°  
 LOAD 0239 3.457101.933041.4116052.6561 -91.389-4.8442 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 3.569571.979461.5600354.2816 -94.667-5.0508 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 3.415071.888531.3054751.2166 -90.003-4.8509 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 19.466710.13947.64192156.899 -313.15-16.141 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 69.017431.340022.1465630.467 -1424.3-88.382 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 76.104236.275824.6193-864.57 1894.591511.627 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 3.630411.983171.5927154.4635 -96.292-5.2314 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 20.066310.38688.43210165.005 -321.38-24.975 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 81.361229.430626.8166-878.83 1959.41115.878 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 70.989032.185224.1613658.078 -1461.2-112.46 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 19.23689.909737.07608151.954 -310.11-12.518 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 68.225830.551920.7078610.729 -1409.7-79.305 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 71.334537.067223.0419-843.01 1863.96168.141 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 20.393810.38608.60400166.848 -326.40-28.979 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 80.782025.337527.3026-872.75 1987.52102.506 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 72.043732.192224.6122663.759 -1481.4-123.68 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 122.79051.325343.4715-1506.5 3333.01224.874 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 159.35972.770344.99371686.23 -3732.3-305.43 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 48.190324.887319.5595508.824 -978.69-90.102 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 104.62539.978330.5199-1491.3 3011.76843.420 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 110.20246.946438.6094-1254.7 3427.56-421.31 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 147.33261.799035.32571374.90 -3898.6674.670 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 42.946721.429614.4244419.098 -1025.9187.074 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 158.01771.958346.88342120.01 -3968.0-1358.7 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 46.797423.063619.2275634.506 -1046.8-371.36 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 99.879343.502131.1005616.101 -1540.6-87.011 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 11.71516.345814.09188145.703 -297.3740.4593 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 11.93148.088131.5202-1801.6 4133.21315.829 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 22.270210.87718.23952381.863 -776.82-37.222 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 12.98906.881575.54859203.099 -309.23-97.655 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 12.59357.004115.30158173.264 -290.76-31.248 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 97.782841.379827.0080652.247 -1411.3-439.05 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 128.54140.011629.0425-1500.6 4306.27-706.74 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 103.08443.697232.5385477.331 -1565.6269.963 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 25.942412.48728.39283346.422 -639.38-173.08 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 127.73262.413136.1781-2223.7 4310.821422.90 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 27.562813.250310.4418275.430 -713.71125.866 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 7.497313.817062.81986-49.260 79.766318.8393 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 7.540853.235832.53992.052404 -.12727.089695 GLOB JOIN

LOADCN 12  
 LOADLB 12CARGA SISMICA 18°  
 LOAD 0239 3.055552.179741.3152058.6698 -80.969-2.7888 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 3.039052.172921.3694858.6681 -80.725-2.7585 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 3.063692.184761.2562358.6174 -80.984-2.7972 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 17.166611.736677.14141184.405 -275.99-10.762 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 60.609338.275220.9560779.107 -1251.0-55.734 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 67.851043.032623.3752-1053.1 1668.0484.7819 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 3.029522.176271.3618658.7161 -80.464-2.7199 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 17.076811.69837.42962187.256 -273.72-18.140 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 69.432135.369024.1302-1039.8 1669.9848.1878 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 60.353938.177021.6497785.415 -1243.8-74.979 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 17.202511.77296.82705183.695 -277.09-7.1906 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 60.681138.351220.1844776.953 -1253.9-46.723 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 64.468745.215722.5266-1056.2 1662.16101.301 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 17.028511.69767.38683188.461 -273.03-20.915 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 67.165031.906824.0006-1032.6 1664.8333.6679 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 60.196438.169021.5383788.833 -1240.3-81.961 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 106.12563.442140.1386-1783.2 2897.2136.2128 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 137.54388.006041.47672093.17 -3206.9-360.86 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 41.741028.465517.7358596.001 -843.78-101.35 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 93.213654.038430.6322-1890.2 2706.27684.412 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 91.151257.390133.4058-1554.3 2829.51-495.83 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 131.77981.142734.82281910.00 -3472.9629.583 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 38.675926.405814.3348544.306 -922.60177.218 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 130.23685.676041.09722473.48 -3263.6-1218.2 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 38.432026.395516.1715704.025 -859.35-328.02 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 85.590354.524128.6396781.445 -1327.625.4310 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 10.59327.593664.05884177.864 -268.8237.0124 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 99.922864.748529.3293-2313.9 3526.34390.478 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 19.113713.02037.47373449.483 -669.41-2.2720 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 10.64697.656194.64164218.214 -253.14-87.362 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 10.92167.801324.78988194.217 -251.02-37.128 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 85.831554.735526.4118848.089 -1238.1-323.80 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 111.63757.902127.9300-2116.6 3779.00-630.96 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 85.461254.720028.4848654.577 -1308.9330.748 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 22.866515.66468.12519421.325 -564.82-127.94 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 107.05576.897032.7408-2691.3 3564.851311.26 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 22.808515.75488.94533339.313 -594.46147.787 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 6.433574.506742.55219-59.961 67.111730.6040 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 6.444384.121842.31818.047410 -.11515 GLOB JOIN

LOADCN 13  
 LOADLB 13CARGA SISMICA 36°  
 LOAD 0239 2.466372.240341.3817560.5628 -66.340-.72253 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 2.459082.237541.3527060.3994 -66.064-.70838 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 2.470962.241491.3641560.5442 -66.395-.73174 GLOB JOIN

LOAD 0145 13.819812.37677.51214199.659 -223.80-4.0939 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 48.673542.534521.7239882.992 -1011.2-18.325 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 55.651447.023324.3193-1185.3 1357.5717.7179 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 2.454822.240091.3087960.3168 -65.820-.68826 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 13.775412.35707.35569202.141 -221.79-10.466 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 55.971639.905523.8787-1168.0 1356.69-13.845 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 48.508422.448721.3295887.571 -1004.4-35.112 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 13.837312.39457.41866198.859 -224.95-.85650 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 48.717542.583021.4951880.887 -1014.5-10.055 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 52.932849.479824.0676-1190.4 1352.9833.0688 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 13.753312.35657.11972202.945 -221.31-12.733 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 53.455137.119723.2268-1159.3 1350.54-25.317 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 48.401442.423820.7436889.284 -1001.3-40.812 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 85.212772.287540.7277-2000.2 2388.16-140.72 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 110.02998.029842.85112373.64 -2520.3-385.58 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 33.628730.107518.0966643.546 -666.60-102.89 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 74.467161.861233.3672-2132.0 2194.57482.516 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 73.492765.006531.7980-1767.3 2309.70-541.85 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 105.57890.147338.30652160.69 -2791.3536.946 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 31.087527.822016.0612583.452 -747.06152.953 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 104.70194.740639.94892742.39 -2587.6-1066.2 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 31.061927.936215.2789746.643 -686.06-282.93 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 68.771060.368329.1339893.033 -1103.2119.431 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 8.542557.775274.55100181.675 -217.5430.8006 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 78.667675.459430.8079-2619.5 2767.22440.264 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 15.393413.79677.68843479.387 -552.4125.4914 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 8.636747.873374.36753222.797 -293.09-76.386 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 8.833858.020394.87959200.217 -197.87-38.961 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 68.922060.486128.4474973.184 -1016.9-200.63 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 88.221267.427430.3258-2390.6 3019.41-506.49 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 68.741460.547827.6312764.113 -1078.0365.427 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 18.415816.48328.95441454.570 -467.10-81.300 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 86.745885.509632.9086-2992.6 2818.49181.49 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 18.427316.62988.68928365.967 -492.65156.022 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 5.195134.693922.62510-62.202 47.17737.5293 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 5.171774.542382.39972.043491 -.10571 GLOB JOIN

LOADCN 14  
 LOADLB 14CARGA SISMICA 54°  
 LOAD 0239 2.308512.096951.2933156.6864 -62.094-.67628 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 2.301682.094331.2661256.5334 -61.835-.66304 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 2.312802.098021.2768356.6689 -62.146-.68490 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 12.935311.58457.03131186.880 -209.47-3.8318 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 45.558139.812020.3335826.474 -946.43-17.152 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 52.089344.013522.7627-1109.4 1270.6716.5838 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 2.297702.096711.2250256.4561 -61.607-.64421 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 12.893711.56616.88488189.203 -207.59-9.7963 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 52.389037.351322.30031093.3 -1269.85-12.959 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 45.403339.731719.9643830.760 -940.11-32.865 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 12.951611.60126.94382186.131 -210.56-.80168 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 45.599239.857420.1193824.504 -949.54-9.4110 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 49.544846.312822.5271-1114.2 1266.3830.9522 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 12.873011.56566.66401189.955 -207.15-11.918 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 50.033634.743821.7402-1085.1 1264.10-23.697 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 45.303439.708419.4159832.364 -937.26-38.200 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 79.758567.660638.1208-1872.2 2235.30-131.71 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 102.98791.755240.10832221.71 -2359.0-360.90 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 31.476228.180416.9383602.355 -623.93-96.305 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 69.700857.901731.2315-1995.5 2054.10451.632 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 68.788760.845729.7627-1654.2 2161.87-507.17 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 98.820584.377235.85462022.39 -2612.6502.578 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 29.097726.041215.0331546.107 -699.24143.163 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 97.999388.675337.309192566.86 -2421.9-997.93 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 29.073726.148114.3009698.853 -642.14-264.82 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 64.369256.504427.2691835.872 -1032.6111.786 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 7.995777.277604.25907170.047 -203.6128.8292 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 73.632470.629528.8360-2451.9 2590.10412.084 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 14.408112.91377.19632448.703 -517.0523.8598 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 8.083937.369424.08797208.537 -109.09-71.497 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 8.268427.507034.56727187.402 -185.21-36.467 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 64.510656.614526.6265910.894 -951.84-187.78 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 82.574463.111628.3848-2237.6 2826.15-474.08 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 64.341556.672425.8626715.205 -1009.0342.037 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 17.237115.42828.38127425.475 -437.20-76.097 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 81.193580.036430.8022-2801.0 2638.091105.87 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 17.247915.56548.1331342.542 -461.1146.036 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 4.862614.393482.45707-58.220 44.158035.1272 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 4.840744.251632.24612.040707 -.09894 GLOB JOIN

LOADCN 15  
 LOADLB 15CARGA SISMICA 72°  
 LOAD 0239 1.532482.05950-1.093648.2278 -34.9641.65890 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 1.525772.05668-1.141948.0054 -34.6431.67121 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 1.532542.06334-1.080748.3597 -35.0151.66909 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 8.3073811.2800-5.8060162.425 -116.843.07358 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 26.597636.9614-12.163702.194 -496.7618.8476 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 31.288638.9981-13.387-904.97 632.381-46.914 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 1.522562.05542-1.174647.8763 -34.4601.67794 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 8.2669211.2623-6.0639159.833 -116.73-1.3036 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 30.113533.8926-14.130-906.69 618.327-67.422 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 26.358536.8478-12.820693.803 -492.028.22263 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 8.3229311.2947-5.7366163.319 -116.675.43932 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 26.686437.0457-11.981706.124 -497.6424.8877 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 29.893941.2592-13.176-905.99 638.759-36.028 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 8.2475511.2628-6.2371158.601 -116.27-2.6308 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 27.794732.3762-14.614-909.04 611.764-73.938 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 26.229636.8342-13.253690.115 -488.295.81777 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 45.597862.1392-23.317-1441.6 913.190-267.27 GLOB JOIN



LOAD 0198 62.530086.3035-31.1152089.81 -1664.8-332.18 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 20.147727.4233-14.408573.836 -465.87-89.822 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 39.681253.6189-17.866-1365.2 1072.43194.362 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 38.864055.5017-20.543-1614.2 910.021-459.58 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 58.586581.5991-27.9732276.16 -1479.0340.307 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 18.647025.3482-12.831627.505 -406.05104.501 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 59.295580.0301-28.5361831.76 -1666.9-701.04 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 18.538025.4395-14.431492.434 -464.40-192.49 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 37.617052.6525-19.069601.657 -330.52185.911 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 5.301997.15040-3.7487191.191 -130.8720.3189 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 43.117567.5101-24.486-2320.6 1843.39386.696 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 9.1742312.5715-6.7351356.489 -231.6151.3185 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 5.352737.25744-4.2521157.396 -148.06-55.139 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 5.475967.37772-4.0024186.383 -158.17-36.695 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 37.868652.8673-18.610540.600 -404.83-46.453 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 46.903862.7107-24.520-2516.1 1668.60-286.28 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 37.392752.8164-20.338691.727 -306.73327.941 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 11.017615.0394-7.9010260.729 -200.38-20.627 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 49.447870.6035-23.573-2070.8 1869.00795.827 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 11.016115.1664-8.5589332.983 -157.15144.046 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 3.160304.30603-2.3437-76.457 78.615540.8145 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 2.928704.06805-2.0984.014207 -0.03368 GLOB JOIN

LOADCN 16

LOADLB 16CARGA SISMICA 90°  
 LOAD 0239 -1.26522.36645.60496061.1937 29.567011.3512 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -1.28392.35812.58287760.9164 30.110811.3846 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -1.25982.37563.59652061.3916 29.451711.3616 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -6.444412.88163.30076198.358 85.872525.5241 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -18.06442.83459.18628853.296 303.025120.434 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -11.86339.993310.4853-1134.6 -387.26-232.00 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -1.29422.35482.55373660.7544 30.463211.4084 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -6.554112.83493.18149198.800 88.308626.0953 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -16.75637.768210.1342-1122.9 -397.69-233.62 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -18.48942.65688.86945852.867 313.629121.600 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -6.402412.92313.25678198.383 84.622126.2610 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -17.90542.98839.09447855.170 298.728122.704 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -10.82142.551010.3883-1140.4 -385.68-227.44 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -6.615212.83553.02794199.341 89.395927.3668 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -19.38438.65489.71036-1118.8 -405.80-230.73 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -18.72342.64828.48475853.211 318.734124.502 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -26.42670.524317.4339-1884.2 -576.33-700.90 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 -42.85499.021320.46102366.06 1034.45-354.26 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -15.71931.27327.88368657.799 334.892-94.837 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -23.84962.357214.1810-1958.9 -645.66-439.39 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -23.30362.676512.9056-1781.6 -639.44-471.65 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -38.89192.393914.97932293.42 895.651-56.483 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -14.18129.06226.99292637.039 295.234-12.243 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -40.91693.263120.18482544.64 1071.59-47.525 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -14.93828.99686.34894706.031 343.13412.1190 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -26.39961.11011.9506823.853 197.045441.896 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -4.33308.235871.96912200.713 106.562-8.8267 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 -31.58580.433515.1331-2628.6 -1151.0410.874 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -7.127914.37433.26216469.968 190.213158.958 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -4.59698.318681.80171218.823 120.059-1.1405 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 -4.57918.440432.10452211.221 124.024-45.377 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -26.01161.518011.6606862.572 229.870357.684 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -33.05873.470811.4703-2546.3 -1027.3138.096 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -27.12561.272510.9422762.098 207.158344.387 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -8.506917.28763.79467420.687 158.665115.847 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -25.64778.562917.3697-2806.4 -1188.5169.774 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -8.830517.28653.55573376.330 148.489160.551 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -2.55784.925431.09238-72.073 -54.72871.6518 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -2.06284.622791.01461.025545 -0.06197-0.01989 GLOB JOIN

LOADCN 17

LOADLB 17CARGA SISMICA 108°  
 LOAD 0239 -5.43282.35771.09407759.3326 13.50259.10928 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -5.71572.34606.02230858.8170 14.43489.16146 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -5.53012.37014.14048559.7820 13.14259.12052 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -3.299012.7596.474636191.429 54.491022.1031 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -13.15041.55721.83278809.277 270.321112.871 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -10.27838.56271.85706-1064.7 -347.61-217.00 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -5.86192.34341 58.6933 14.86879.20027 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -3.452112.6951.091707189.811 57.137521.6107 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -15.17236.2662.777654-1054.8 -368.48-219.17 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -13.74141.2958.859889802.222 283.565112.833 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -3.241312.8167.722553192.429 53.170423.2302 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -12.90941.79272.46290815.062 264.449115.600 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -9.212541.13742.55640-1074.0 -338.39-212.47 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -3.534512.6958-0.02016189.648 58.515922.3719 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -17.81237.1011.463418-1054.5 -378.15-216.75 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -14.05041.2905.574472800.985 290.132115.241 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -23.75867.81602.16304-1743.5 -583.92-664.51 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 -31.21196.20292.988022289.10 792.679-339.26 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -8.272430.9395.667728644.800 190.594-93.070 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -20.98560.28844.70994-1805.2 -550.72-406.62 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -21.23660.2359.771625-1739.2 -634.60-448.02 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -28.09890.57063.357612296.52 743.399-8.7664 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -7.263928.85472.17050645.350 176.23214.4685 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -30.54289.97834.403812328.59 848.129-96.758 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -8.225128.6849-0.07486654.344 203.899-26.917 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -19.16159.45212.60097754.470 267.048416.345 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -1.82648.24093.652265204.419 46.0832-1.3165 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 -27.51277.78223.11604-2555.3 -877.14403.804 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -3.868514.2507.539932448.925 122.009139.915 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -2.11858.29320 207.932 54.1161-15.154 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 -2.01328.41273.208828210.528 52.6156-44.529 GLOB JOIN

LOAD 0207 -18.53160.08454.36803780.361 255.418311.153 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -29.00171.68782.14383-2554.6 -841.10119.653 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -20.07759.63621.81606739.576 281.230525.545 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -4.447817.18281.28171392.068 909.9091135.648 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -22.10375.44015.32225-2598.6 -924.46192.485 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -4.812617.1591.359265372.593 109.672163.232 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -1.25294.90841.197788-75.706 -21.24965.9247 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -1.44504.52899.179603-.01844.044463-.02398 GLOB JOIN

LOADCN 18

LOADLB 18CARGA SISMICA 126°  
 LOAD 0239 -2.80942.55291-1.173660.2260 74.345516.8305 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -2.78822.56165-1.263360.1639 74.098316.7919 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -2.81942.54633-1.103160.2760 74.371116.8400 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -15.80913.7677-6.3568196.272 254.33542.1911 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -56.23644.0916-16.382819.193 1155.05210.746 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -54.89636.2820-18.439-1054.8 -1537.8-390.08 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -2.77632.55862-1.276960.0564 73.845116.7468 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -15.69813.8121-6.8347193.574 252.05045.4994 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -62.29137.4167-19.721-1064.5 -1541.5-371.06 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -55.95644.1822-17.545812.487 1148.75219.992 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -15.85213.7238-5.9805196.791 255.33341.9098 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -56.32044.0027-15.458821.159 1157.41209.803 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -51.77038.6291-17.417-1053.0 -1531.9-392.36 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -15.63813.8128-6.9051192.239 251.26348.0173 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -64.55640.6087-19.903-1070.0 -1537.9-357.55 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -55.78444.1794-17.713808.475 1145.56226.376 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -97.09271.1388-32.324-1687.3 -2668.9-1065.7 GLOB JOIN  
 LOAD 0148 -127.70103.166-34.4422442.89 2968.37-336.07 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -38.41033.5173-16.054692.101 778.242-91.625 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -87.34162.8484-22.788-1601.1 -2496.2-1031.8 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -82.43162.6715-27.458-1893.5 -2615.6-432.15 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -122.4896.1649-31.5252598.03 3208.41-383.73 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -35.65790.5846-12.401735.624 840.944-85.814 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -118.9893.9555-29.7652166.33 3010.29510.528 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -35.27231.0699-15.324608.427 788.869143.887 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -79.33462.6758-22.968692.857 1224.56642.376 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -9.75418.75941-3.5207229.963 247.357-25.316 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 -98.64585.2730-24.213-2707.8 -3265.7415.482 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -17.58715.2376-6.7915436.945 615.564227.011 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -9.74369.00626-4.4150200.159 231.30827.1120 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 -10.0289.13249-4.3481229.508 230.717-50.284 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -79.60362.4215-20.350636.907 1141.68678.351 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -109.4978.8064-26.602-2875.3 -3495.5550.121 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -79.14062.8770-23.556789.418 1212.82366.103 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -21.07318.1184-7.1619331.794 518.548297.139 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -92.19974.3685-22.282-2438.0 -3290.2-411.42 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -20.94618.3538-8.4029397.979 548.941175.018 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -5.91075.24652-3.3223-91.630 -61.01809.1284 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -5.94304.80135-2.1005-.04045.098290.013491 GLOB JOIN

LOADCN 19

LOADLB 19CARGA SISMICA 144°  
 LOAD 0239 -3.05742.77543-1.259165.5536 80.852518.3106 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -3.03012.78680-1.366265.5026 80.506818.2611 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -3.06972.76643-1.176655.5743 80.902618.3195 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -17.20615.0153-6.8157215.018 276.71146.0870 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -61.21848.4258-17.536903.648 1257.28230.780 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -59.73340.0795-19.724-1163.5 -1673.3-426.86 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -3.01492.78370-1.385965.3745 80.189818.2054 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -17.06215.0731-7.3859212.193 273.92249.6551 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -67.73841.3013-21.248-1174.2 -1675.7-406.10 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -60.83448.5535-18.921896.804 1248.95240.654 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -17.26214.9587-6.3863215.459 277.91045.7880 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -61.34048.2992-16.484905.166 1260.35229.781 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -56.36342.6322-18.562-1161.0 -1667.6-429.25 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -16.98415.0738-7.4891210.684 272.88952.3648 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -70.18944.7698-21.516-1179.9 -1670.9-391.26 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -60.60448.5474-19.167892.257 1244.67247.477 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -105.6778.4789-34.706-1863.2 -2900.9-1168.1 GLOB JOIN  
 LOAD 0148 -138.95113.344-36.9772690.56 3232.68-368.87 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -41.77736.5754-17.281757.379 847.008-99.802 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -95.21569.1810-24.211-1769.2 -2718.9-1126.9 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -89.51569.1365-29.761-2084.9 -2840.1-477.29 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -133.44105.446-33.5952850.21 3495.48-416.51 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -38.83933.3216-13.195802.357 925.320-93.209 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -129.17103.259-32.2662390.76 3269.01550.511 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -38.28233.9074-16.672666.341 856.199155.847 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -86.27768.7670-24.702767.488 1330.43702.559 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -10.6229.50943-3.7482249.544 269.307-27.560 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -107.4193.8626-25.976-2979.3 -3556.3458.405 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -19.12216.6188-7.3170477.743 668.745247.269 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -10.5739.79260-4.8082217.683 250.97229.3752 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -10.9039.93031-4.6841249.631 251.078-54.652 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -86.65268.4081-21.716707.520 1241.65740.627 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -119.3286.5883-28.439-3152.8 -3807.9599.851 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -85.94768.9832-25.525871.564 1317.54402.181 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -22.93319.7296-7.6525363.779 535.510323.524 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -100.1182.0158-24.059-2687.9 -3574.5-439.69 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -22.74120.0084-9.1273434.992 596.141190.770 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -6.42565.70916-2.5033-99.570 67.58196.9324 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -6.46175.26282-2.2608-.04321.105001.018195 GLOB JOIN

LOADCN 20

LOADLB 20CARGA SISMICA 162°  
 LOAD 0239 -3.51243.18854-1.446575.3108 92.886921.0360 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -3.48113.20160-1.569675.2523 92.488920.9791 GLOB JOIN

LOAD 0238 -3.52663.17820-1.354075.3347 92.944621.0463 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -19.76717.2502-7.8301247.022 317.89852.9468 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -70.33055.6337-20.1461838.15 1444.42265.130 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -68.62446.0451-22.660-1336.6 -1922.4-490.39 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -3.46363.19804-1.592275.1051 92.125620.9152 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -19.60117.3167-8.4852243.777 314.69457.0460 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -77.82147.4487-24.411-1348.9 -1925.1-466.54 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -69.88855.7804-21.7371830.29 1434.85276.474 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -19.83117.1852-7.3369247.529 319.27652.6033 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -70.47055.4883-18.9381039.89 1447.95263.982 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -64.75248.9778-21.325-1333.8 -1915.8-493.14 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -19.51217.3175-8.6038242.044 313.50760.1590 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -80.63651.4335-24.719-1355.5 -1919.6-449.49 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -69.62555.7735-22.0191025.06 1429.93284.313 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -121.4090.1600-39.872-2140.5 -3332.7-1341.9 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 -159.63130.215-42.4813091.03 3713.85-423.77 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -47.99542.0194-19.854870.111 973.080-114.66 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -109.3979.4782-27.815-2032.5 -3123.6-1294.6 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -102.8479.4271-34.191-2395.2 -3262.8-548.33 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -153.30121.141-38.5963274.44 4015.77-478.50 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -44.62038.2813-15.159921.783 1063.05-107.08 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -148.40118.629-37.0682746.61 3755.58632.452 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -43.98038.9544-19.154765.522 983.640179.044 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -99.11979.0025-28.378881.725 1528.45807.131 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -12.20310.9249-4.3061286.687 309.392-31.662 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 -123.40107.834-29.842-3422.8 -4085.6526.636 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -21.96819.0924-8.4061548.852 768.284284.073 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -12.14711.2502-5.5239250.084 288.32833.7475 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 -12.52611.4084-5.3814286.788 288.450-62.787 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -99.54978.5903-24.948812.830 1426.46850.865 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -137.0899.4765-32.672-3622.1 -4374.7689.135 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -98.74079.2510-29.3251001.29 1513.65462.043 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -26.34722.6662-8.7915417.926 647.385371.679 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -115.0194.2234-27.640-3088.0 -4106.5-505.14 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -26.12622.9865-10.486499.738 684.873219.165 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -7.38206.55894-2.8759-114.39 -77.640111.360 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -7.42356.04616-2.5973-.04965 1.20630.020903 GLOB JOIN

LOADCN 21  
 LOADLB 21CARGA SISMICA 180°  
 LOAD 0239 -3.4571-1.9330-1.4116-52.656 91.38924.84424 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -3.5696-1.9795-1.5600-54.282 94.66715.05085 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -3.4151-1.8885-1.3095-51.217 90.00324.85088 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -19.467-10.139-7.6419-156.90 313.14716.1405 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -69.017-31.340-22.146-630.47 1424.3488.3824 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -76.104-36.276-24.619864.567 -1894.6-151.63 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -3.6304-1.9832-1.5927-54.463 96.29225.23135 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -20.066-10.387-8.4321-165.00 321.38224.9752 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -81.361-29.431-26.817878.834 -1959.4-115.88 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -70.989-32.185-24.161-658.08 1461.16112.461 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -19.237-9.9097-7.0761-151.95 310.10712.5185 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -68.226-30.552-20.708-610.73 1409.7479.3052 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -71.335-37.067-23.042843.009 -1864.0-168.14 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -20.394-10.386-8.6040-166.85 326.40428.9790 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -80.782-25.337-27.303872.750 -1987.5-102.51 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -72.044-32.192-24.612-663.76 1481.42123.676 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -122.79-51.325-43.4721506.51 -3333.0-224.87 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 -159.36-72.770-44.994-1686.2 3732.26305.435 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -48.190-24.887-19.559-508.82 978.69090.1017 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -104.62-39.978-30.5201491.25 -3011.8-843.42 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -110.20-46.946-38.6091254.72 -3427.6421.312 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -147.33-61.799-35.326-1374.9 3890.64-674.67 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -42.947-21.430-14.424-419.10 1025.93-187.07 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -158.02-71.958-46.883-2120.0 3967.971358.69 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -46.797-23.064-19.228-634.51 1046.81371.360 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -99.874-43.502-31.101-616.10 1540.6387.0113 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -11.715-6.3458-4.0919-145.70 297.367-40.459 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 -117.93-48.088-31.5201801.57 -4133.2-315.83 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -22.270-10.877-8.2395-381.86 776.81537.2223 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -12.989-6.8816-5.5486-203.10 309.23497.6555 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 -12.594-7.0041-5.3016-173.26 290.76231.2480 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -97.783-41.380-27.008-652.25 1411.26439.045 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -128.54-40.012-29.0431500.63 -4306.3706.740 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -103.08-43.697-32.538-477.33 1565.64-269.96 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -25.942-12.487-8.3928-346.42 639.380173.076 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -127.73-62.413-36.1782223.73 -4310.8-1422.9 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -27.563-13.250-10.442-275.43 713.705-125.87 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -7.4973-3.8171-2.819949.2605 -79.766-18.839 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -7.5409-3.2358-2.5399-.05240 1.27271-.08970 GLOB JOIN

LOADCN 22  
 LOADLB 22CARGA SISMICA 198°  
 LOAD 0239 -3.0556-2.1797-1.3152-58.670 80.96852.78884 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -3.0391-2.1729-1.3695-58.668 80.72502.75854 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -3.0637-2.1848-1.2562-58.617 80.98362.79721 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -17.167-11.737-7.1414-184.41 275.98610.7623 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -60.609-38.275-20.956-779.11 1251.0255.7340 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -67.851-43.033-23.3751053.13 -1668.0-84.782 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -3.0295-2.1763-1.3619-58.716 80.46402.71989 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -17.077-11.698-7.4296-187.26 273.72418.1402 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -69.432-35.369-24.1301039.80 -1670.0-48.188 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -60.354-38.177-21.650-785.41 1243.8274.9794 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -17.203-11.773-6.8270-183.70 277.0947.19059 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -60.681-38.351-20.184-776.95 1253.8946.7225 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -64.469-45.216-22.5271056.19 -1662.2-101.30 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -17.029-11.698-7.3868-188.46 273.03120.9154 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -67.165-31.907-24.1001032.61 -1664.8-33.668 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -60.196-38.169-21.538-788.83 1240.2981.9610 GLOB JOIN

LOAD 0157 -106.13-63.442-40.1391783.15 -2897.2-36.213 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 -137.54-88.006-41.477-2093.2 3206.90360.863 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -41.741-28.465-17.736-596.00 843.781101.352 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -93.214-54.038-30.6321890.18 -2706.3-684.41 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -91.151-57.390-33.4061554.29 -2829.5495.835 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -131.78-81.143-34.823-1910.0 3472.92-629.58 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -38.676-26.406-14.335-544.31 922.599-177.22 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -130.24-85.676-41.097-2473.5 3263.561218.17 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -38.432-26.395-16.172-704.03 859.348328.016 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -85.590-54.524-28.640-781.45 1327.58-25.431 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -10.593-7.5937-4.0588-177.86 268.821-37.012 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 -99.923-64.749-29.3292313.90 -3526.3-390.48 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -19.114-13.020-7.4737-449.48 669.4062.27204 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -10.647-7.6562-4.6416-218.21 253.13687.3616 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 -10.922-7.8013-4.7899-194.22 251.02237.1283 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -85.832-54.736-26.412-848.09 1238.12323.801 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -111.64-57.902-27.9302116.64 -3779.0630.961 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -85.461-54.720-28.485-654.58 1308.88-330.75 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -22.886-15.665-8.1252-421.32 564.824127.941 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -107.05-76.897-32.7412691.30 -3564.8-1311.3 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -22.809-15.755-8.9453-339.31 594.456-147.79 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -6.4336-4.5067-2.552259.9612 -37.112-30.604 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -6.4444-4.1218-2.3182-.04741 1.15149 GLOB JOIN

LOADCN 23  
 LOADLB 23CARGA SISMICA 216°  
 LOAD 0239 -2.4664-2.2403-1.3818-60.563 66.3399.722526 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -2.4591-2.2375-1.3527-60.399 66.0639.708378 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -2.4710-2.2415-1.3641-60.544 66.3954.731738 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -13.820-12.377-7.5121-139.66 223.7974.09386 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -48.674-42.534-21.724-882.99 1011.1518.3251 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -55.651-47.023-24.3191185.31 -1357.6-17.718 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -2.4548-2.2401-1.3088-60.317 65.8204.688260 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -13.775-12.357-7.3557-202.14 221.78810.4662 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -55.972-39.905-23.8791168.04 -1356.713.8453 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -48.508-42.449-21.330-887.57 1004.3935.1119 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -13.837-12.395-7.4187-198.86 224.954.856499 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -48.717-42.583-21.495-880.89 1014.4810.0546 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -52.933-49.480-24.0681190.40 -1353.0-33.069 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -13.753-12.357-7.1197-202.94 221.3142.7333 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -53.455-37.120-23.2271159.30 -1350.525.3171 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -48.401-42.424-20.744-889.28 1001.3540.8121 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -85.213-72.287-40.7282000.23 -2388.2140.720 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 -110.03-98.030-42.851-2373.6 2520.33385.580 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -33.629-30.108-18.097-643.55 666.602102.891 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -74.467-61.861-33.3672131.96 -2194.6-482.52 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -73.493-65.007-31.7981767.31 -2309.7541.851 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -105.58-90.147-38.307-2160.7 2791.26-536.95 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -31.088-27.822-16.061-583.45 747.057-152.95 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -104.70-94.741-39.949-2742.4 2587.561066.17 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -31.062-27.936-15.279-746.64 686.056282.929 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -68.771-60.368-29.134-893.03 1103.18-119.43 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -8.5425-7.7753-4.5510-181.68 217.535-30.801 GLOB JOIN  
 LOAD 0239 -78.668-75.459-30.0882619.52 -2767.2-440.26 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -15.393-13.797-7.6884-479.39 552.409-25.491 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -8.6367-7.8734-4.3675-222.80 203.09076.3858 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 -8.8338-8.0204-4.8796-208.22 197.87338.9610 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -68.922-60.486-28.447-973.18 1016.93200.625 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -88.221-67.427-30.3262390.58 -3019.4506.494 GLOB JOIN  
 LOAD 0186 -68.741-60.548-27.631-764.11 1077.99-365.43 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -18.416-16.483-8.9544-454.57 467.10181.3003 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -86.746-85.510-32.9092922.58 -2818.5-1181.5 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -18.427-16.630-8.6893-365.97 492.646-156.02 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -5.1951-4.6939-2.625162.2017 -47.178-37.529 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -5.1718-4.5424-2.3997-.04349 1.05710 GLOB JOIN

LOADCN 24  
 LOADLB 24CARGA SISMICA 234°  
 LOAD 0239 -2.3085-2.0969-1.2933-56.686 62.0937.676280 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -2.3017-2.0943-1.2661-56.533 61.8354.663038 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -2.3128-2.0980-1.2768-56.669 62.1457.684901 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -12.935-11.585-7.0313-186.88 209.4723.83183 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -45.558-39.812-20.333-826.47 946.43417.1522 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -52.089-44.013-22.7631109.44 -1270.7-16.584 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -2.2977-2.0967-1.2250-56.456 61.6075.644208 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -12.894-11.566-6.8849-189.20 207.5929.79627 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -52.389-37.351-22.3501093.28 -1269.812.9591 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -45.403-39.732-19.964-830.76 940.10732.8645 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -12.952-11.601-6.9438-186.13 210.555.801681 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -45.599-39.857-20.119-824.50 949.5439.41102 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -49.545-46.313-22.5271114.21 -1266.4-30.952 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -12.873-11.566-6.6640-189.95 207.14811.9183 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -50.034-34.744-21.7401085.09 -1264.123.6966 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -45.303-39.708-19.416-832.36 937.25638.1999 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -79.758-67.661-38.1211872.20 -2320.3131.713 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 -102.99-91.755-40.108-2221.7 2359.01360.901 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -31.476-28.180-16.938-602.35 623.93596.3050 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -69.701-57.902-31.2311995.50 -2054.1-451.63 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -68.789-60.846-29.7631654.19 -2161.9507.169 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -98.821-84.377-35.855-2022.4 6212.60-502.58 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -29.098-26.041-15.033-546.11 699.241-143.16 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -97.999-88.677-37.392-2566.9 2421.94997.932 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -29.074-26.148-14.301-698.85 642.144264.820 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -64.369-56.504-27.269-835.87 1032.57-111.79 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -7.9958-7.2776-4.2597-170.05 203.611-28.829 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 -73.632-70.629-28.8362451.85 -2590.1-412.08 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -14.408-12.914-7.1963-448.70 517.051-23.860 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -8.0839-7.3694-4.0880-208.54 190.09711.4966 GLOB JOIN

LOAD 0241 -8.2684-7.5070-4.5673-187.40 185.20836.4672 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -64.511-56.615-26.627-910.89 951.844187.784 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -82.574-63.112-28.3852237.56 -2826.1474.075 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -64.341-56.672-25.863-715.20 1008.99-342.04 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -17.237-15.428-8.3813-425.47 437.20376.0966 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -81.194-80.036-30.8022801.04 -2638.1-1105.9 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -17.248-15.565-8.1331-342.54 461.114-146.04 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -4.8626-4.3935-2.457158.2203 -44.158-35.127 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -4.8407-4.2516-2.2461-.04071 .098944 GLOB JOIN

LOADCN 25

LOADLB 25CARGA SISMICA 252°  
 LOAD 0239 -1.5325-2.05951.09358-48.228 34.9638-1.6589 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 -1.5258-2.05671.14194-48.005 34.6433-1.6712 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 -1.5325-2.06331.08074-48.360 35.0145-1.6691 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 -8.3074-11.2805.80603-162.43 116.843-3.0736 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 -26.598-36.96112.1630-702.19 496.759-18.848 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 -31.289-38.99813.3866904.975 -632.3846.9144 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 -1.5226-2.05541.17463-47.876 34.4604-1.6779 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 -8.2669-11.2626.06386-159.83 116.7281.30358 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 -30.114-33.89314.1298906.690 -618.3367.4224 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 -26.359-36.84812.8201-693.80 492.019-8.2226 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 -8.3229-11.2955.73664-163.32 116.672-5.4393 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 -26.686-37.04611.9811-706.12 497.639-24.888 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 -29.894-41.25913.1760905.995 -638.7636.0284 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 -8.2476-11.2636.23707-158.60 116.2712.63079 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 -27.795-32.37614.6140909.043 -611.7673.9383 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 -26.230-36.83413.2531-690.11 488.289-5.1818 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 -45.598-62.13923.31741441.61 -913.19267.266 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 -62.530-86.30331.1148-2089.8 1664.80332.177 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 -20.148-27.42314.4083-573.84 465.86989.8224 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 -39.681-53.61917.86041365.16 -1072.4-194.36 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 -38.864-55.50220.54261614.19 -910.02459.578 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 -58.586-81.59927.9734-2276.2 1479.00-340.31 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 -18.647-25.34812.8314-627.50 406.045-104.50 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 -59.295-80.03028.5357-1831.8 1666.92701.040 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 -18.538-25.43914.4305-492.43 464.404192.488 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 -37.617-52.65219.0688-601.66 330.516-185.91 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 -5.3020-7.15043.74865-191.19 130.866-20.319 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 -43.118-67.51024.48592320.59 -1843.4-386.70 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 -9.1742-12.5726.73506-356.49 231.612-51.318 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 -5.3527-7.25744.25212-157.40 148.06355.1385 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 -5.4760-7.37774.00235-186.38 158.17136.6952 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 -37.869-52.86718.6103-540.60 404.82946.4529 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 -46.904-62.71124.52022516.12 -1668.6286.278 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 -37.393-52.81620.3378-691.73 306.733-327.94 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 -11.018-15.0397.90102-260.73 200.38520.6266 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 -49.448-70.60323.57262070.75 -1869.0-795.83 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 -11.016-15.1668.55895-332.98 157.154-144.05 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 -3.1603-4.30602.3436676.4569 -78.615-40.815 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 -2.9287-4.06812.09841-.01421 .033679 GLOB JOIN

LOADCN 26

LOADLB 26CARGA SISMICA 270°  
 LOAD 0239 1.26517-2.3664-.60496-61.194 -29.567-11.351 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 1.28393-2.3581-.58288-60.916 -30.111-11.385 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 1.25983-2.3756-.59652-61.392 -29.452-11.362 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 6.44440-12.882-3.3008-198.36 -85.872-25.524 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 18.0635-42.834-9.1863-853.30 -303.02-120.43 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 11.8627-39.993-10.4851134.55 387.259231.999 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 1.29424-2.3548-.55374-60.754 -30.463-11.408 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 6.55409-12.835-3.1815-198.80 -88.309-26.095 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 16.7561-37.768-10.1341122.95 397.695233.625 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 18.4885-42.657-8.8695-852.87 -313.63-121.60 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 6.40236-12.923-3.2568-198.38 -84.622-26.261 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 17.9046-42.988-9.0945-855.17 -298.73-122.70 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 10.8210-42.551-10.3881140.44 385.684227.441 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 6.61521-12.836-3.0279-199.34 -89.396-27.367 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 19.3840-38.655-9.71041118.77 405.795230.727 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 18.7230-42.648-8.4848-853.21 -318.73-124.50 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 26.4264-70.524-17.4341884.24 576.330700.900 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 42.8539-99.021-20.461-2366.1 -1034.4354.257 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 15.7194-31.273-7.8837-657.80 -334.8994.8374 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 23.8494-62.357-14.1811958.93 645.663439.389 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 23.3028-62.677-12.9061781.61 639.440471.651 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 38.8911-92.394-14.979-2293.4 -895.6556.4829 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 14.1815-29.062-6.9929-637.04 -295.2312.2427 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 40.9164-93.263-20.185-2544.6 -1071.647.5254 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 14.9380-28.997-6.3489-706.03 -343.13-12.119 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 26.3994-61.111-11.951-823.85 -197.05-441.90 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 4.33295-8.2359-1.9691-200.71 -106.568.82670 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 31.5847-80.434-15.1332628.63 1151.03-410.87 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 7.12788-14.374-3.2622-469.97 -190.21-158.96 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 4.59692-8.3187-1.8017-218.82 -120.061.14047 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 4.57912-8.4404-2.1045-211.22 -124.0245.3770 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 26.0106-61.518-11.661-862.57 -229.87-357.68 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 33.0584-73.471-11.4702546.29 1027.34-138.10 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 27.1251-61.272-10.942-762.10 -207.16-344.39 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 8.50689-17.288-3.7947-420.69 -158.67-175.85 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 25.6467-78.563-17.3702806.42 1188.51-169.77 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 8.83048-17.287-3.5557-376.33 -148.49-160.55 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 2.55777-4.9254-1.092472.0727 54.7275-71.652 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 2.06283-4.6228-1.0146-.02555 .061974.018993 GLOB JOIN

LOADCN 27

LOADLB 27CARGA SISMICA 288°  
 LOAD 0239 .543284-2.3577-.09408-59.333 -13.502-9.1093 GLOB JOIN

LOAD 0242 .571572-2.3461-.02231-58.817 -14.435-9.1615 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 .535006-2.3701-.14049-59.782 -13.142-9.1205 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 3.29905-12.760-.47464-191.43 -54.491-22.103 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 13.1500-41.557-1.8328-809.28 -270.32-112.87 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 10.2782-38.563-1.85710664.72 347.613217.004 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 .586189-2.3434 -58.693 -14.869-9.2003 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 3.45212-12.695-.09171-189.81 -57.137-21.611 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 15.1724-36.266-.777651054.84 368.482219.169 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 13.7406-41.296-.85989-802.22 -283.56-112.83 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 3.24130-12.817-.72255-192.43 -53.170-23.230 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 12.9092-41.793-2.4629-815.06 -264.45-115.60 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 9.21253-41.137-2.55641073.98 338.394212.469 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 3.53451-12.696.020162-189.65 -58.516-22.372 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 17.8125-37.101-.463421054.48 378.147216.745 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 14.0502-41.291-.57447-800.99 -290.13-115.24 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 23.7581-67.816-2.16301743.48 593.918664.514 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 31.2109-96.203-2.9880-2289.1 -872.68339.263 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 8.27240-30.939-.66773-644.80 -190.5993.0695 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 20.9852-60.288-4.70991805.16 550.716406.622 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 21.2361-60.236-.771631739.18 634.598448.018 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 28.0982-90.571-3.3576-2296.5 -743.408.76638 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 7.26394-28.855-2.1705-645.35 -176.23-14.468 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 30.5417-89.978-4.4038-2328.6 -848.1396.7576 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 8.22507-28.685.074859-654.34 -203.9026.9166 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 19.1610-59.452-2.6010-754.47 -267.05-416.35 GLOB JOIN  
 LOAD 0234 1.82645-8.2409-.65226-204.42 -46.0831.31650 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 27.5119-77.782-3.11602555.26 877.144-403.80 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 3.86845-14.251-.53993-448.92 -122.01-139.91 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 2.11851-8.2932 -207.93 -54.11615.1540 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 2.01319-8.4127-.20883-210.53 -52.61644.5293 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 18.5311-60.084-4.3680-780.36 -255.42-311.15 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 29.0011-71.688-2.14382554.56 841.098-119.65 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 20.0770-59.636-1.8161-739.58 -281.23-352.55 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 4.44776-17.183-1.2817-392.07 -99.909-135.65 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 22.1033-75.440-5.3222598.58 924.458-192.48 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 4.81257-17.159-.35927-372.59 -109.67-163.23 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 1.25294-4.9084-.1977975.7064 21.2486-65.925 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 1.44505-4.5290-.17960.018438 -.04446.023983 GLOB JOIN

LOADCN 28

LOADLB 28CARGA SISMICA 306°  
 LOAD 0239 2.80936-2.55291.17360-60.226 -74.346-16.830 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 2.78820-2.56161.26335-60.164 -74.098-16.792 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 2.81944-2.54631.10306-60.276 -74.371-16.840 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 15.8099-13.7686.35684-196.27 -254.33-42.191 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 56.2361-44.09216.3818-819.19 -1155.0-210.75 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 54.8962-36.28218.43881054.78 1537.82390.078 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 2.77631-2.55861.27692-60.056 -73.845-16.747 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 15.6975-13.8126.83467-193.57 -252.05-45.499 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 62.2910-37.41719.72101064.49 1541.51371.060 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 55.9556-44.18217.5454-812.49 -1148.7-219.99 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 15.8524-13.7245.98051-196.79 -255.33-41.910 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 56.3204-44.00315.4579-821.16 -1157.4-209.80 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 51.7697-38.62917.41741053.01 1531.89392.359 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 15.6376-13.8136.90510-192.24 -251.26-48.017 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 64.5559-40.60919.912031070.01 1537.89357.553 GLOB JOIN  
 LOAD 0200 55.7836-44.17917.1729-808.48 -1145.6-626.38 GLOB JOIN  
 LOAD 0157 97.0918-71.13932.32401687.35 2668.861065.75 GLOB JOIN  
 LOAD 0198 127.704-103.1734.4420-2442.9 -2968.4336.066 GLOB JOIN  
 LOAD 0144 38.4102-33.51716.0537-692.10 -778.2491.6248 GLOB JOIN  
 LOAD 0161 87.3413-62.84822.78761601.11 2496.201031.83 GLOB JOIN  
 LOAD 0154 82.4313-62.67127.45761893.46 2615.55432.152 GLOB JOIN  
 LOAD 0194 122.478-96.16531.5248-2598.0 -3208.4383.728 GLOB JOIN  
 LOAD 0147 35.6570-30.58512.4008-735.62 -849.9485.8138 GLOB JOIN  
 LOAD 0201 118.983-93.95629.7648-2166.3 -3010.2-510.53 GLOB JOIN  
 LOAD 0141 35.2715-31.07015.3242-608.43 -788.87-143.89 GLOB JOIN  
 LOAD 0221 79.3342-62.67622.9682-692.86 -1224.6-642.38 GLOB JOIN  
 LOAD 0239 9.75410-8.75943.52073-229.96 -247.3625.3162 GLOB JOIN  
 LOAD 0219 98.6454-85.27324.21312707.80 3265.68-415.48 GLOB JOIN  
 LOAD 0233 17.5866-15.2386.79151-436.94 -615.56-227.01 GLOB JOIN  
 LOAD 0244 9.74361-9.00634.41497-200.16 -231.30-27.112 GLOB JOIN  
 LOAD 0241 10.0275-9.13254.34813-229.51 -230.7250.2844 GLOB JOIN  
 LOAD 0207 79.6035-62.42120.3495-636.91 -1141.7-678.35 GLOB JOIN  
 LOAD 0180 109.486-78.80626.60172875.28 3495.53-550.12 GLOB JOIN  
 LOAD 0206 79.1403-62.87723.5561-789.42 -1212.8-366.10 GLOB JOIN  
 LOAD 0193 21.0725-18.1187.16187-331.79 -518.55-297.14 GLOB JOIN  
 LOAD 0179 92.1990-74.36822.28232437.98 3290.22411.416 GLOB JOIN  
 LOAD 0190 20.9458-18.3538.40292-397.98 -548.94-175.02 GLOB JOIN  
 LOAD 0223 5.91073-5.24652.3222691.6298 61.9095-89.128 GLOB JOIN  
 LOAD 0220 5.94299-4.80142.10047.040454 -.00829-.01349 GLOB JOIN

LOADCN 29

LOADLB 29CARGA SISMICA 324°  
 LOAD 0239 3.05737-2.77541.25099-65.554 -80.852-18.311 GLOB JOIN  
 LOAD 0242 3.03010-2.78681.36620-65.503 -80.507-18.261 GLOB JOIN  
 LOAD 0238 3.06965-2.76641.17860-65.574 -80.903-18.320 GLOB JOIN  
 LOAD 0145 17.2059-15.0156.81566-215.02 -276.71-46.087 GLOB JOIN  
 LOAD 0197 61.2179-48.42617.5356-903.65 -1257.3-230.78 GLOB JOIN  
 LOAD 0158 59.7333-40.88019.72371163.45 1673.34426.856 GLOB JOIN  
 LOAD 0243 3.01489-2.78371.38592-65.374 -80.190-18.205 GLOB JOIN  
 LOAD 0143 17.0615-15.0737.38588-212.19 -273.92-49.655 GLOB JOIN  
 LOAD 0156 67.7383-41.30121.24801174.17 1675.69406.097 GLOB JOIN  
 LOAD 0199 60.8337-48.55318.9205-896.80 -1249.0-240.65 GLOB JOIN  
 LOAD 0146 17.2620-14.9596.38631-215.46 -277.91-45.788 GLOB JOIN  
 LOAD 0195 61.3400-48.29916.4842-905.17 -1260.4-229.78 GLOB JOIN  
 LOAD 0160 56.3631-42.63218.56251161.01 1667.62429.253 GLOB JOIN  
 LOAD 0142 16.9838-15.0747.48910-210.68 -272.89-52.365 GLOB JOIN  
 LOAD 0155 70.1891-44.77021.51631179.86 1670.91391.255 GLOB JOIN

LOAD 0200	60.6042-48.54719.1666-892.26	-1244.7-247.48	GLOB JOIN	LCOB S234	71.2000	91.0000	101.0000	242.0000		
LOAD 0157	105.675-78.47934.70611863.16	2900.951168.06	GLOB JOIN	LCOB S252	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LOAD 0198	138.951-113.3436.9772-2690.6	-3232.7368.870	GLOB JOIN	LCOB S252	71.2000	91.0000	101.0000	252.0000		
LOAD 0144	41.7767-36.57517.2814-757.38	-847.0199.8016	GLOB JOIN	LCOB S270	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LOAD 0161	95.2153-69.18124.21141769.21	2718.891126.87	GLOB JOIN	LCOB S270	71.2000	91.0000	101.0000	262.0000		
LOAD 0154	89.5147-69.13629.76092084.86	2840.10477.288	GLOB JOIN	LCOB S288	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LOAD 0194	133.442-105.4533.5952-2850.2	-3495.5416.507	GLOB JOIN	LCOB S288	71.2000	91.0000	101.0000	272.0000		
LOAD 0147	38.8387-33.32213.1952-802.36	-925.3293.2087	GLOB JOIN	LCOB S306	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LOAD 0201	129.173-103.2632.2655-2390.8	-3269.0-550.51	GLOB JOIN	LCOB S306	71.2000	91.0000	101.0000	282.0000		
LOAD 0141	38.2820-33.90716.6723-666.34	-856.20-155.85	GLOB JOIN	LCOB S324	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LOAD 0221	86.2768-68.76724.7016-767.49	-1330.4-702.56	GLOB JOIN	LCOB S324	71.2000	91.0000	101.0000	292.0000		
LOAD 0234	10.6222-9.50943.74820-249.54	-269.3127.5598	GLOB JOIN	LCOB S342	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LOAD 0219	107.410-93.86325.97592979.34	3556.31-458.41	GLOB JOIN	LCOB S342	71.2000	91.0000	101.0000	302.0000		
LOAD 0233	19.1222-16.6197.31697-477.74	-668.75-247.27	GLOB JOIN	END						
LOAD 0244	10.5733-9.79264.80819-217.68	-250.97-29.375	GLOB JOIN							
LOAD 0241	10.9035-9.93034.68414-249.63	-251.0854.6521	GLOB JOIN							
LOAD 0207	86.6515-68.40821.7160-707.52	-1241.6-740.63	GLOB JOIN							
LOAD 0180	119.318-86.58828.43863152.81	3807.88-599.85	GLOB JOIN							
LOAD 0206	85.9469-68.98325.5254-871.56	-1317.5-402.18	GLOB JOIN							
LOAD 0193	22.9335-19.7307.65251-363.78	-563.51-323.52	GLOB JOIN							
LOAD 0179	100.107-82.01624.05912687.90	3574.50439.692	GLOB JOIN							
LOAD 0190	22.7414-20.0089.12727-434.99	-596.14-190.77	GLOB JOIN							
LOAD 0223	6.42560-5.70922.5033099.5697	67.5812-96.932	GLOB JOIN							
LOAD 0220	6.46173-5.26282.26081.043214	-.10500-.01819	GLOB JOIN							

LOADCN 30

LOADLB 30CARGA SISMICA 342°

LOAD 0239	3.51244-3.18851.44650-75.311	-92.887-21.036	GLOB JOIN							
LOAD 0242	3.48112-3.20161.56955-75.252	-92.490-20.979	GLOB JOIN							
LOAD 0238	3.52656-3.17821.35402-75.335	-92.945-21.046	GLOB JOIN							
LOAD 0145	19.7669-17.2507.83013-247.02	-317.90-52.947	GLOB JOIN							
LOAD 0197	70.3299-55.63420.1457-1038.2	-1444.4-265.13	GLOB JOIN							
LOAD 0158	68.6242-46.04522.65951336.63	1922.41490.392	GLOB JOIN							
LOAD 0243	3.46364-3.19801.59221-75.105	-92.126-20.915	GLOB JOIN							
LOAD 0143	19.6010-17.3178.48523-243.78	-314.69-57.046	GLOB JOIN							
LOAD 0156	77.8208-47.44924.41061348.94	1925.11466.543	GLOB JOIN							
LOAD 0199	69.8885-55.78021.7368-1030.3	-1434.9-276.47	GLOB JOIN							
LOAD 0146	19.8313-17.1857.33688-247.53	-319.28-52.603	GLOB JOIN							
LOAD 0195	70.4702-55.48818.9378-1039.9	-1448.0-263.98	GLOB JOIN							
LOAD 0160	64.7525-48.97821.32541333.82	1915.84493.145	GLOB JOIN							
LOAD 0142	19.5118-17.3178.60382-242.04	-313.51-60.159	GLOB JOIN							
LOAD 0155	80.6364-51.43424.71891355.48	1919.62449.491	GLOB JOIN							
LOAD 0200	69.6248-55.77322.0195-1025.1	-1429.9-284.31	GLOB JOIN							
LOAD 0157	121.404-90.16039.87192140.48	3332.741341.92	GLOB JOIN							
LOAD 0198	159.634-130.2242.4811-3091.0	-3713.9423.775	GLOB JOIN							
LOAD 0144	47.9949-42.01919.8536-870.11	-973.08114.657	GLOB JOIN							
LOAD 0161	109.388-79.47827.81512032.54	3123.581294.59	GLOB JOIN							
LOAD 0154	102.839-79.42734.19072395.18	3262.84548.330	GLOB JOIN							
LOAD 0194	153.304-121.1438.5957-3274.4	-4015.8478.502	GLOB JOIN							
LOAD 0147	44.6197-38.28115.1592-921.78	-1063.0107.082	GLOB JOIN							
LOAD 0201	148.400-118.6337.0681-2746.6	-3755.6-632.45	GLOB JOIN							
LOAD 0141	43.9800-38.95419.1539-765.52	-983.64-179.04	GLOB JOIN							
LOAD 0221	99.1186-79.00328.3783-881.72	-1528.5-807.13	GLOB JOIN							
LOAD 0234	12.2033-10.9254.30610-286.69	-309.3931.6620	GLOB JOIN							
LOAD 0219	123.397-107.8329.84233422.80	4085.65-526.64	GLOB JOIN							
LOAD 0233	21.9685-19.0928.40060-548.85	-768.28-284.07	GLOB JOIN							
LOAD 0244	12.1471-11.2505.52386-250.08	-288.33-33.747	GLOB JOIN							
LOAD 0241	12.5264-11.4085.38135-286.79	-288.4562.7867	GLOB JOIN							
LOAD 0207	99.5492-78.59024.9483-812.83	-1426.5-850.87	GLOB JOIN							
LOAD 0180	137.078-99.47732.67153622.09	4374.67-689.14	GLOB JOIN							
LOAD 0206	98.7397-79.25129.3247-1001.3	-1513.6-462.04	GLOB JOIN							
LOAD 0193	26.3470-22.6668.79154-417.93	-647.39-371.68	GLOB JOIN							
LOAD 0179	115.008-94.22327.64013087.98	4106.55505.137	GLOB JOIN							
LOAD 0190	26.1264-22.98710.4858-499.74	-684.87-219.17	GLOB JOIN							
LOAD 0223	7.38201-6.55892.87590114.390	77.6403-111.36	GLOB JOIN							
LOAD 0220	7.42352-6.04622.59732.049647	-.12063-.02090	GLOB JOIN							

\*\*\*\*\*

\*\*\*\* COMBINACIONES DE CARGA\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

LCOB

LCOB S000	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S000	71.2000	91.0000	101.0000	112.0000		
LCOB S018	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S018	71.2000	91.0000	101.0000	122.0000		
LCOB S036	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S036	71.2000	91.0000	101.0000	132.0000		
LCOB S054	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S054	71.2000	91.0000	101.0000	142.0000		
LCOB S072	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S072	71.2000	91.0000	101.0000	152.0000		
LCOB S090	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S090	71.2000	91.0000	101.0000	162.0000		
LCOB S108	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S108	71.2000	91.0000	101.0000	172.0000		
LCOB S126	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S126	71.2000	91.0000	101.0000	182.0000		
LCOB S144	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S144	71.2000	91.0000	101.0000	192.0000		
LCOB S162	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S162	71.2000	91.0000	101.0000	202.0000		
LCOB S180	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S180	71.2000	91.0000	101.0000	212.0000		
LCOB S198	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S198	71.2000	91.0000	101.0000	222.0000		
LCOB S216	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000
LCOB S216	71.2000	91.0000	101.0000	232.0000		
LCOB S234	11.1000	21.1000	31.1000	41.0000	51.2000	61.0000











### III.X OBTENCIÓN DE LA CIMENTACIÓN EQUIVALENTE.

En esta sección se crea el modelo lineal de la cimentación (superelemento) por medio de una serie de elementos "ficticios" o "resortes" situados en la cabeza de los pilotes (pilehead) cuya matriz de rigidez elástica es equivalente al comportamiento no lineal del suelo-pilote real. Para obtener el superelemento mencionado se han considerado inicialmente las cargas ambientales en condiciones de operación.

A continuación, se muestran los parámetros meteorológicos y oceanográficos considerados en el análisis sísmico para condiciones de Operación y utilizados en la generación de la cimentación equivalente para la Plataforma Perforadora de pozos Xanab-D, en un tirante de 23.80 m.

#### PARA CONDICIONES DE OPERACIÓN

##### PARAMETROS AMBIENTALES XANAB-D "OPERACIÓN" Análisis en Sitio

**Datos de la plataforma:**

Categoría de la plataforma:	A nivel de diseño.
Nombre:	XANAB-D
Servicio:	Perforación
Tirante de agua:	23.800 metros
Elevación de la cubierta inferior:	19.100 metros
Elevación del punto de trabajo:	7.315 metros
Elevación mínima de la cubierta inferior:	metros

**Parámetros meteorológicos y oceanográficos en condiciones de OPERACIÓN**

Altura de ola máxima:	6.70	metros
Periodo de ola:	8.20	segundos
Marea astronómica:	0.76	metros
Marea de tormenta:	0.30	metros
Velocidad máxima de viento a 10 m SNMM 1 hora:	14.40	m/s
Velocidades de corriente:		
Al 0% de profundidad:	30.00	cm/s
Al 50% de profundidad:	25.00	cm/s
Al 95% de profundidad:	18.00	cm/s
Coefficiente de cinemática de la ola:	1.00	
Coefficiente de arrastre (Cd):	1.05	
Coefficiente de inercia (cm.):	1.20	

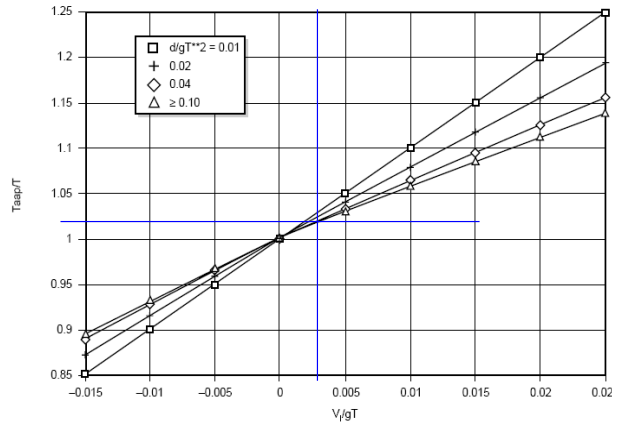


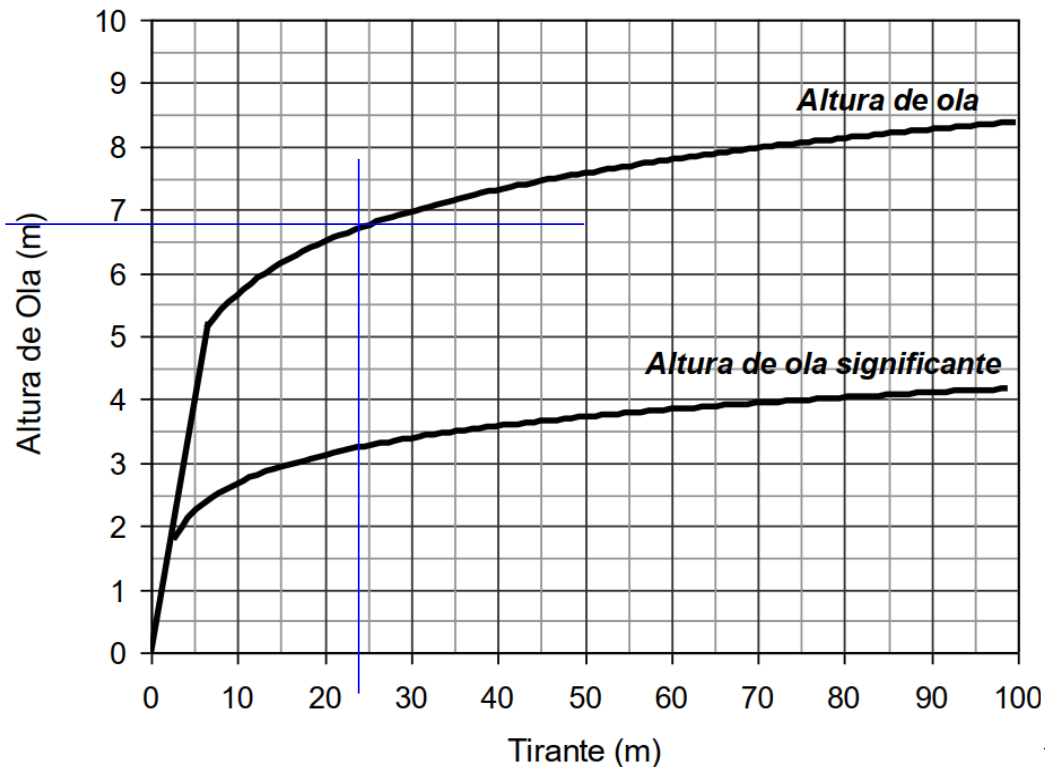
Figure 2.3.1-2—Doppler Shift Due to Steady Current

Donde consideramos los parámetros meteorológicos y oceanográficos para las condiciones de operación para Litoral Tabasco y Sonda de Campeche

Parámetros	
Período de la ola (s)	8.2
Altura de la marea astronómica (m)	0.76
Altura de la marea de tormenta (m)	0.3
Velocidad máxima de viento a 10 m sobre el NMM (m/s), promedio de 1 h	14.4
Velocidad de corriente (cm/s)	
0% de la profundidad	30
50% de la profundidad	25
95% de la profundidad	18

12

Figura 3.56 Parámetros de ola máxima de operación en Litoral Tabasco.



13

Figura 3.57 Altura de ola máxima por operación en Litoral Tabasco.

<sup>12</sup> PEMEX. Tabla 17 Parámetros asociados a la altura de ola máxima de operación en Litoral Tabasco y Sondade Campeche. [Tabla]. P.2.0130.01:2015 Diseño y Evaluación de Plataformas Marinas Fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s.e., 2015, p.43.

<sup>13</sup> PEMEX. Figura 20. Alturas de la ola máxima y significativa por operación Litoral Tabasco y Sonda de Campeche. [Figura]. P.2.0130.01:2015 Diseño y Evaluación de Plataformas Marinas Fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s.e., 2015, p.42.

A continuación de muestran los gráficos correspondientes para el cálculo de la teoría de oleaje aplicada en la generación de las fuerzas de oleaje.

**Determinación del periodo aparente de la ola, considerando el efecto DOPPLER de la corriente en la Ola**

Con los valores de:

Periodo de ola	T =	8.20	seg.
Tirante de agua incluyendo marea de tormenta (Tirante+Marea astronómica+Marea de tormenta)	d =	24.860 2486	metros cm.
Velocidad promedio del perfil de la corriente	VI =	24.33	cm/seg.
Aceleración de la gravedad	g =	981	cm/seg <sup>2</sup>
Altura de ola	H =	670.00	cm

Calculamos:

$$\frac{VI}{gT} = 0.0030$$

$$\frac{d}{gT^2} = 0.0377$$

Ahora utilizando la grafica 2.3.1-2 del API RP-2A tenemos:

$$\frac{T_{app}}{T} = 1.020$$

$$T_{app} = 8.364 \text{ seg.}$$

**Cinemática bidimensional de la ola.**

Calculamos:

$$\frac{d}{gT_{app}^2} = 0.0362$$

$$\frac{H}{gT_{app}^2} = 0.0098$$

Ahora utilizando la grafica 2.3.1-3 del API RP-2A tenemos:

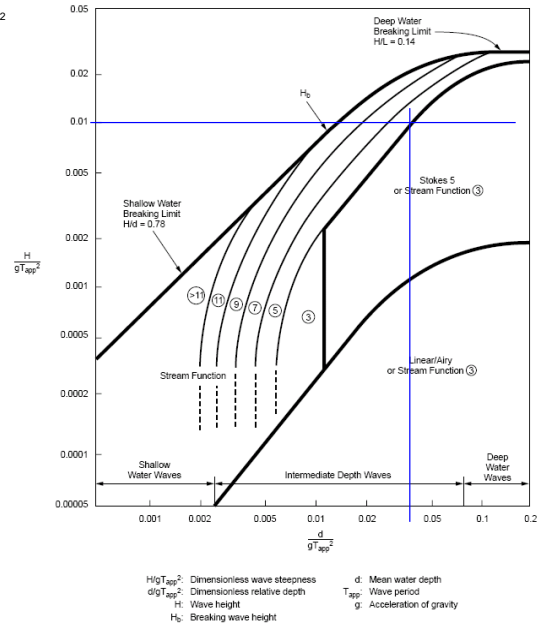


Figure 2.3.1-3—Regions of Applicability of Stream Function, Stokes V, and Linear Wave Theory (From Atkins, 1990, Modified by API Task Group on Wave Force Commentary)

**USAR TEORIA STREAM FUNCTION 5 PARA OPERACIÓN**

Con los parámetros anteriores mencionados se obtendrá la cimentación equivalente.

Los datos del suelo corresponden al Informe Geotécnico Final XANAB-B, Localización Bahía de Campeche, Reporte No. 0201-6966-7 de fecha 22 de agosto del 2011, Fugro Chance de México S.A de C.V. Este reporte se incluye en el apartado 5.9 Archivos de entrada de la plataforma (En forma de Datos) y en el apartado IX ANEXOS.

Las rigideces en las cabezas de los pilotes se obtuvieron mediante el módulo PSI del programa SACS de forma iterativa considerando inicialmente un cortante producido por cargas ambientales y ajustando posteriormente con las cargas sísmicas obtenidas en el tercer paso del análisis.

Empleando interacción suelos estructura del programa SACS, se obtiene el superelemento el cual corresponde a la obtención de una matriz de rigidez lineal en la cabeza de cada uno de los pilotes (cimentación equivalente), para posteriormente utilizarla en la obtención de los modos de vibración de la estructura y sus frecuencias modales. A continuación, se muestra la matriz de rigideces para cada pilote y conductor modelado.

A continuación, se presentan las combinaciones de carga empleadas para los pares de cargas ambientales ortogonales con las cuales se generó la cimentación equivalente.

DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE CARGA	
CASO DE CARGA	DESCRIPCIÓN
1	PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA
2	MISCELANEOS DE LA SUBESTRUCTURA
3	CARGA MUERTA EN SUPERESTRUCTURA
4	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
5	CARGA MUERTA DE EQUIPO
6	CARGA VIVA DE EQUIPO
7	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
8	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
9	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
10	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-0°
11	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-45°
12	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-90°
13	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-135°
14	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-180°
15	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-225°
16	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-270°
17	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-315°

RESUMEN DE CASOS DE CARGA								
CASO DE CARGA	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	CARGA MUERTA	FLOTACIÓN METODO MARINO
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg*m)	(Kg*m)	(Kg*m)	(Kg)	(Kg)
1	0	0	-2179267	-570276.8	-2606507	0	3018559.5	839291.56
2	0	0	-119306.51	-10424.1	-83070.4	0	0	0
3	0	0	-401318.5	-250552.7	594138.4	0	0	0
4	0	0	-1067295.5	109291.5	3236143.2	0	0	0
5	0	0	-464689.75	-259787.9	-370762.9	0	0	0
6	0	0	-259589.91	476922.1	-980568.2	0	0	0
7	0	0	-36302.6	75612.6	141479.7	0	0	0
8	0	0	-944000.06	-1728216.4	-19148428	0	0	0
9	0	0	-796000.06	-1453895.8	-16145044	0	0	0
10	270127.72	2169.05	10172.46	68098.9	5538790.5	106510.1	0	0
11	219574.66	215764.86	1496.16	-4522597.5	4642868	-459049.5	0	0
12	951.12	335359.06	-2562.56	-6838290.5	-267755.8	-380801.4	0	0
13	-212701.97	210350.28	4806.6	-4212294.5	-4297953	43133.5	0	0
14	-264414.78	-3079.52	12858.63	-87426.7	-5506183	98945	0	0
15	-207715.72	-199885.8	-3408.43	4024894.2	-4250615	96549.8	0	0
16	-2789.24	-338154.56	-4017.4	6856728	219674.2	122194.4	0	0
17	209634.88	-210642.02	13612.78	4134069.5	4079760	404002.8	0	0

COMBINACIONES DE CARGAS				
COMBINACIÓN DE CARGA	ID	CASO DE CARGA	FACOTOR	DESCRIPCIÓN
GRAV	PP	1	1.1	PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA
	CB-SB	2	1.1	MISCELANEOS DE LA SUBESTRUCTURA
	CM-SP	3	1.1	CARGA MUERTA EN SUPERESTRUCTURA
	<b>1.1(PP)+1.1(CM-SB)+1.1(CM-SP)</b>			
*****				
OP11	GRAV		1	COMBINACION DE CARGA (GRAV)
	CV-SP	4	1.1	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
	CM-E	5	1.2	CARGA MUERTA DE EQUIPO
	CV-E	6	1	CARGA VIVA DE EQUIPO
	CM-T	7	1.2	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
	CM-TP	8	1	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
	CV-TP	9	1	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
	CO-0	10	1	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-0°
<b>1(GRAV)+1.1(CV-SP)+1.2(CM-E)+1(CV-E)+1.2(CM-T)+1(CM-TP)+1(CV-TP)+1(CO-0)</b>				
*****				
OP12	GRAV		1	COMBINACION DE CARGA (GRAV)
	CV-SP	4	1.1	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
	CM-E	5	1.2	CARGA MUERTA DE EQUIPO
	CV-E	6	1	CARGA VIVA DE EQUIPO
	CM-T	7	1.2	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
	CM-TP	8	1	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
	CV-TP	9	1	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
	CO-45	10	1	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-45°
<b>1(GRAV)+1.1(CV-SP)+1.2(CM-E)+1(CV-E)+1.2(CM-T)+1(CM-TP)+1(CV-TP)+1(CO-45)</b>				
*****				
OP13	GRAV		1	COMBINACION DE CARGA (GRAV)
	CV-SP	4	1.1	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
	CM-E	5	1.2	CARGA MUERTA DE EQUIPO
	CV-E	6	1	CARGA VIVA DE EQUIPO
	CM-T	7	1.2	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
	CM-TP	8	1	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
	CV-TP	9	1	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
	CO-90	10	1	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-90°
<b>1(GRAV)+1.1(CV-SP)+1.2(CM-E)+1(CV-E)+1.2(CM-T)+1(CM-TP)+1(CV-TP)+1(CO-90)</b>				
*****				
OP14	GRAV		1	COMBINACION DE CARGA (GRAV)
	CV-SP	4	1.1	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
	CM-E	5	1.2	CARGA MUERTA DE EQUIPO
	CV-E	6	1	CARGA VIVA DE EQUIPO
	CM-T	7	1.2	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
	CM-TP	8	1	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
	CV-TP	9	1	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
	CO-135	10	1	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-135°
<b>1(GRAV)+1.1(CV-SP)+1.2(CM-E)+1(CV-E)+1.2(CM-T)+1(CM-TP)+1(CV-TP)+1(CO-135)</b>				
*****				
OP15	GRAV		1	COMBINACION DE CARGA (GRAV)
	CV-SP	4	1.1	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
	CM-E	5	1.2	CARGA MUERTA DE EQUIPO
	CV-E	6	1	CARGA VIVA DE EQUIPO
	CM-T	7	1.2	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
	CM-TP	8	1	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
	CV-TP	9	1	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
	CO180	10	1	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-180°
<b>1(GRAV)+1.1(CV-SP)+1.2(CM-E)+1(CV-E)+1.2(CM-T)+1(CM-TP)+1(CV-TP)+1(CO-180)</b>				

COMBINACIONES DE CARGAS				
COMBINACIÓN DE CARGA	ID	CASO DE CARGA	FACOTOR	DESCRIPCIÓN
OP16	GRAV		1	COMBINACION DE CARGA (GRAV)
	CV-SP	4	1.1	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
	CM-E	5	1.2	CARGA MUERTA DE EQUIPO
	CV-E	6	1	CARGA VIVA DE EQUIPO
	CM-T	7	1.2	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
	CM-TP	8	1	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
	CV-TP	9	1	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
	CO-225	10	1	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-225°
<b>1(GRAV)+1.1(CV-SP)+1.2(CM-E)+1(CV-E)+1.2(CM-T)+1(CM-TP)+1(CV-TP)+1(CO-225)</b>				
*****				
OP17	GRAV		1	COMBINACION DE CARGA (GRAV)
	CV-SP	4	1.1	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
	CM-E	5	1.2	CARGA MUERTA DE EQUIPO
	CV-E	6	1	CARGA VIVA DE EQUIPO
	CM-T	7	1.2	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
	CM-TP	8	1	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
	CV-TP	9	1	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
	CO-270	10	1	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-270°
<b>1(GRAV)+1.1(CV-SP)+1.2(CM-E)+1(CV-E)+1.2(CM-T)+1(CM-TP)+1(CV-TP)+1(CO-270)</b>				
*****				
OP18	GRAV		1	COMBINACION DE CARGA (GRAV)
	CV-SP	4	1.1	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
	CM-E	5	1.2	CARGA MUERTA DE EQUIPO
	CV-E	6	1	CARGA VIVA DE EQUIPO
	CM-T	7	1.2	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
	CM-TP	8	1	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
	CV-TP	9	1	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
	CO-315	10	1	CARGAS AMBIENTALES EN OPERACION-315°
<b>1(GRAV)+1.1(CV-SP)+1.2(CM-E)+1(CV-E)+1.2(CM-T)+1(CM-TP)+1(CV-TP)+1(CO-315)</b>				

RESUMEN DE LAS COMBINACIONES DE CARGA						
COMBINACIÓN DE CARGA	FX (Kg)	FY (Kg)	FZ (Kg)	MX (Kg*m)	MY (Kg*m)	MZ (Kg*m)
GRAV	0	0	-2969881.5	-914378.9	-2304983	0
OP11	270127.72	2169.05	-6734514.5	-3652259.5	-29755618	106510.1
OP12	219574.66	215764.86	-6743191	-8242956	-30651540	-459049.5
OP13	951.12	335359.06	-6747249.5	-10558649	-35562164	-380801.4
OP14	-212701.97	210350.28	-6739880.5	-7932653	-39592360	43133.5
OP15	-264414.78	-3079.52	-6731828.5	-3807785.2	-40800592	98945
OP16	-207715.72	-199885.8	-6748095.5	304535.8	-39545024	96549.8
OP17	-2789.24	-338154.56	-6748704.5	3136369.5	-35074732	122194.4
OP18	209634.88	-210642.02	-6731074	413711	-31214648	404002.8

En la siguiente sección se presenta la matriz de rigideces de cada uno de los pilotes que han sido analizados por el programa SACS y presentados en forma de datos numéricos, finalmente el programa tomara la matriz de rigideces de las cabezas de pilote para el paso siguiente que es la obtención de las masas y propiedades dinámicas.

<b>MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA CABEZA DEL PILOTE</b>						
<b>CABEZA DE PILOTE: 001P</b>						
UNIDADES: KG*CM						
	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>DZ</b>
<b>RX</b>	3.54E+10	-2.20E-06	0.00E+00	0.00E+00	4.79E+07	-5.99E+06
<b>RY</b>	0.00E+00	3.49E+10	-4.36E+09	-4.79E+07	0.00E+00	4.22E-10
<b>RZ</b>	-2.75E-07	-4.36E+09	5.45E+08	5.99E+06	0.00E+00	0.00E+00
<b>DX</b>	0.00E+00	-4.79E+07	5.99E+06	9.86E+04	0.00E+00	0.00E+00
<b>DY</b>	4.79E+07	0.00E+00	-4.22E-10	0.00E+00	1.14E+05	1.21E+05
<b>DZ</b>	-5.99E+06	0.00E+00	0.00E+00	-6.50E-13	1.21E+05	1.06E+06
<b>CABEZA DE PILOTE: 005P</b>						
UNIDADES: KG*CM						
	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>DZ</b>
<b>RX</b>	3.54E+10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.79E+07	5.99E+06
<b>RY</b>	0.00E+00	3.49E+10	4.36E+09	-4.79E+07	1.69E-09	0.00E+00
<b>RZ</b>	0.00E+00	4.36E+09	5.45E+08	-5.99E+06	0.00E+00	-2.64E-11
<b>DX</b>	0.00E+00	-4.79E+07	-5.99E+06	9.86E+04	2.60E-12	-3.25E-13
<b>DY</b>	4.79E+07	-1.69E-09	0.00E+00	2.60E-12	1.14E+05	-1.21E+05
<b>DZ</b>	5.99E+06	0.00E+00	2.64E-11	0.00E+00	-1.21E+05	1.06E+06
<b>CABEZA DE PILOTE: 002P</b>						
UNIDADES: KG*CM						
	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>DZ</b>
<b>RX</b>	3.54E+10	0.00E+00	6.87E-08	0.00E+00	4.79E+07	-5.99E+06
<b>RY</b>	5.49E-07	3.49E+10	-4.36E+09	-4.79E+07	8.45E-10	0.00E+00
<b>RZ</b>	0.00E+00	-4.36E+09	5.45E+08	5.99E+06	0.00E+00	0.00E+00
<b>DX</b>	0.00E+00	-4.79E+07	5.99E+06	9.86E+04	1.30E-12	1.62E-13
<b>DY</b>	4.79E+07	-8.45E-10	0.00E+00	1.30E-12	1.14E+05	1.21E+05
<b>DZ</b>	-5.99E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.21E+05	1.06E+06
<b>CABEZA DE PILOTE: 006P</b>						
UNIDADES: KG*CM						
	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>DZ</b>
<b>RX</b>	3.54E+10	2.20E-06	-2.75E-07	-3.38E-09	4.79E+07	5.99E+06
<b>RY</b>	0.00E+00	3.49E+10	4.36E+09	-4.79E+07	3.38E-09	4.22E-10
<b>RZ</b>	-2.75E-07	4.36E+09	5.45E+08	-5.99E+06	-4.22E-10	0.00E+00
<b>DX</b>	3.38E-09	-4.79E+07	-5.99E+06	9.86E+04	0.00E+00	-1.30E-12
<b>DY</b>	4.79E+07	-3.38E-09	-4.22E-10	0.00E+00	1.14E+05	-1.21E+05
<b>DZ</b>	5.99E+06	4.22E-10	0.00E+00	-1.30E-12	-1.21E+05	1.06E+06

<b>MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA CABEZA DEL PILOTE</b>						
<b>CABEZA DE PILOTE: 003P</b>						
UNIDADES: KG*CM						
	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>DZ</b>
<b>RX</b>	2.62E+10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.78E+07	-4.73E+06
<b>RY</b>	0.00E+00	2.58E+10	-3.22E+09	-3.78E+07	0.00E+00	4.22E-10
<b>RZ</b>	0.00E+00	-3.22E+09	4.03E+08	4.73E+06	0.00E+00	-5.28E-11
<b>DX</b>	0.00E+00	-3.78E+07	4.73E+06	8.32E+04	0.00E+00	6.50E-13
<b>DY</b>	3.78E+07	0.00E+00	-4.22E-10	0.00E+00	9.84E+04	1.21E+05
<b>DZ</b>	-4.73E+06	0.00E+00	5.28E-11	-6.50E-13	1.21E+05	1.05E+06
<b>CABEZA DE PILOTE: 007P</b>						
UNIDADES: KG*CM						
	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>DZ</b>
<b>RX</b>	2.62E+10	1.37E-07	-1.72E-08	-2.11E-10	3.78E+07	4.73E+06
<b>RY</b>	0.00E+00	2.58E+10	3.22E+09	-3.78E+07	2.11E-10	0.00E+00
<b>RZ</b>	1.72E-08	3.22E+09	4.03E+08	-4.73E+06	2.64E-11	0.00E+00
<b>DX</b>	2.11E-10	-3.78E+07	-4.73E+06	8.32E+04	0.00E+00	0.00E+00
<b>DY</b>	3.78E+07	-2.11E-10	0.00E+00	6.50E-13	9.84E+04	-1.21E+05
<b>DZ</b>	4.73E+06	-2.64E-11	0.00E+00	0.00E+00	-1.21E+05	1.05E+06
<b>CABEZA DE PILOTE: 004P</b>						
UNIDADES: KG*CM						
	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>DZ</b>
<b>RX</b>	2.57E+10	3.90E+08	3.12E+09	0.00E+00	3.73E+07	-4.66E+06
<b>RY</b>	3.90E+08	2.57E+10	-3.17E+09	-3.73E+07	-1.69E-09	-4.60E+06
<b>RZ</b>	3.12E+09	-3.17E+09	7.81E+08	4.66E+06	4.60E+06	1.06E-10
<b>DX</b>	0.00E+00	-3.73E+07	4.66E+06	9.75E+04	-1.52E+04	-1.22E+05
<b>DY</b>	3.73E+07	1.69E-09	4.60E+06	-1.52E+04	9.79E+04	1.23E+05
<b>DZ</b>	-4.66E+06	-4.60E+06	-1.06E-10	-1.22E+05	1.23E+05	1.07E+06
<b>CABEZA DE PILOTE: 008P</b>						
UNIDADES: KG*CM						
	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>DZ</b>
<b>RX</b>	2.57E+10	-3.90E+08	3.12E+09	0.00E+00	3.73E+07	4.66E+06
<b>RY</b>	-3.90E+08	2.57E+10	3.17E+09	-3.73E+07	-3.38E-09	-4.60E+06
<b>RZ</b>	3.12E+09	3.17E+09	7.81E+08	-4.66E+06	4.60E+06	8.25E-13
<b>DX</b>	0.00E+00	-3.73E+07	-4.66E+06	9.75E+04	1.52E+04	-1.22E+05
<b>DY</b>	3.73E+07	3.38E-09	4.60E+06	1.52E+04	9.79E+04	-1.23E+05
<b>DZ</b>	4.66E+06	-4.60E+06	-8.25E-13	-1.22E+05	-1.23E+05	0.106766E+07



### III.XI ARCHIVO DE GENERACIÓN DE MASAS Y PROPIEDADES DINÁMICAS.

Se presenta un archivo de control con los parámetros dinámicos del análisis, donde se obtienen los primeros 30 modos de vibrar de la estructura (se pueden elegir más modos de vibrar, tantos como sean necesarios), se genera la matriz de masas y de rigideces, las formas modales donde se hace una revisión de ortogonalidad matricial para comprobar que todo se ha calculado correctamente. Este archivo de control es usado para el análisis en SACS®.

```
• ANALISIS SISMICO -PLATAFORMA XANAB-D
• DYNOPT +ZMN 30CONS 7.849 1.028 -23.8 23.8NF 1.0 1.0SA-Z MASTOT
```

En esta sección se obtienen las características dinámicas, las masas y los modos de vibrar de la estructura. El programa SACS convierte los pesos en masas por medio de su módulo DYNPAC por lo que el modelo debe contener las cargas que se convertirán en masas además del peso propio estructural. Se han incorporado los grados de libertad dinámicos en los nodos apropiados para participar en las formas modales de interés y representados por medio de 222000 en las líneas JOINT. La siguiente figura muestra el arreglo de nodos "retenidos" los cuales describen la configuración del sistema con las masas concentradas en esos puntos.

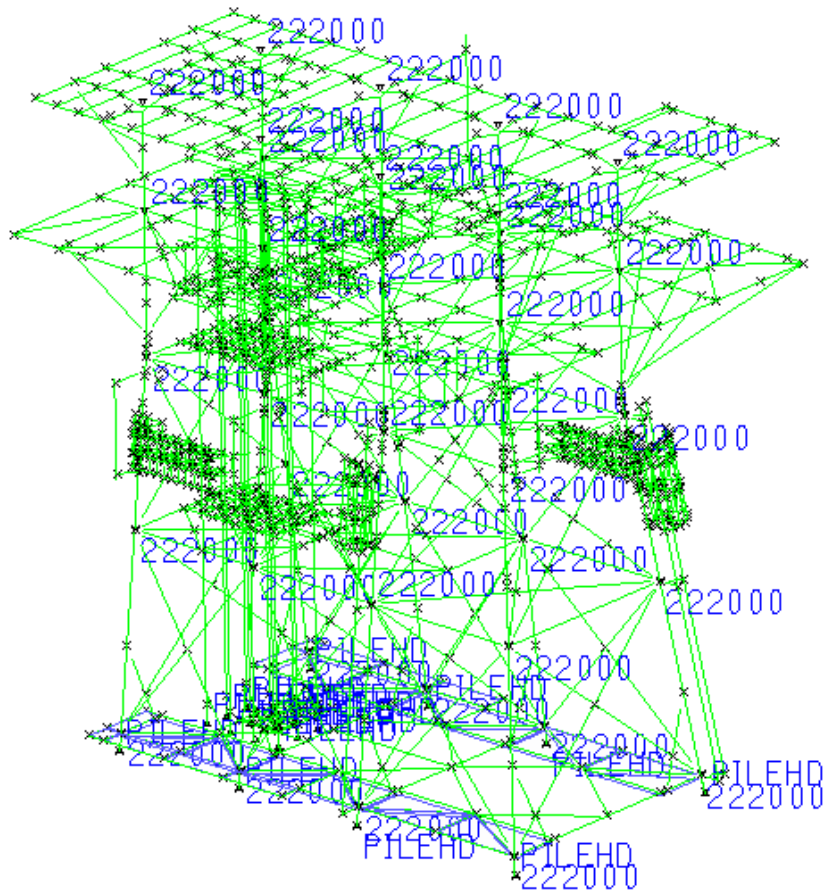


Figura 3.58 Nodos con Grados de Libertad Dinámicos Retenidos (DOF-222000).

La información generada con este módulo de SACS es presentada en los archivos de salida DYNAMAS y DYNMOD para usarse en la entrada del módulo siguiente. Contiene la información respecto a la masa y las formas modales que son las características dinámicas de la estructura.

Como se describe teóricamente en el libro de Diseño Sísmico de Edificios de los Dres. Enrique Bazán y Roberto Meli<sup>14</sup>, la representación de un sistema estructural, que para cada miembro-en el caso de un plano en dos dimensiones-le corresponden 3 grados de libertad estáticos en los extremos de cada miembro, asociados a un cortante en sentido de las abscisas y otro en las ordenadas además de un momento, serán despreciados, ya que su intervención no es tan representativa para el caso de estudio, sino que todos los efectos, son garantizados por medio de la representación de un grado de libertad dinámico en donde se simula una masa (que engloba toda las fuerzas y cargas que se presentan en el entrepiso) y en cada nivel se tiene como sustento una rigidez que se opone al sismo, pero que es rebasada y el desfase producto de dicha fuerza (considerada como la masa concentrada por la aceleración del sismo) representa los modos de vibrar de la estructura discretizada en cuestión. Es por eso que, para cada nivel de arriostamiento, la masa está concentrada en donde las piernas se intersecan con las elevaciones declaradas en este apartado y mostradas en la “*Figura 3.58 Nodos con Grados de Libertad Dinámicos Retenidos (DOF-222000)*”.

---

<sup>14</sup> Bazán, Enrique y Meli, Roberto, *Diseño Sísmico de Edificios*, México, Limusa, 2004, p.99.

### III.XII ARCHIVO DE GENERACIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS.

Para el siguiente análisis, se introduce un archivo de control para poder obtener las fuerzas sísmicas, con el que se procederá para los siguientes pasos (análisis de resistencia y ductilidad), en dicho archivo de control, se especifica un 5% de amortiguamiento crítico estructural, la combinación modal usando el método CQC, la generación del espectro de respuesta para la Sonda de Campeche (se muestra en el apartado 5.3 de este documento) por medio de la descripción de cinco puntos de la gráfica y la aplicación del espectro al 100% en las direcciones horizontales y 50% en la dirección vertical. También se pide la creación de las cargas sísmicas en 20 direcciones de análisis, con una variación en el ángulo de 18°. Este archivo de control es usado para el análisis en SACS®.

```

• DROPT SPEC 30EC+Z-23.80DVA
• SDAMP 5.0
• EQKLOD S A 20
• STCMB 1.0 2.0 1 1.0
• LOAD
• SLOAD CARD RSPA SDO CQC DVA 1.0 1.0 1.0 0.50
• RSPSPC 1
• RSPSPC 5 5.0 0.010 0.100 0.050 0.100
• RSPSPC 0.125 0.250 0.504 0.250
• RSPSPC 10.00 0.013
• END
    
```

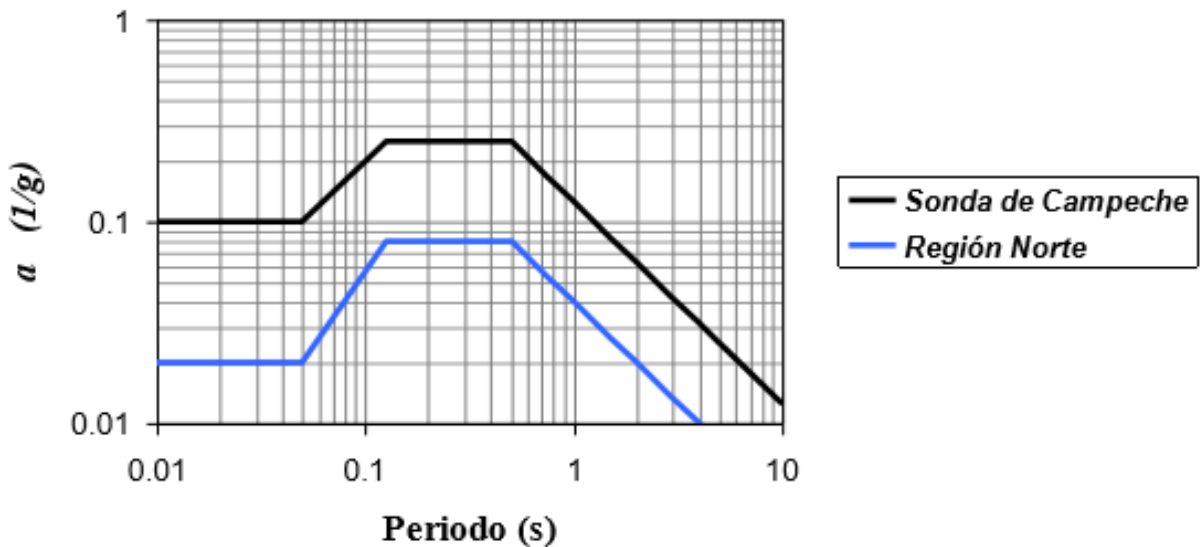


Figura 3.59 Espectros de diseño.

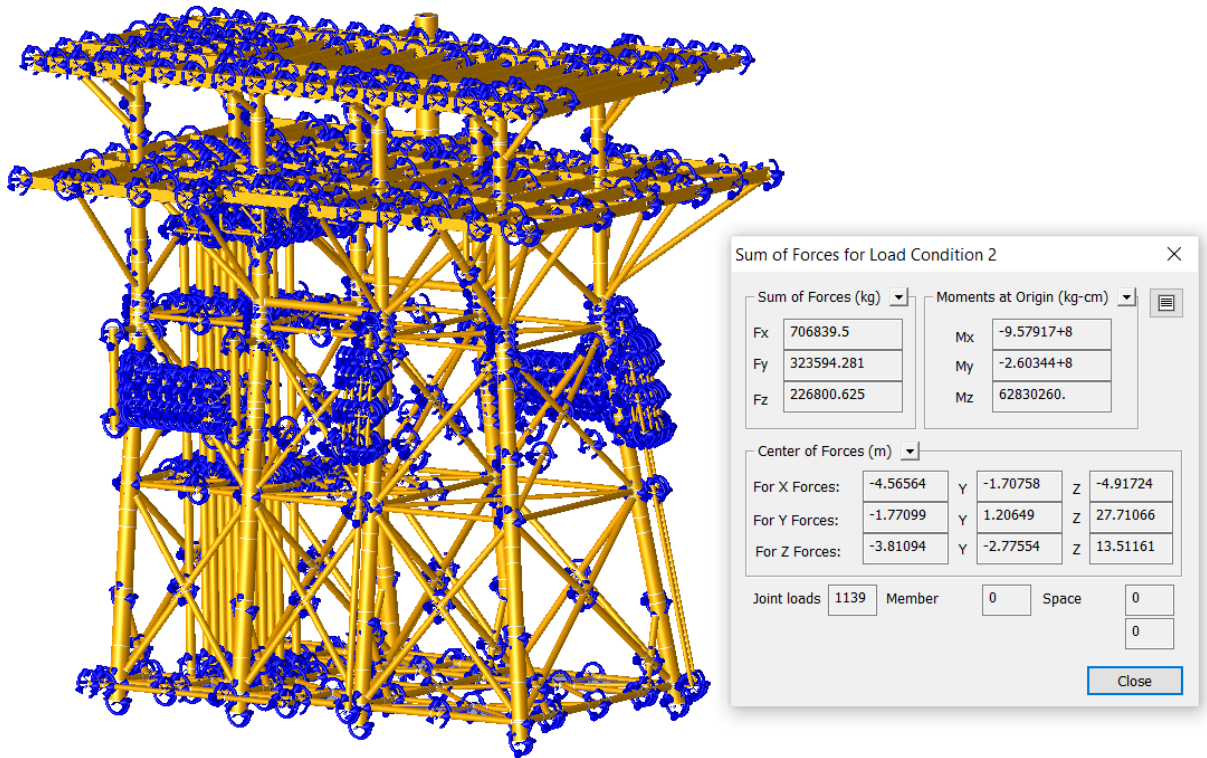


Figura 3.60 Fuerzas Sísmicas en la dirección 0° de la Plataforma Xanab-D(0° - 315°).

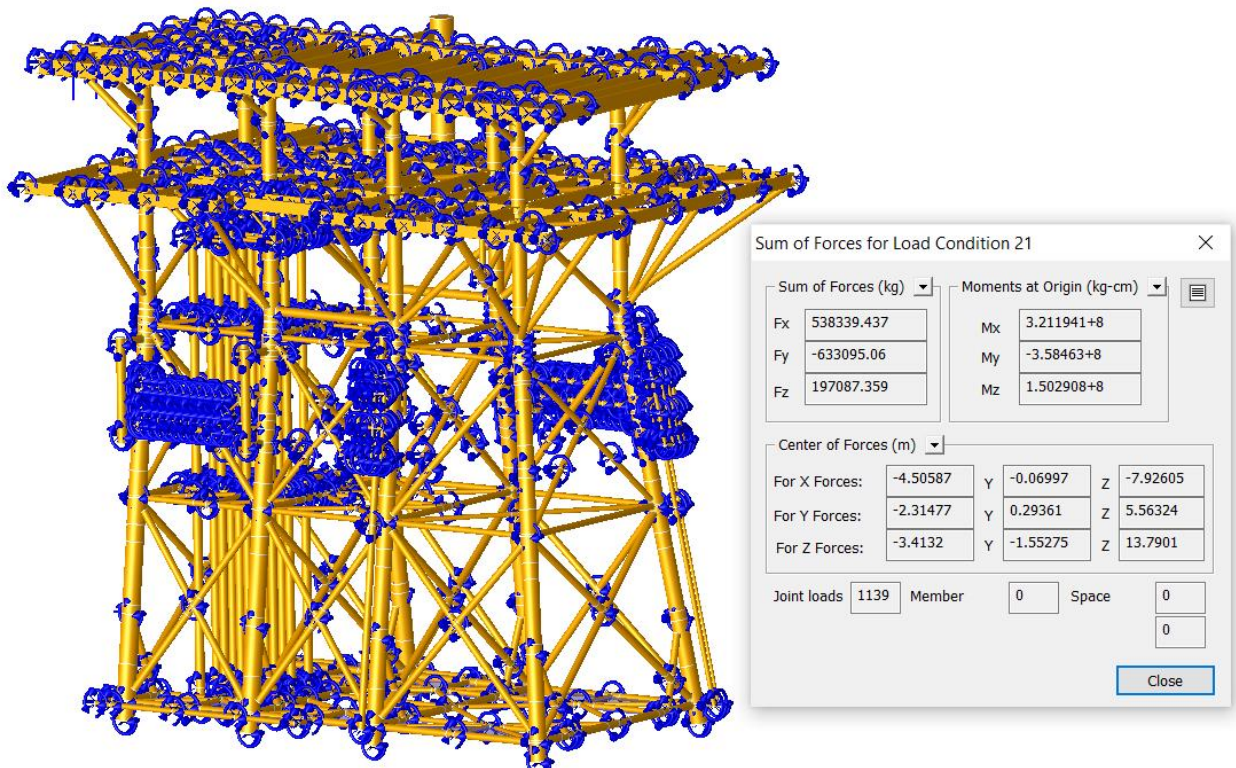


Figura 3.60 Fuerzas Sísmicas en la dirección 315° de la Plataforma Xanab-D (0° - 315°).

## IV. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO.

En los siguientes apartados se resumirán los resultados más importantes del análisis sísmico por resistencia y el análisis sísmico por ductilidad, así también como la revisión y la interpretación de cada uno de los resultados.

### IV.I RESULTADOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO A NIVEL RESISTENCIA.

Este análisis se requiere para garantizar que la plataforma posea niveles de resistencia y rigidez adecuados para evitar un daño estructural significativo ante la presencia de un sismo que tiene una probabilidad razonable de no ser excedido durante la vida útil de la plataforma. Por otro lado, el análisis sísmico a nivel de resistencia se requiere para calcular los esfuerzos a los que estarán sujetos las juntas y elementos que conforman una plataforma marina fija (tipo Jacket) bajo la combinación de cargas estáticas (gravitacionales, flotación y presión hidrostática) y cargas sísmicas, aplicando el espectro de diseño a nivel de resistencia de la especificación técnica P.2.0130.01-2015 en su sección 8.4.1. Los requerimientos de resistencia, combinación de cargas (sísmicas y estáticas) son aplicados conforme a las recomendaciones del API RP 2A-WSD, 21ª Edición.

#### IV.I.I Frecuencia y propiedades dinámicas.

En este apartado se mostrarán los resultados obtenidos en esta parte del análisis, así como las figuras de los principales modos de vibrar de la estructura.

Se presentan los factores de participación de la masa, en donde se ilustra el modo dominante de vibrar, en donde los desplazamientos nodales son los más grandes presentados, para cada dirección principal (X,Y,Z).

MODO DE VIBRAR	FACTORES DE PARTICIPACION DE MASA			MODO DE VIBRAR	FACTORES DE PARTICIPACION DE MASA		
	X	Y	Z		X	Y	Z
1	0.0135764	0.4854163	0	16	0.0000721	0.0000051	0.0001148
2	0.9060884	0.0139918	0.0024612	17	0.0000029	0.0000001	0.0000039
3	0.0037212	0.3684096	0.0000002	18	0.0000078	0.0000001	0.0000446
4	0.0069841	0.0934013	0.0033868	19	0	0.0000033	0.0000008
5	0.0578835	0.0098584	0.0130019	20	0.0000079	0.0000001	0.000062
6	0.0018878	0.0143895	0.0012619	21	0.0000003	0.0001891	0.000085
7	0.0003776	0.0038674	0.0000304	22	0.0000001	0.0000323	0.0000202
8	0.0000024	0.0005085	0.0118439	23	0.0000002	0.0002624	0.0001016
9	0.0003614	0.0000776	0.6295508	24	0	0	0.0000011
10	0.0022108	0.0000907	0.1476439	25	0.0009042	0.0000008	0.0793519
11	0.0000039	0.0011564	0.0000704	26	0.0002629	0.000043	0.0189477
12	0.0000191	0.0012019	0.0001379	27	0.000075	0.0000462	0.0008477
13	0.0033264	0.0000149	0.0065067	28	0.001301	0.000118	0.0144744
14	0.0000001	0.0008512	0.0002938	29	0.0009101	0.0001322	0.0070406
15	0.0000006	0.0015968	0.0004055	30	0.0000119	0.0001887	0.0002788

Se presentan las frecuencias y periodos de los modos de vibrar más representativos de acuerdo a los factores de participación de masas.



SACS - FRECUENCIAS Y PERIODOS		
MODO DE VIBRAR	RECUENCIA	PERIODO
	(Hz)	(seg)
<b>1</b>	<b>0.6690</b>	<b>1.4947</b>
<b>2</b>	<b>0.7140</b>	<b>1.4005</b>
3	0.9310	1.0741
4	1.8120	0.5519
5	1.9939	0.5015
6	2.3443	0.4266
7	2.4550	0.4073
8	3.2450	0.3082
<b>9</b>	<b>3.5738</b>	<b>0.2798</b>
10	3.9050	0.2561
11	4.2540	0.2351
12	4.6943	0.2130
13	4.7512	0.2105
14	4.8371	0.2067
15	4.8460	0.2064
16	4.8512	0.2061
17	4.8537	0.2060
18	4.8671	0.2055
19	4.8827	0.2048
20	4.8934	0.2044
21	4.8941	0.2043
22	4.9041	0.2039
23	4.9079	0.2038
24	4.9117	0.2036
25	5.1193	0.1953
26	5.1679	0.1935
27	5.5504	0.1802
28	5.6675	0.1764
29	5.8599	0.1707
30	6.1796	0.1618

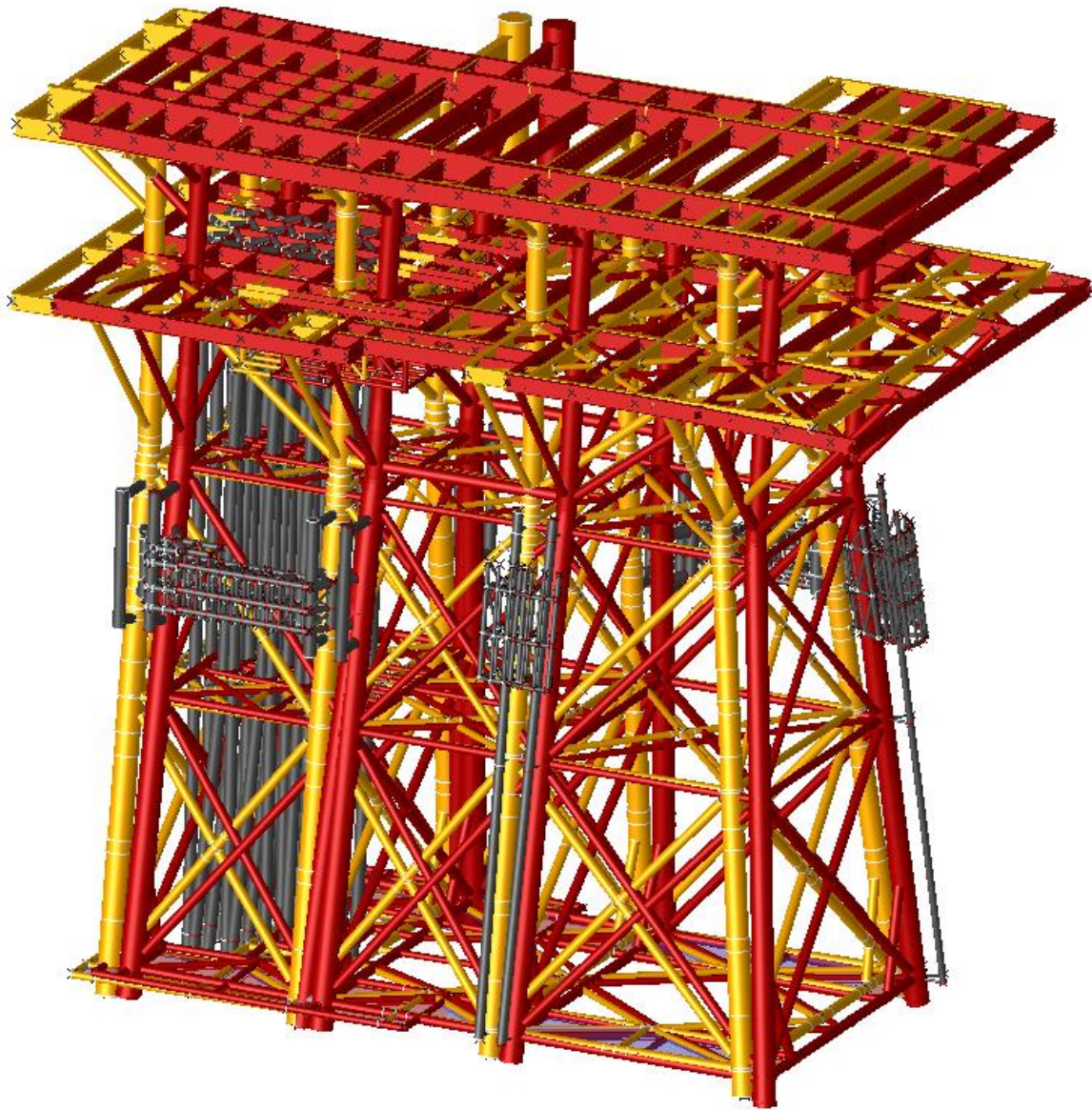
Como consiguiente se mostrarán las figuras de los 3 modos de vibrar fundamentales de la estructura

MODE 1 FREQ. 0.669 HZ PERIOD 1.495 SECS



*Figura 4.1 Modo de Vibrar 1 de la Estructura.*

MODE 2 FREQ. 0.714 HZ PERIOD 1.401 SECS

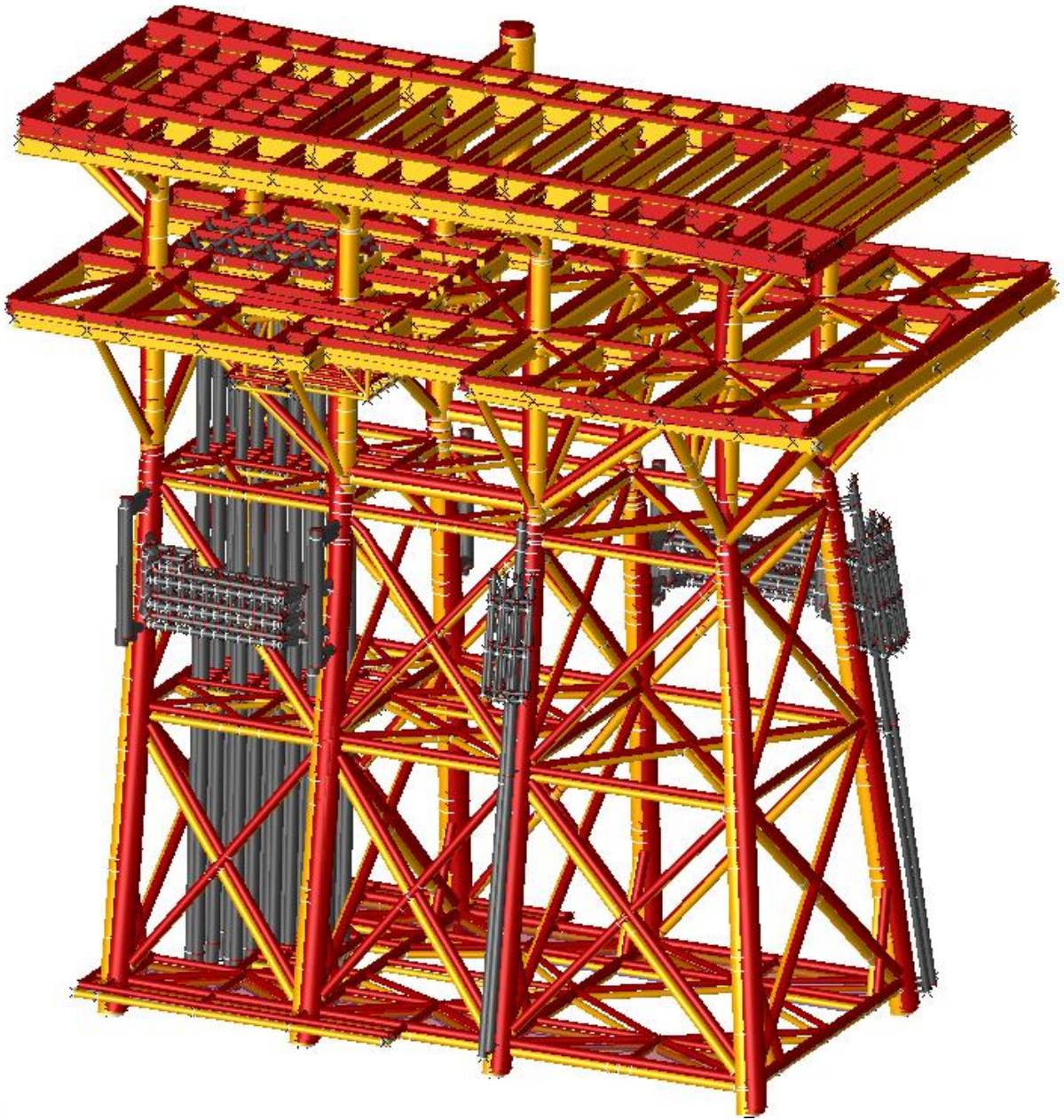


7

*Figura 4.2 Modo de Vibrar 2 de la Estructura.*



MODE 9 FREQ. 3.574 HZ PERIOD 0.280 SECS



*Figura 4.3 Modo de Vibrar 9 de la Estructura.*

#### IV.I.II Respuesta dinámica de la estructura.

Para el siguiente análisis, se introduce un archivo de control (Archivo de control mostrado en el apartado 5.12 de este documento) para poder obtener las fuerzas sísmicas, con el que se procederá para los siguientes pasos (análisis de resistencia y ductilidad), en dicho archivo de control, se especifican las condiciones con las que se llevará a cabo el análisis, mientras que en la figura siguiente, se muestran las 20 direcciones en cuestión a ser utilizadas, y su representación, ya que para el caso de este análisis, los  $0^\circ$  no son utilizados como en la práctica común, sino están invertidos.

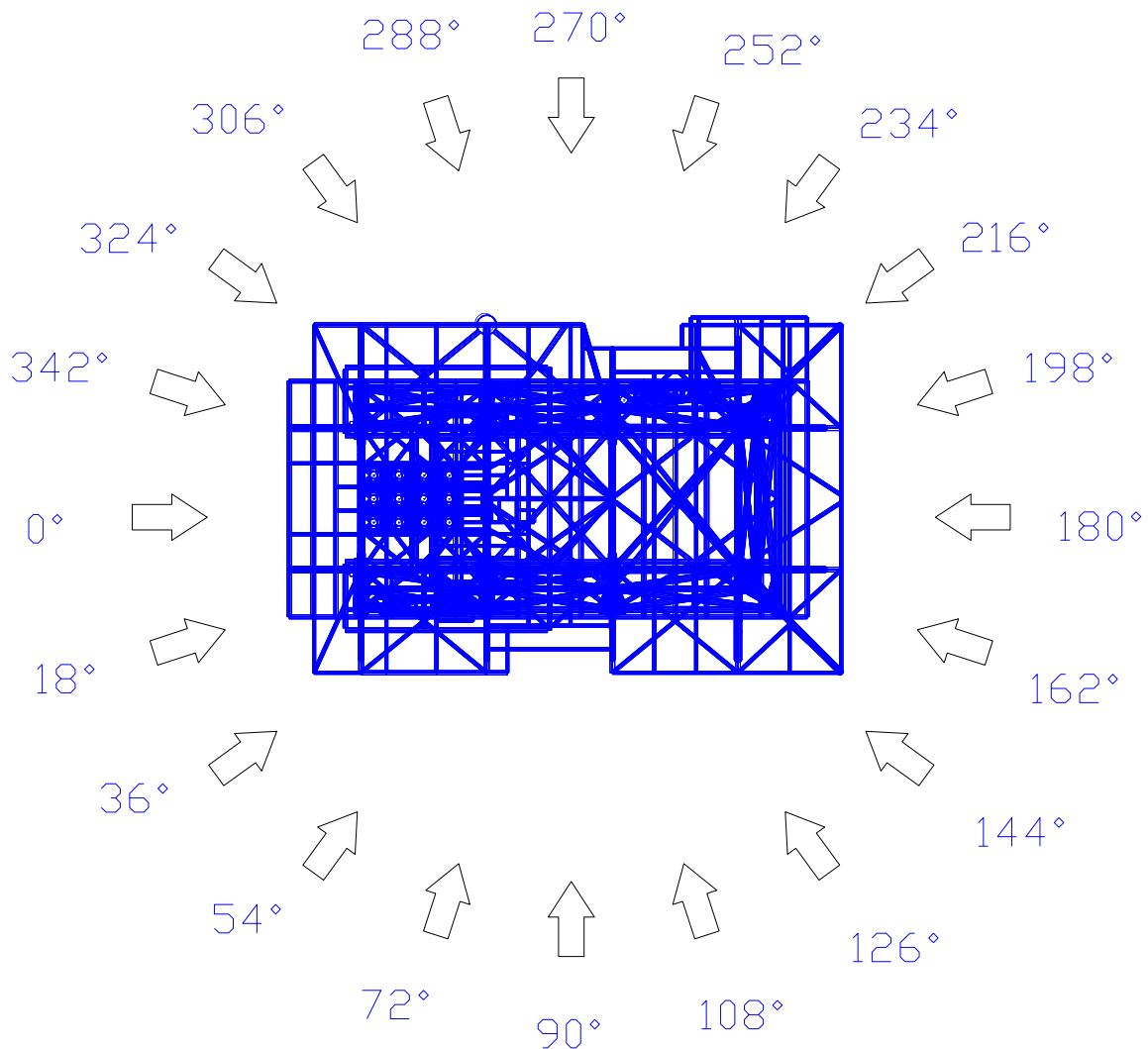


Figura 4.4 Direcciones de Análisis (Cortante Basal y Momento de Volteo).

Como resultado de este apartado se obtienen los cortantes basales y momentos de volteo para cada dirección, que posteriormente funcionarán como información base para el apartado del análisis por resistencia y ductilidad respectivamente, se copia la salida de resultados, ordenado por dirección ascendente.

```

CORTANTE DE REFERENCIA 0° (DIRECCIÓN EJE +X)
*** FORCE SUMMATION FOR LOAD CASE 2 ***

*** MOMENTS ABOUT MUDLINE ***
FORCE X = 706839.188 KG
FORCE Y = 323594.250 KG
FORCE Z = 226800.547 KG
MOMENT X = ***** KG-M
MOMENT Y = 14218743.000 KG-M
MOMENT Z = 628266.938 KG-M
BASE SHEAR = 777389.750 KG
BASE MOMENT = 22377890.000 KG-M
MAXIMUM BASE SHEAR - DIRECTION= 0.0
    
```

<b>TABLA RESUMEN DE TODAS LAS DIRECCIONES</b>	
<b>Dirección</b>	<b>Cortante basal (kg<sub>f</sub>)</b>
0°	777389.75
18°	769990.812
36°	686194.062
54°	642272.812
72°	647426.25
90°	639833.938
108°	628519.875
126°	671618.5
144°	723366.25
162°	831035.062
180°	777389.75
198°	769991
216°	686194.062
234°	642272.812
252°	647426.25
270°	639834
288°	628519.875
306°	671618.438
324°	723366.062
342°	831035.062

#### IV.I.III Cargas y combinaciones para juntas y elementos principales.

Se muestra un resumen de cargas y combinaciones referentes a la revisión de elementos principales de la plataforma XANAB-D.

DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE CARGA	
CASO DE CARGA	DESCRIPCIÓN
1	PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA
2	MISCELANEOS DE LA SUBESTRUCTURA
3	CARGA MUERTA EN SUPERESTRUCTURA
4	CARGA VIVA EN SUPERESTRUCTURA
5	CARGA MUERTA DE EQUIPO
6	CARGA VIVA DE EQUIPO
7	CARGA DE TUBERIAS Y DUCTOS ELECTRICOS
8	CARGA MUERTA TORRE POSICION 1 NORTE
9	CARGA VIVA TORRE POSICION 1 NORTE
10	CARGA SISMICA 0°
11	CARGA SISMICA 18°
12	CARGA SISMICA 36°
13	CARGA SISMICA 54°
14	CARGA SISMICA 72°
15	CARGA SISMICA 90°
16	CARGA SISMICA 108°
17	CARGA SISMICA 126°
18	CARGA SISMICA 144°
19	CARGA SISMICA 162°
20	CARGA SISMICA 180°
21	CARGA SISMICA 198°
22	CARGA SISMICA 216°
23	CARGA SISMICA 234°
24	CARGA SISMICA 252°
25	CARGA SISMICA 270°
26	CARGA SISMICA 288°
27	CARGA SISMICA 306°
28	CARGA SISMICA 324°
29	CARGA SISMICA 342°

RESUMEN DE LAS COMBINACIONES DE CARGA						
COMBINACIÓN DE CARGA	FX (Kg)	FY (Kg)	FZ (Kg)	MX (Kg*m)	MY (Kg*m)	MZ (Kg*m)
S000	1413678.38	647188.62	-6184357	-38292712	-7179326	1256602.4
S018	1140277.12	1035041.25	-6149021	-30212308	-5808678	-3312806.5
S036	971124.69	969725	-6192611.5	-24219284	-7976974	-2937224
S054	908965.75	907655.5	-6221116	-22907922	-9746144	-2749211.5
S072	885602.88	944643.5	-7444116	-23341414	-10282830	-3137302.5
S090	-557473.88	1151856.75	-7356365.5	-31669818	-68140704	-4139162.8
S108	-582550.69	1113904.25	-7035810.5	-31013052	-62703088	-3913597.5
S126	-869595	1023761.25	-6954491.5	-33310606	-50530280	-2414224.2
S144	-937184.44	1102143.25	-6981061.5	-35553932	-51682524	-2616388.8
S162	-1076678.88	1266190.62	-7032134	-40290584	-54073584	-3005834.5
S180	-1413682	-647188.19	-7091558.5	30830092	-64056528	-1256579.9
S198	-1140278.38	-1035042.06	-7126893.5	22749782	-65427384	3312831
S216	-971123.88	-969725.81	-7083304	16756662	-63258996	2937232
S234	-908967.75	-907655.81	-7054799	15445350	-61489912	2749271.2
S252	-885602.75	-944643.25	-5831802	15878754	-60953248	3137284.8
S270	557474.38	-1151856.88	-5919550	24207160	-3095334	4139189.5
S288	582551	-1113904	-6240106	23550546	-8532954	3913581
S306	869596.75	-1023762.25	-6321425	25848152	-20705704	2414226.5
S324	937184.88	-1102144.5	-6294852.5	28091412	-19553532	2616418.2
S342	1076678.75	-1266190.38	-6243783.5	32827928	-17162334	3005817.2

#### IV.I.IV Cargas y combinaciones de elementos secundarios.

Se muestra un resumen de cargas y combinaciones referentes a la revisión de elementos secundarios de la plataforma.

RESUMEN DE LAS COMBINACIONES DE CARGA						
COMBINACIÓN DE CARGA	FX (Kg)	FY (Kg)	FZ (Kg)	MX (Kg*m)	MY (Kg*m)	MZ (Kg*m)
D000	706839.19	323594.31	-6411157.5	-21012000	-21398672	628301.2
D018	570138.56	517520.62	-6393489.5	-16971798	-20713348	-1656403.2
D036	485562.34	484862.5	-6415284.5	-13975286	-21797496	-1468612
D054	454482.88	453827.75	-6429537	-13319605	-22682082	-1374605.8
D072	442801.44	472321.75	-7041037	-13536351	-22950424	-1568651.2
D090	-278736.94	575928.38	-6997162	-17700552	-51879360	-2069581.4
D108	-291275.34	556952.12	-6836884	-17372170	-49160556	-1956798.8
D126	-434797.5	511880.62	-6796225	-18520946	-43074152	-1207112.1
D144	-468592.22	551071.62	-6809510	-19642610	-43650272	-1308194.4
D162	-538339.44	633095.31	-6835046	-22010936	-44845800	-1502917.2
D180	-706841	-323594.09	-6864758.5	13549402	-49837272	-628289.9
D198	-570139.19	-517521.03	-6882426	9509247	-50522704	1656415.5
D216	-485561.94	-484862.91	-6860631	6512687	-49438508	1468616
D234	-454483.88	-453827.91	-6846378.5	5857031	-48553968	1374635.6
D252	-442801.38	-472321.62	-6234880	6073733	-48285632	1568642.4
D270	278737.19	-575928.44	-6278754	10237936	-19356676	2069594.8
D288	291275.5	-556952	-6439032	9909629	-22075488	1956790.5
D306	434798.38	-511881.12	-6479691.5	11058432	-28161862	1207113.2
D324	468592.44	-551072.25	-6466405	12180062	-27585776	1308209.1
D342	538339.38	-633095.19	-6440870.5	14548320	-26390176	1502908.6

#### IV.I.V Desplazamientos nodales.

En esta sección se mostrarán los desplazamientos máximos que se presentaron durante los eventos sísmicos en la plataforma XANAB-D, estos desplazamientos son los que se describen a continuación. También se mostrarán las figuras correspondientes a los desplazamientos máximos en su estado de sismo al que corresponde.

REPORTE DE DESPLAZAMIENTO MÁXIMO EN NODOS						
CASO DE CARGA	DIRECCIÓN X		DIRECCIÓN Y		DIRECCIÓN Z	
	NODO	DESPLAZAMIENTO (cm)	NODO	DESPLAZAMIENTO (cm)	NODO	DESPLAZAMIENTO (cm)
S000	104	7.3891	2885	10.4748	2016	-5.0031
S018	2935	6.219	2827	6.7243	2009	-3.32
S036	2935	4.7535	2827	6.0754	2915	-3.4736
S054	2935	4.2556	2827	5.7207	2915	-3.5774
S072	2935	4.7489	2857	5.8142	2915	-4.6637
S090	2800	-9.1758	2827	9.2139	2915	-7.828
S108	2800	-9.1891	2827	8.9595	2915	-7.7294
S126	2800	-8.8689	2827	9.702	2915	-6.6052
S144	2800	-9.379	2827	10.4347	2915	-6.7089
S162	2800	-10.4626	2827	11.952	2915	-6.9597
S180	2853	-12.7346	2885	-9.3627	2874	-6.2594
S198	2936	-12.3196	2915	-5.6688	2915	-7.3202
S216	2885	-10.7609	2915	-4.9621	2885	-6.7853
S234	2885	-10.2406	2915	-4.5769	2885	-6.6705
S252	2885	-10.2159	2915	-4.5391	2885	-5.5497
S270	1901	3.0832	2885	-7.4216	1903	-3.2665
S288	2800	2.8314	2885	-7.2858	1903	-3.5517
S306	104	3.6144	2885	-8.1565	2874	-3.9714
S324	104	4.0156	2885	-8.8633	1903	-3.9866
S342	104	4.9029	2885	-10.3165	1903	-4.0646

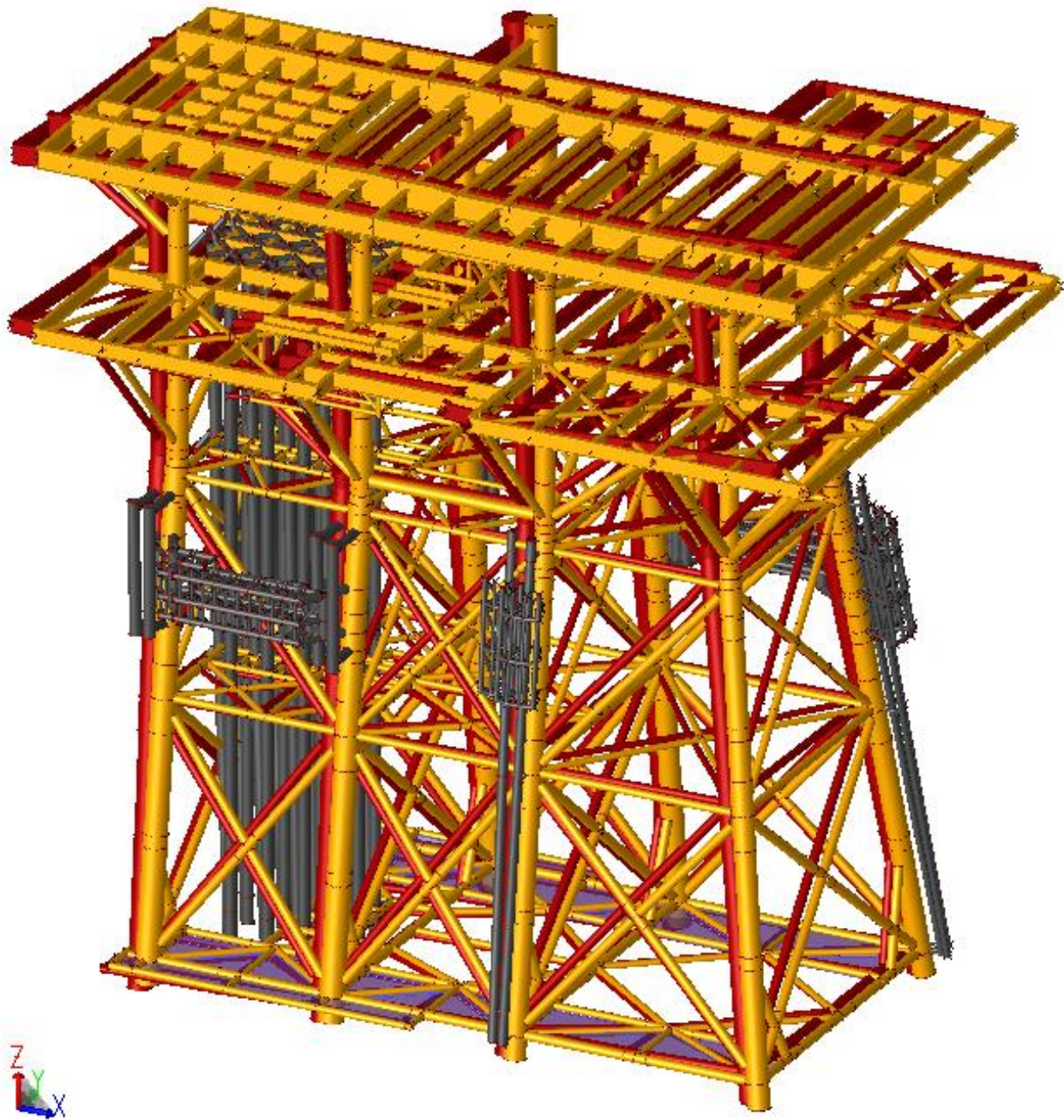
Como podemos observar en los datos resaltados, tenemos dos estados de sismo a los que corresponde un desplazamiento máximo, este es para la dirección 90° y para 180°. Sus respectivas figuras se muestran a continuación.



DEFL. SHAPE LC S090

MAX GLOBAL DEFL. AT 2885 WITH DX = -8.940, DY = 9.204, DZ = -7.508

MAX VIEW DEFL. AT 2885 WITH DX = -8.940, DY = 9.204, DZ = -7.508



*Figura 4.5 Desplazamiento Máximo en la Condición de Sismo a 90°.*



DEFL. SHAPE LC S180

MAX GLOBAL DEFL. AT 2857 WITH DX = -12.668, DY = -9.321, DZ = -6.128 - LC [S180]

MAX VIEW DEFL. AT 2857 WITH DX = -12.668, DY = -9.321, DZ = -6.128 - LC [S180]

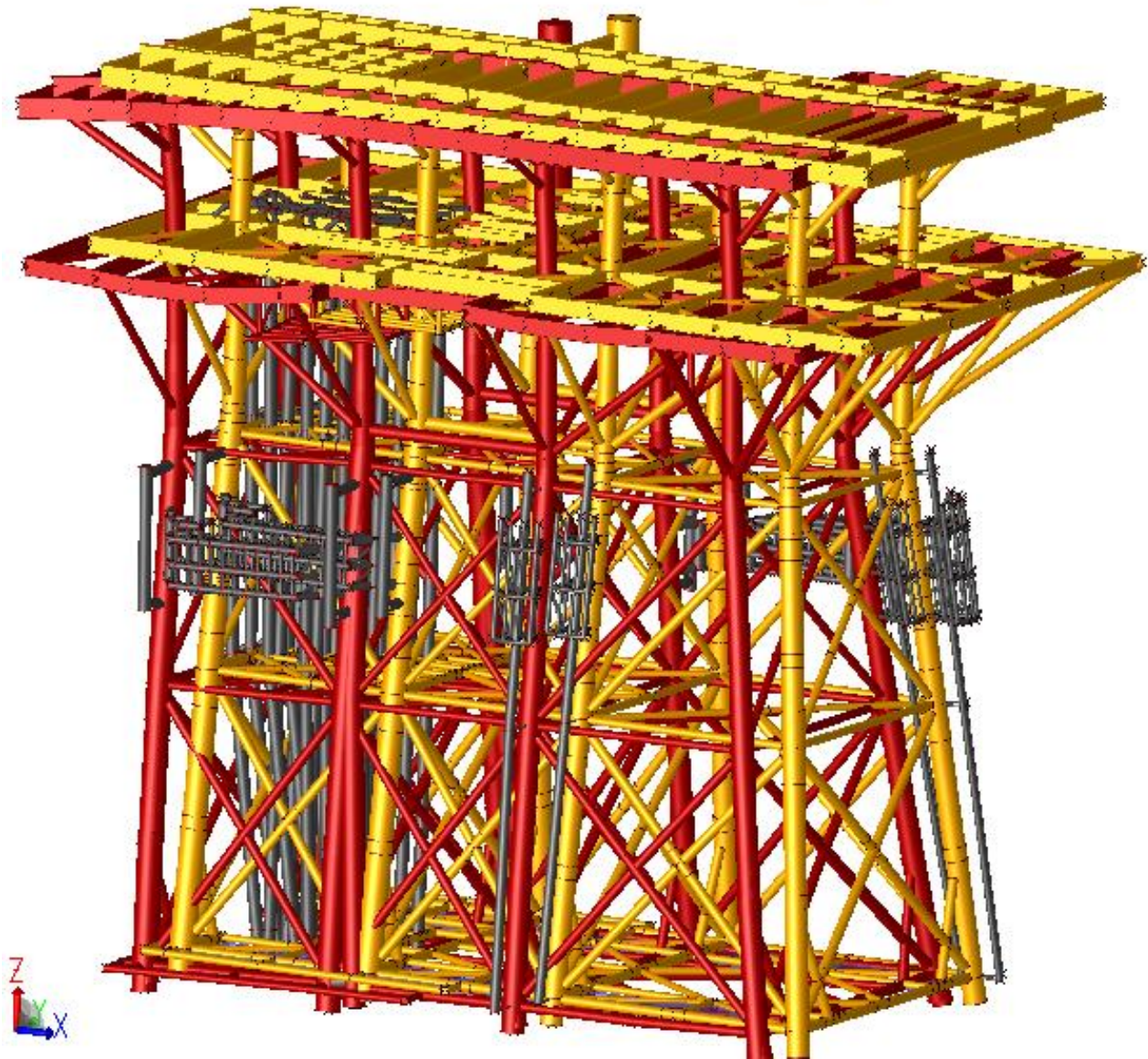


Figura 4.6 Desplazamiento Máximo en la Condición de Sismo a 180°.



#### IV.I.VI Revisión de elementos principales.

En esta sección se ha realizado la revisión de los elementos estructurales de la plataforma XANAB-D considerando la combinación de fuerzas gravitacionales con las fuerzas del análisis sísmico modal espectral siguiendo las recomendaciones del API-RP-2A (WSD) 21A edición.

La revisión de los miembros de la plataforma se realizó con el programa SACS por medio del módulo Element Code Check. Cabe destacar que la revisión de los elementos se realizó como se describe a continuación.

Los elementos principales de la estructura se revisaron con un Factor de 2.0 de la carga sísmica, de acuerdo con la sección 2.3.6. del API-RP-2A (WSD) 21A edición. Las relaciones de esfuerzos se muestran por separado en Subestructura, Superestructura y Pilotes.

Los elementos secundarios de la estructura se revisaron con un Factor de 1.0 de la carga sísmica únicamente tal como se describe en la sección 2.3.6 del API-RP-2A (WSD) 21A edición. Las relaciones de esfuerzos se muestran por separado en Subestructura, Superestructura y Pilotes.

Se presenta un resumen de relaciones de esfuerzo máximas en elementos principales de la superestructura, subestructura y pilotes para la plataforma en el listado de resultados siguiente.

RESUMEN DE GRUPOS DE MIEMBROS MÁS ESFORZADOS										
CODIGO DE REVISIÓN DE ELEMENTOS: WSD AISC 13th / API RP2A-WSD										
SUBESTRUCTURA										
MIEMBRO	GRUPO	CONDICIÓN DE CARGA	MÁXIMA RELACIÓN DE ESFUERZOS (UC)	CONDICIÓN DE CARGA	ESFUERZOS ACTUANTES			ESFUERZOS ADMISIBLES		
					AXIAL	FLEXIÓN Y	FLEXIÓN Z	AXIAL	FLEXIÓN Y	FLEXIÓN Z
					(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )
AH8	307L-0011	S162	0.47	-4.8	-7.4	0.7	19.4	34.4	32.3	32.3
SUPERESTRUCTURA										
MIEMBRO	GRUPO	CONDICIÓN DE CARGA	MÁXIMA RELACIÓN DE ESFUERZOS (UC)	CONDICIÓN DE CARGA	ESFUERZOS ACTUANTES			ESFUERZOS ADMISIBLES		
					AXIAL	FLEXIÓN Y	FLEXIÓN Z	AXIAL	FLEXIÓN Y	FLEXIÓN Z
					(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/mm <sup>2</sup> )
T1A	2887-1B28	S180	0.71	2	-10.4	-14.2	25.8	212.8	31.4	41.2

Como podemos observar en la revisión de los miembros tanto en la subestructura como en la superestructura que presentan mayor esfuerzo están dentro de los límites permisibles, la máxima relación de esfuerzos (UC) no debe ser mayor a 1.00, es decir que la  $UC < 1.00$ .

En estos resultados obtenidos la máxima relación de esfuerzos para el miembro tubular perteneciente al grupo AH8 y el miembro de sección compacta que pertenece al grupo T1A son inferiores a 1.00. Se observa de igual forma que la condición de carga que hace que los elementos presenten una condición de máximo esfuerzo es combinación sísmica a 162° para el miembro tubular de la subestructura AH8, mientras que para el miembro T1A de la superestructura la condición de carga más crítica es para es la combinación sísmica a 180°.

Se presentan las figuras graficas de los elementos que están presentando la mayor relación de esfuerzos correspondientes a los resultados anteriores.

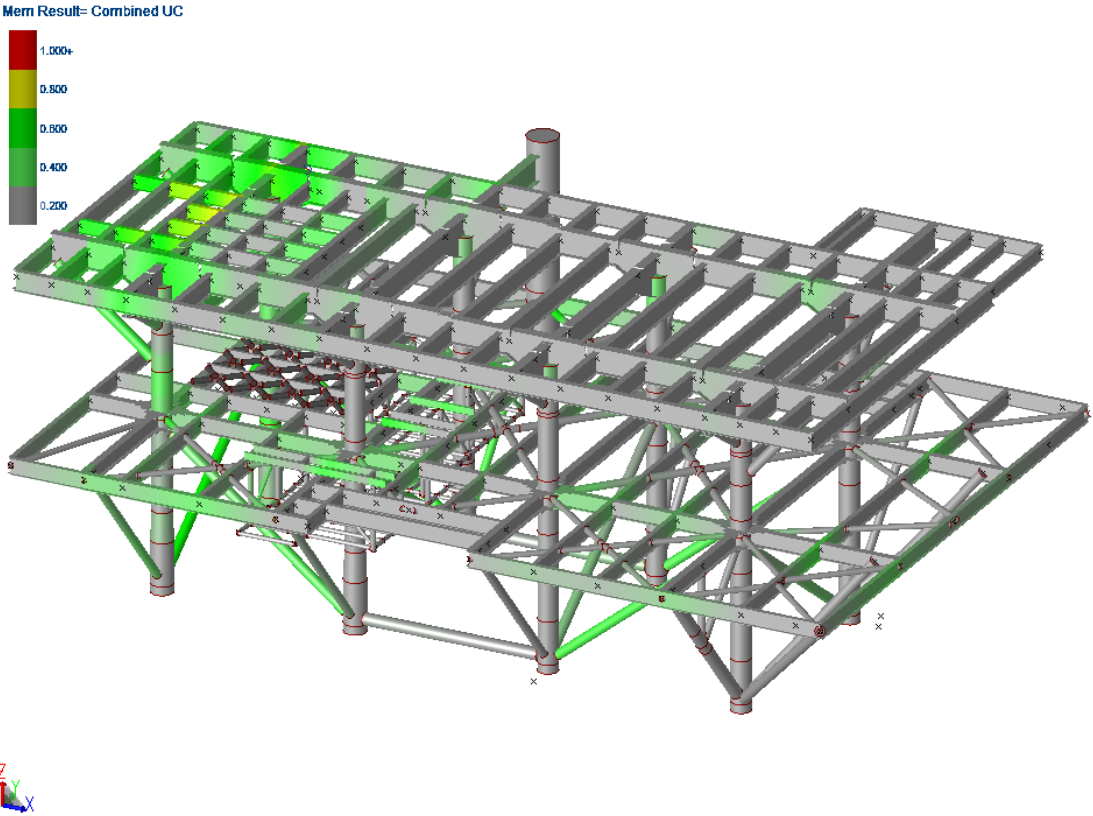


Figura 4.7 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales de la Superestructura.

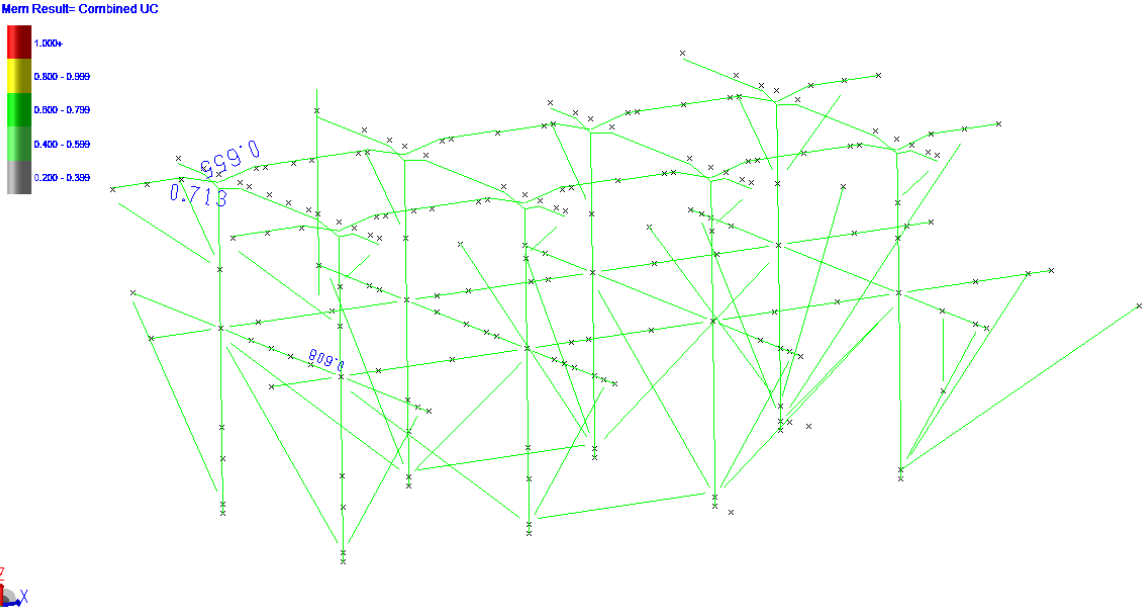


Figura 4.8 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales de la Superestructura, UC>0.60.

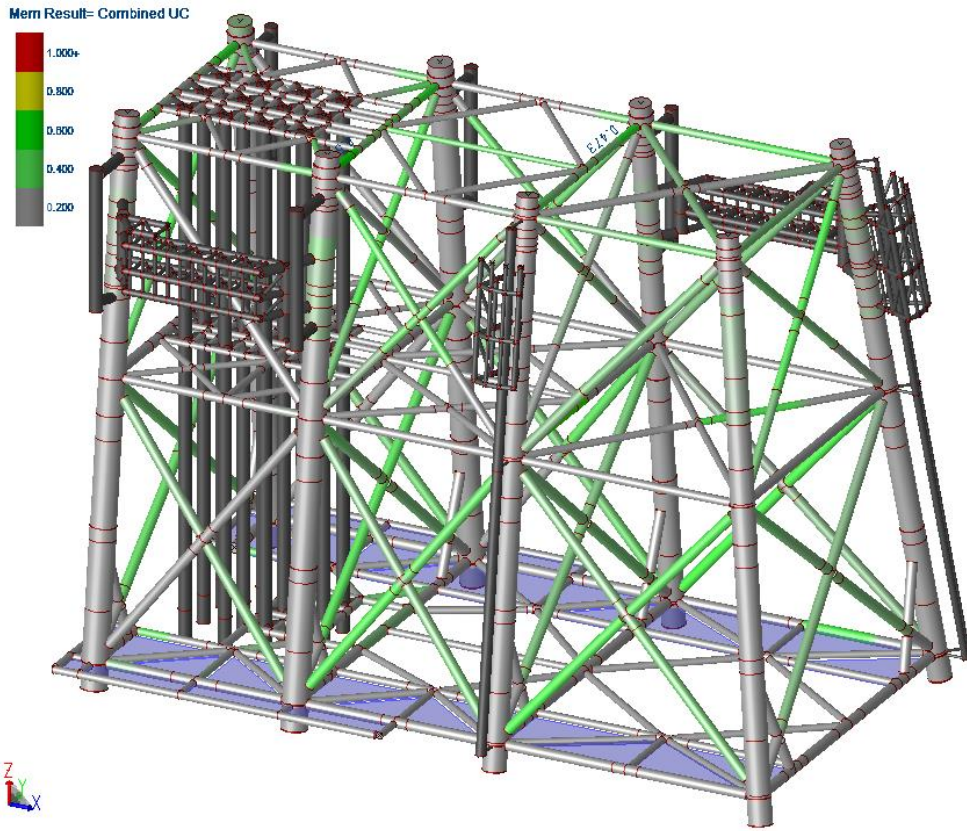


Figura 4.9 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales de la Subestructura.

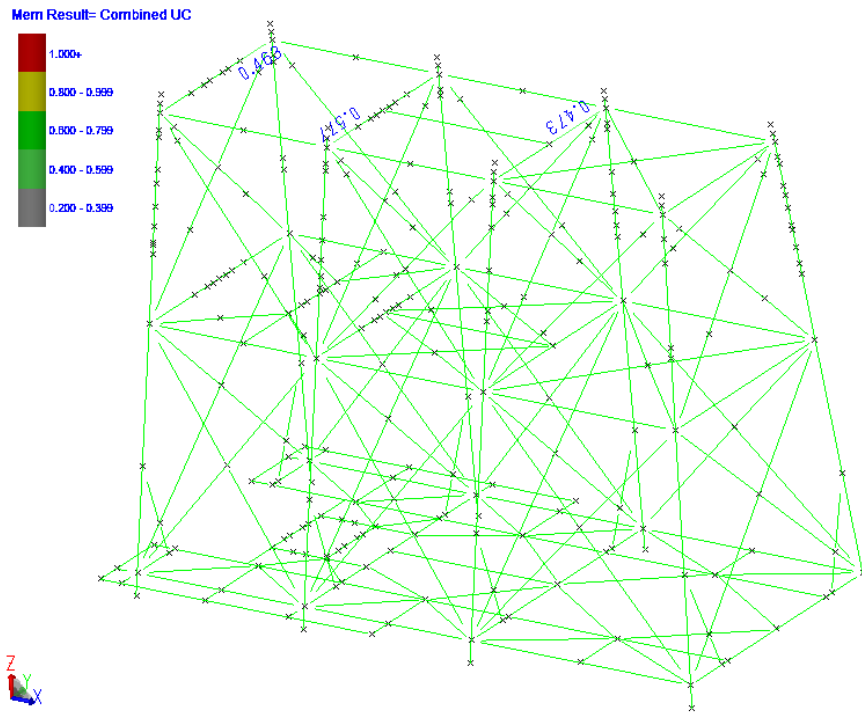


Figura 4.10 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales de la Subestructura, UC>0.45.

Esfuerzos máximos que se presentan en Pilotes Arriba del Lecho Marino para la plataforma Xanab-D.

RESUMEN DE GRUPOS DE MIEMBROS MÁS ESFORZADOS										
CODIGO DE REVISIÓN DE ELEMENTOS: WSD AISC 13th / API RP2A-WSD										
PILOTES										
GRUPO	MIEMBRO	CONDICIÓN DE CARGA	MÁXIMA RELACIÓN (UC)	CONDICIÓN DE CARGA	ESFUERZOS ACTUANTES			ESFUERZOS ADMISIBLES		
					AXIAL (Kg/mm2)	FLEXIÓN Y (Kg/mm2)	FLEXIÓN Z (Kg/mm2)	AXIAL (Kg/mm2)	FLEXIÓN Y (Kg/mm2)	FLEXIÓN Z (Kg/mm2)
PL1	008P-108P	S000	0.33	-5.2	-6.9	-4.2	4.00E+01	1.00E+04	4.00E+01	4.00E+01
PL2	108P-208P	S000	0.34	-5.3	-7.1	-4.3	30.5	101.2	44.8	44.8
PL3	208P-308P	S000	0.33	-6.4	1.8	1.2	23.6	164.7	32.3	32.3
PL4	308P-408L	S000	0.16	-5.1	-0.2	-0.8	4.00E+01	8.00E+04	4.00E+01	4.00E+01
PLA	001P-101P	S180	0.45	-7.7	0.5	-10.5	4.00E+01	2.00E+04	4.00E+01	4.00E+01
PLB	101P-201P	S180	0.47	-9.4	-0.3	2.4	23.6	162.2	32.3	32.3
PLC	201P-301P	S180	0.46	-9.4	-0.3	2.5	23.9	213.9	32.3	32.3
PLD	405L-505L	S090	0.26	-6.8	3	-0.7	4.00E+01	1.00E+05	4.00E+01	4.00E+01
PLE	003P-103P	S180	0.38	-4.8	-1.5	-10.7	4.00E+01	1.00E+04	4.00E+01	4.00E+01
PLF	103P-203P	S180	0.38	-4.8	-1.5	-11.1	35.9	102.5	44.8	44.8
PLG	203P-303P	S180	0.33	-5.7	0.3	3.2	23.6	167.3	32.3	32.3
PLH	307P-407L	S162	0.16	-4.8	-0.3	1.1	4.00E+01	8.00E+04	4.00E+01	4.00E+01

Así mismo como lo revisado en los miembros más esforzados en la subestructura y superestructura, los elementos pilotes que están sobre el lecho marino se les hace una revisión de que elemento está más esforzado, estas deben de cumplir que la máxima relación de esfuerzos debe ser inferior a 1.00 ( $UC < 1.00$ ).

De los resultados mostrados en la tabla tenemos el miembro más esforzado del tipo pilote sobre el lecho marino que pertenece al grupo PLB tiene una máxima relación de esfuerzos de 0.47 la cual es inferior a 1.00 que es el permisible. Se observa que la condición de carga más crítica que hace que el elemento presenten una condición de máximo esfuerzo es la combinación sísmica a 180°.

Se presentan a continuación las figuras correspondientes de los pilotes sobre el lecho marino que están presentando las mayores relaciones de esfuerzos de acuerdo a los resultados anteriores.

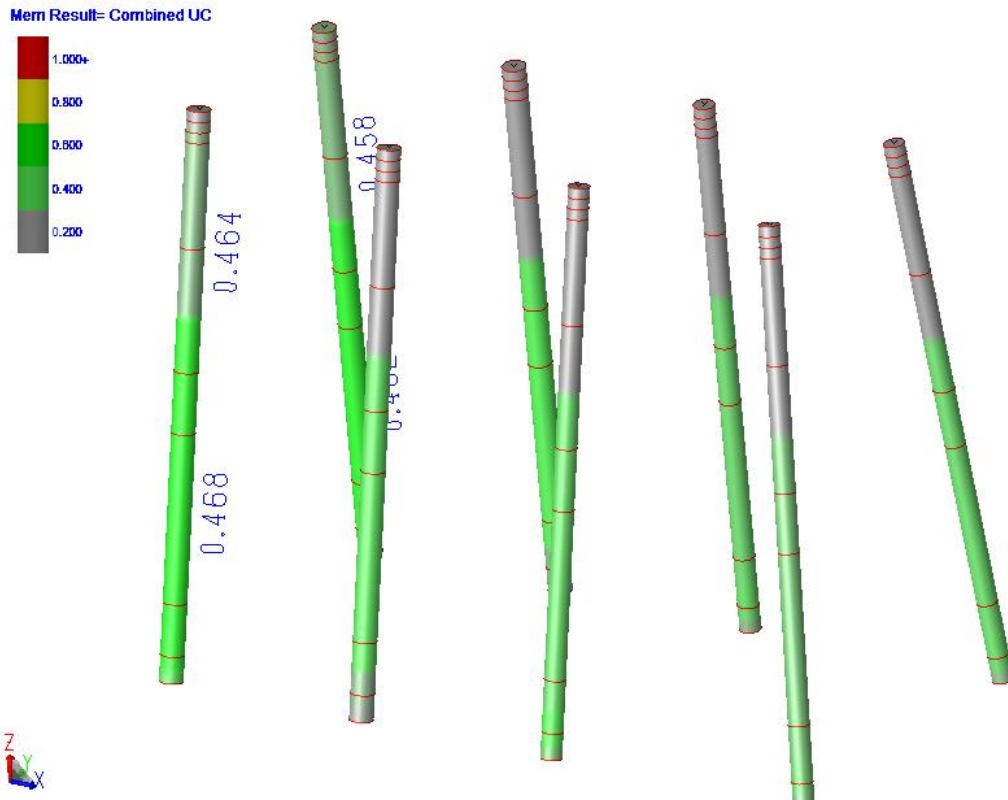


Figura 4.11 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales, Pilotes.

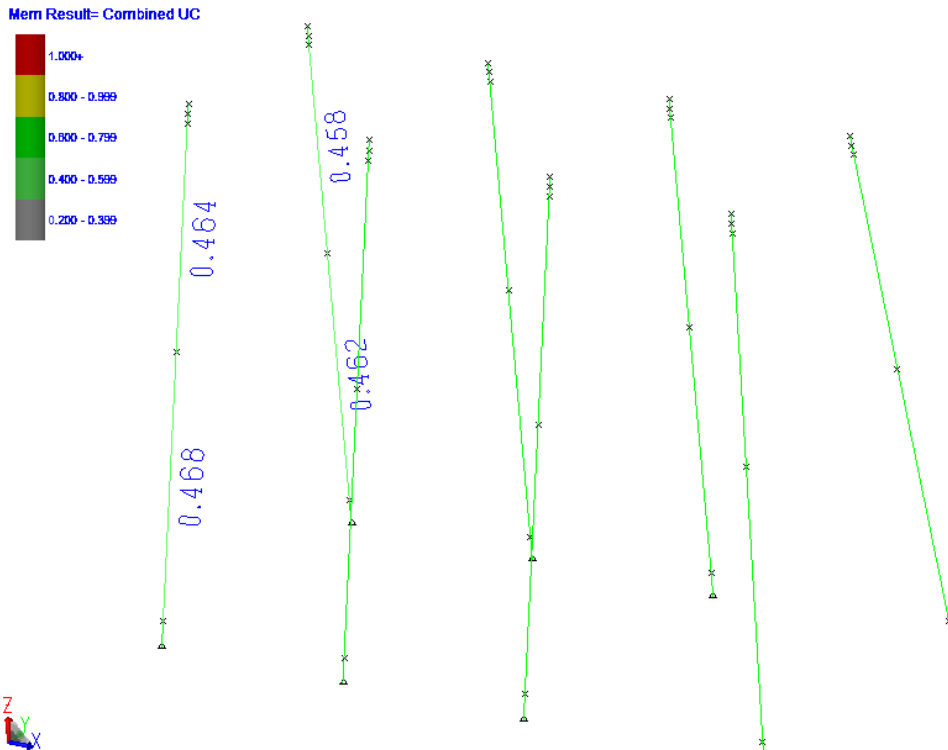


Figura 4.12 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Principales, Pilotes,  $UC > 0.45$ .



Esfuerzos máximos que se presentan en Pilotes Bajo el Lecho Marino para la plataforma Xanab-D.

RESUMEN DE GRUPOS DE PILOTES DEBAJO DEL LECHO MARINO							
GRUPO	PROFUNDIDAD QUE SE ENCUENTRA EL PILOTE	DEFLECCIONES			EJE DE LA POSICIÓN DEL PILOTE	CASO DE CARGA MÁS CRÍTICA	MÁXIMA RELACION DE ESFUERZOS (UC)
		LATERAL	AXIAL	ROTACIONAL			
	(m)	(cm)	(cm)	(rad)			
PL1	8.1	1.297	1.881	0.00419	EJE A-1	S180	0.443
PL1	9.2	0.908	1.843	0.00344	EJE A-1	S180	0.443
PL2	8.1	1.103	0.979	0.00417	EJE A-3	S180	0.372
PL3	8.1	0.706	1.106	0.0028	EJE B-4	S000	0.316

De los resultados mostrados en la tabla tenemos el miembro más esforzado del pilote debajo del lecho marino que pertenece al grupo PL1 tiene una máxima relación de esfuerzos de 0.443 la cual es inferior a 0.85 que es el permisible, la sección les pilote se encuentra a 8.1(m) y 9.2 (m) debajo del lecho marino. Se observa que la condición de carga más crítica que hace que el elemento presenten una condición de máximo esfuerzo es la combinación sísmica a 180°.

Se presentan a continuación las figuras correspondientes de los pilotes debajo del lecho marino que están presentando las mayores relaciones de esfuerzos de acuerdo a los resultados anteriores.

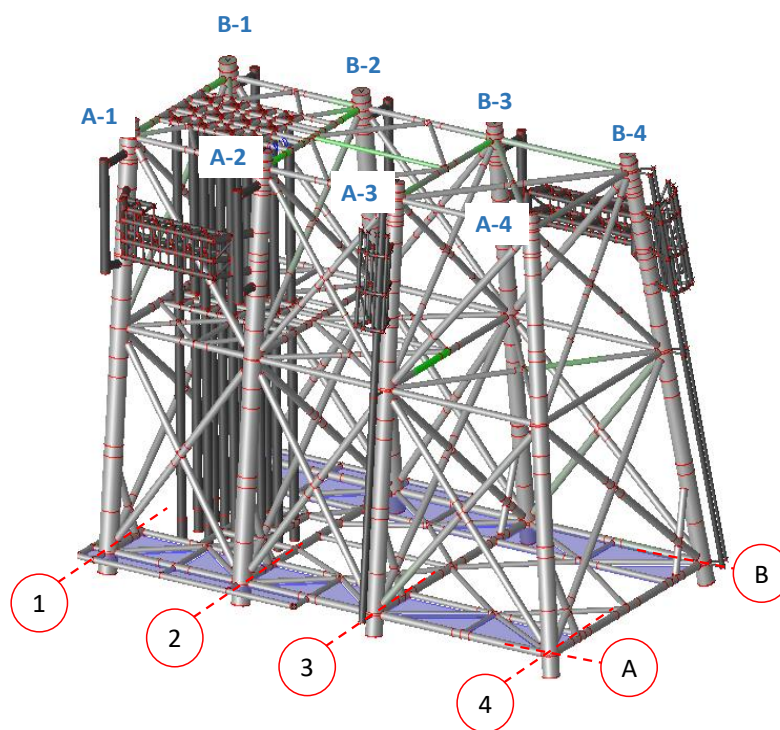


Figura 4.13 Ejes correspondientes a la posición de los pilotes.

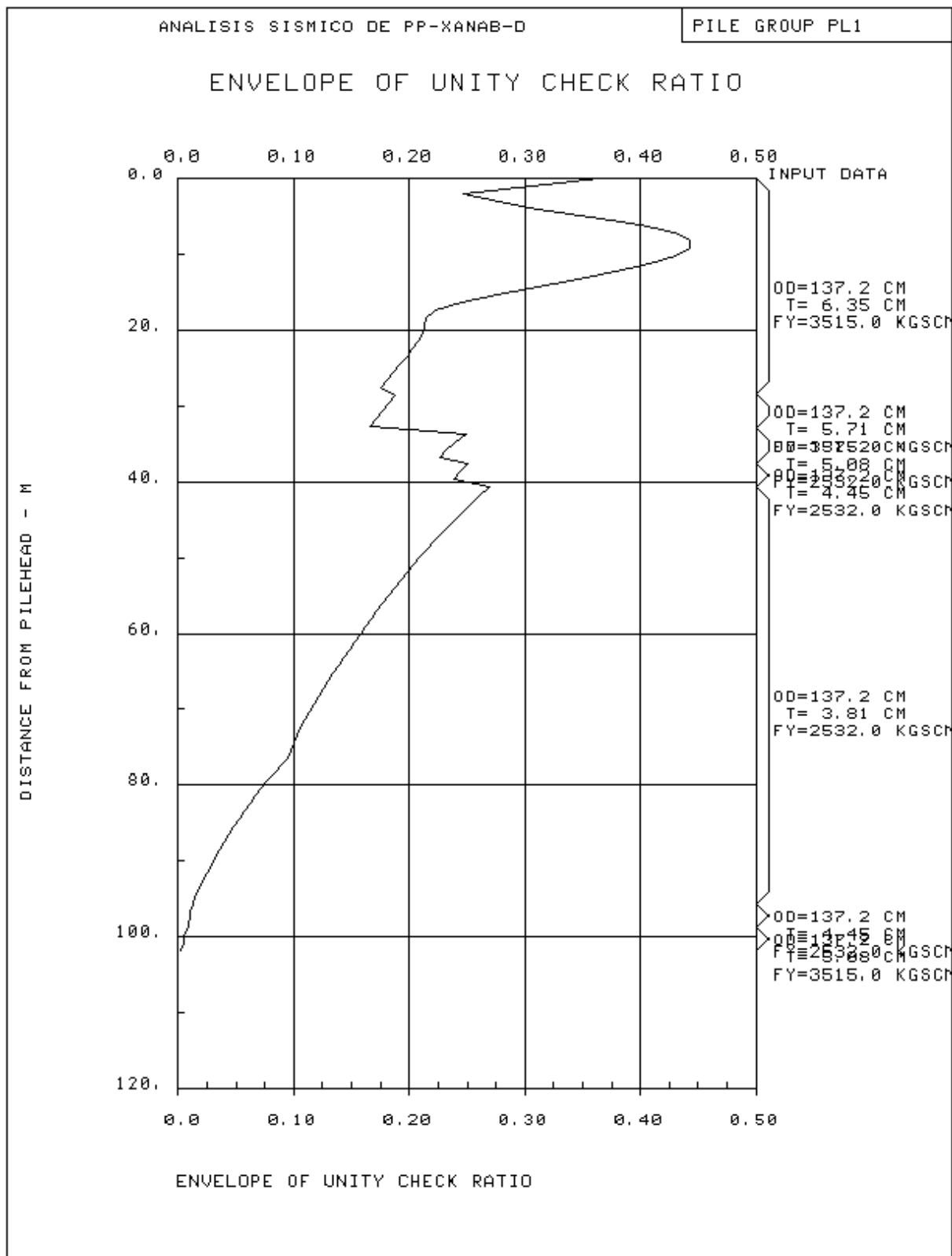


Figura 4.14 Grafica de Relaciones de Esfuerzos Máximos (UC) en Pilotes de 54" Ø, Grupo PL1.

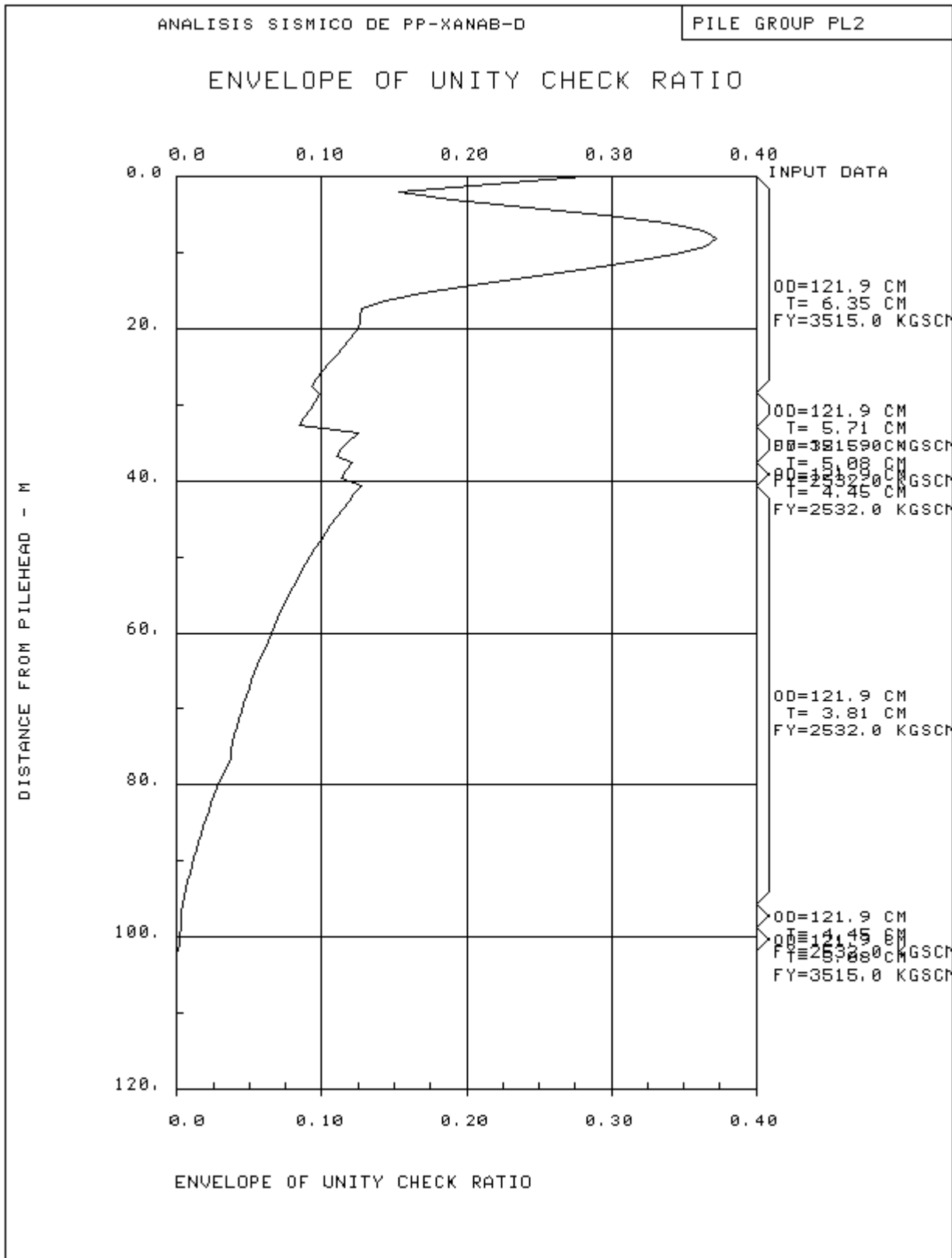


Figura 4.15 Grafica de Relaciones de Esfuerzos Máximos (UC) en Pilotes de 54" Ø, Grupo PL2.



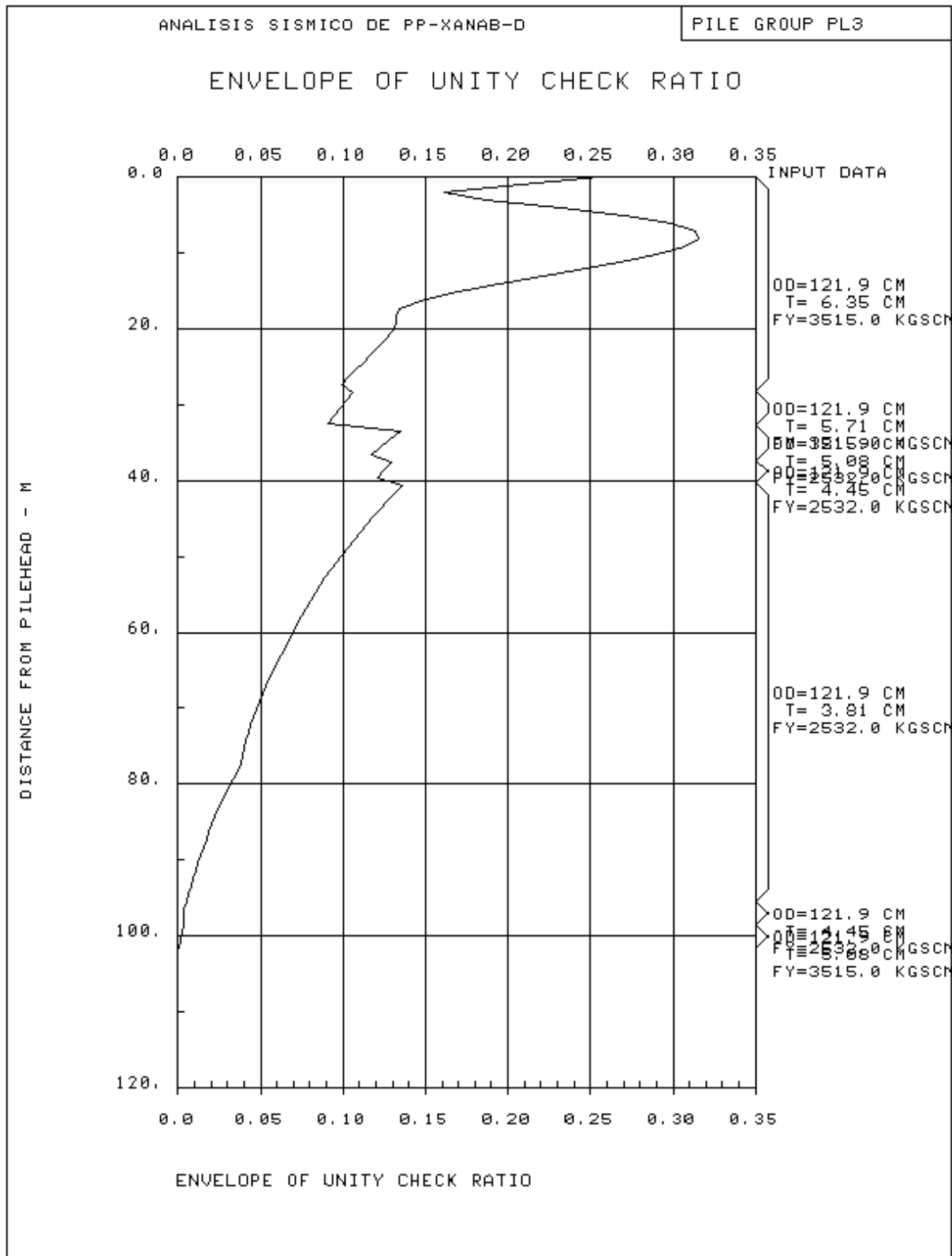


Figura 4.16 Grafica de Relaciones de Esfuerzos Máximos (UC) en Pilotes de 54" Ø, Grupo PL3.

#### IV.I.VII Revisión de elementos secundarios.

Se muestra a continuación un resumen de relaciones de esfuerzo que se presentan en elementos secundarios de la plataforma.

RESUMEN DE GRUPOS DE MIEMBROS MÁS ESFORZADOS										
CODIGO DE REVISIÓN DE ELEMENTOS: WSD AISC 13th / API RP2A-WSD										
SUBESTRUCTURA										
GRUPO	MIEMBRO	CONDICIÓN DE CARGA	MÁXIMA RELACIÓN (UC)	CONDICIÓN DE CARGA	ESFUERZOS ACTUANTES			ESFUERZOS ADMISIBLES		
					AXIAL (Kg/mm2)	FLEXIÓN Y (Kg/mm2)	FLEXIÓN Z (Kg/mm2)	AXIAL (Kg/mm2)	FLEXIÓN Y (Kg/mm2)	FLEXIÓN Z (Kg/mm2)
AHB	0022-302L	D180	0.48	-4.8	-7.4	-1.2	19.4	34.2	32.3	32.3
SUPERESTRUCTURA										
GRUPO	MIEMBRO	CONDICIÓN DE CARGA	MÁXIMA RELACIÓN (UC)	CONDICIÓN DE CARGA	ESFUERZOS ACTUANTES			ESFUERZOS ADMISIBLES		
					AXIAL (Kg/mm2)	FLEXIÓN Y (Kg/mm2)	FLEXIÓN Z (Kg/mm2)	AXIAL (Kg/mm2)	FLEXIÓN Y (Kg/mm2)	FLEXIÓN Z (Kg/mm2)
T1A	2887-1B28	D180	0.53	1.8	-9.8	-7.4	25.8	212.8	31.4	41.2

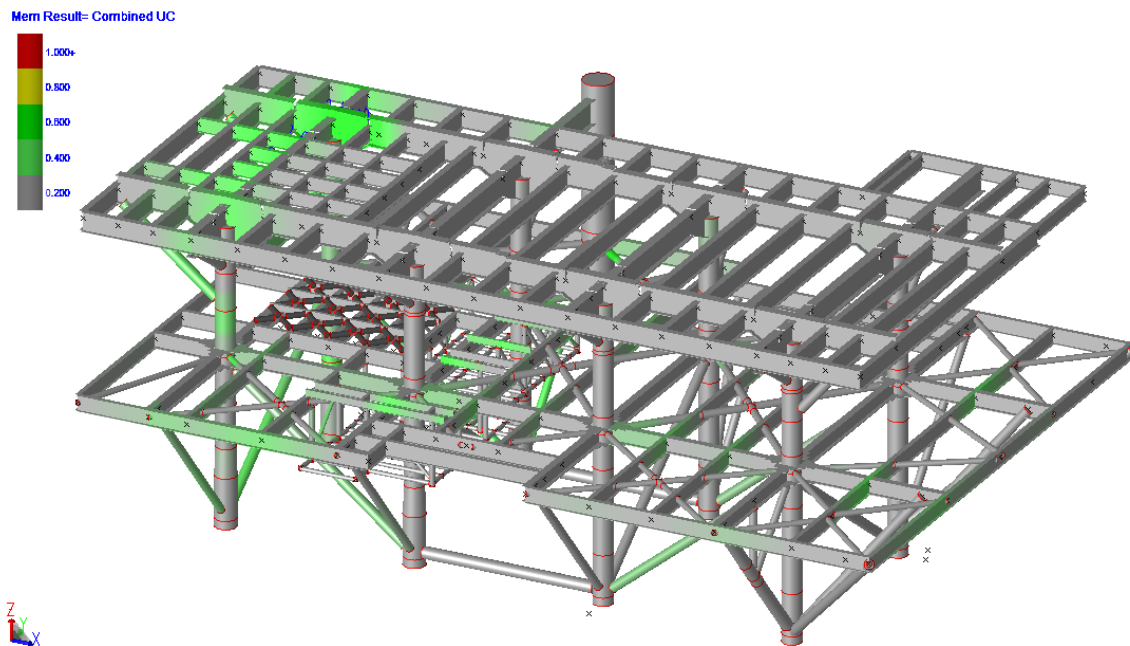


Figura 4.17 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Superestructura.

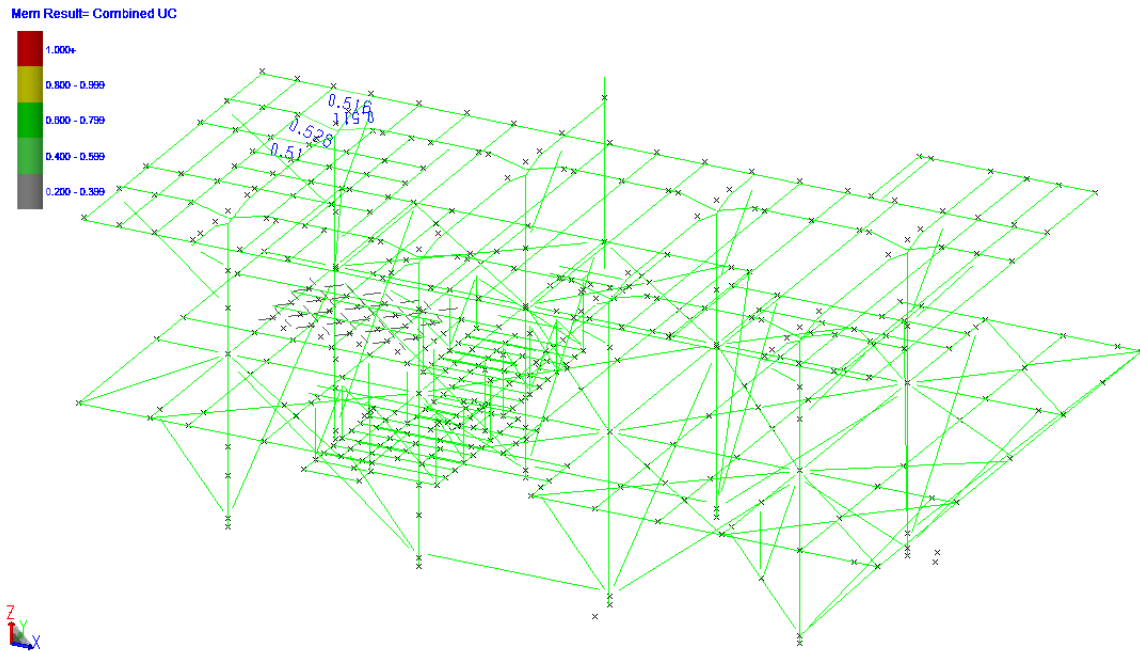


Figura 4.18 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Superestructura,  $UC > 0.50$ .

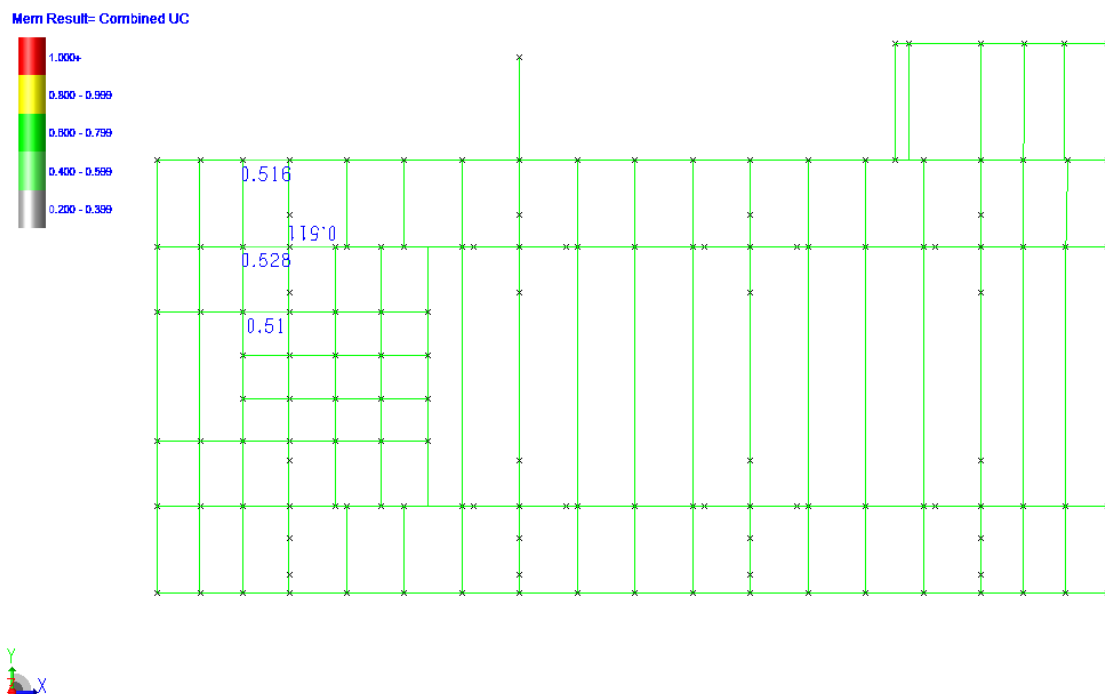


Figura 4.19 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Superestructura, Cubierta Superior Elevación (+) 27.939 m,  $UC > 0.50$ .

Mem Result= Combined UC

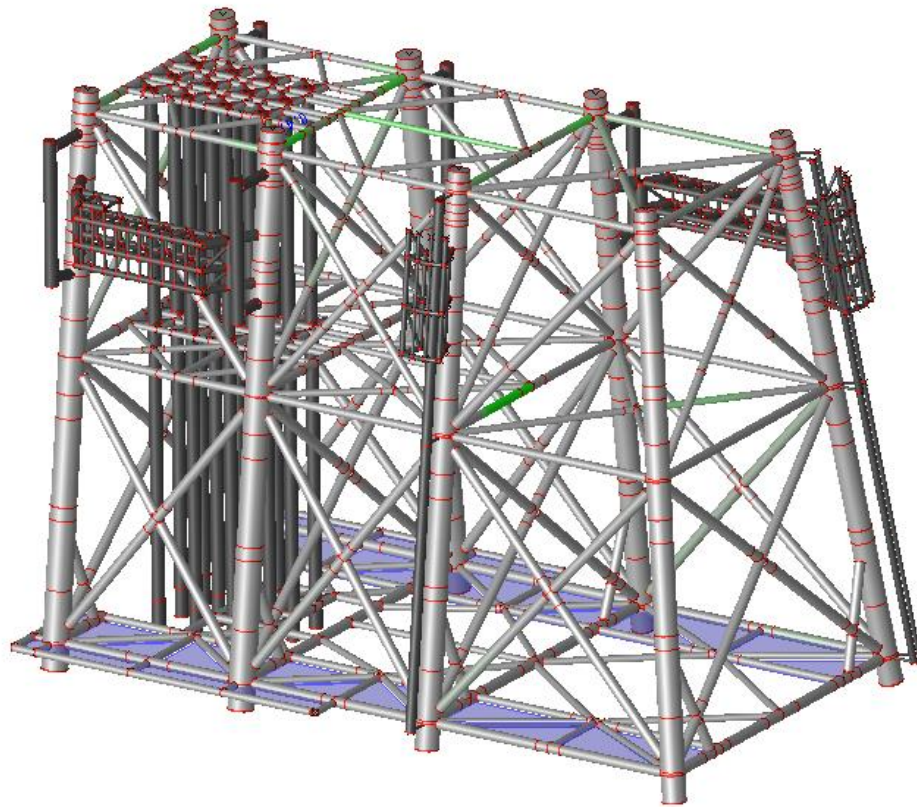
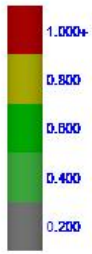


Figura 4.20 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Subestructura, UC>0.45.

Mem Result= Combined UC

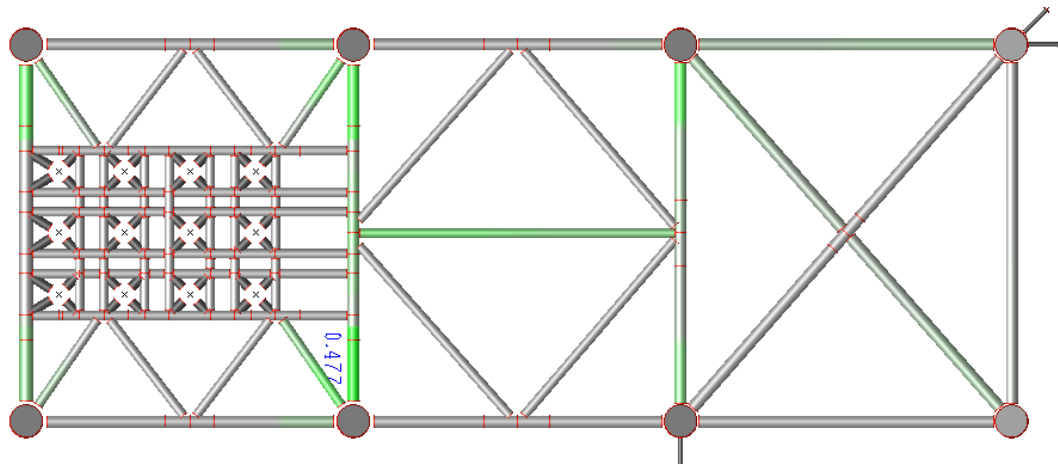
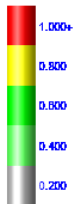


Figura 4.21 Relación de Esfuerzos (UC) en Miembros Secundarios de la Subestructura, Cubierta Superior Elevación (+) 6.096 m, UC>0.50.

#### IV.I.VIII Revisión de juntas.

En esta sección se ha realizado la revisión de las juntas tubulares de la plataforma XANAB-D considerando la combinación de fuerzas estáticas con las fuerzas sísmicas siguiendo las recomendaciones del API-RP-2A (WSD) 21A<sup>15</sup> edición. La revisión de las juntas de la plataforma se realizó con el programa SACS por medio del módulo Joint Can. El modulo Join Can lo que hace es reportar si los esfuerzos axiales y flexionantes generadas por las cargas gravitacionales, ambientales y accidentales que actúan en la conexión tubular no exceda los esfuerzos permisibles de la junta tubular, es decir que la UC no debe ser mayor a 1.0 ( $UC < 1.0$ ).

En esta sección solo se incluyen las juntas tubulares con mayor relación de esfuerzos (U.C.). Las juntas se revisaron al doble de la carga sísmica.

JUNTA TUBULAR	DIÁMETRO	ESPEJOR	Fy	(UC)
	(cm)	(cm)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
0472	21.902	1.270	2532.000	0.667
1997	45.720	1.270	2532.000	0.590
1B03	121.920	5.715	3515.000	0.542

Como se observa en la tabla, la junta tubular 0472 reporta que tiene una relación de esfuerzos inferiores a 1, esta junta tubular se encuentra en la conexión del subnivel de la superestructura con la cubierta inferior de la misma.



Figura 4.22. Ubicación de la junta tubular más esforzada.

<sup>15</sup> API, American Petroleum Institute (2000), Earthquake, Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design, p.32.

## IV.II RESULTADOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO POR DUCTILIDAD.

La entrada de datos, para poder inducir al análisis las fuerzas sísmicas, se presenta en el archivo de entrada para el análisis incremental de cargas (Colapso), mediante este archivo se ha realizado el incremento gradual de cargas hasta alcanzar el mecanismo de colapso de la plataforma de perforación XANAB-D. Se emplea un archivo para cada dirección de análisis a continuación se muestra para la dirección X (0°), así mismo, para cada una de las direcciones va variando el archivo en los grados y el caso en que se presenta, es decir, sismo en dirección 0° le corresponde el caso de carga en la secuencia de carga número 1, lo anterior se ejemplifica en la siguiente tabla.

*Tabla 4.1 Secuencias de Carga.*

LDSEQ (SECUENCIA DE CARGA)	DIRECCIÓN (°)
1	0°
2	18°
3	36°
4	54°
5	72°
6	90°
7	108°
8	126°
9	144°
10	162°
11	180°
12	198°
13	216°
14	234°
15	252°
16	270°
17	288°
18	306°
19	324°
20	342°

Se presenta un archivo de control con los parámetros necesarios para el análisis de colapso. Este archivo de control es usado para el análisis en SACS®.

```

•      CLPOPT      10  8  10      NSCN      JFPPJS      SF      0.050.001 0.01800.00.001
•      CLPRPT P1R0M0MPSPJ1SMMS F1
•      LDSEQ SD01      GRAV  10      1.00000 200      10.0
•      GRPELA      MUÑ DEF 14A 8A  6A  AT1 VER FIC W.B WB  W18 16A 18H 24Z
•      GRPELA      18A CON CM1 CM2 CM3 18Q 18G 24T 12A
•      END

```

#### IV.II.I Plastificación de elementos.

El análisis para cada dirección se realizó de la siguiente forma:

Se aplica la carga gravitacional en incrementos de 10% hasta alcanzar el 100% de la carga gravitacional.

Se aplica la carga sísmica en incrementos del 10% hasta alcanzar el 100% de la carga sísmica.

Alcanzado el 100% de carga sísmica se continúa aplicando la carga sísmica en incrementos del 5% hasta alcanzar el mecanismo de colapso de la estructura.

A continuación, se describe de manera detallada la aplicación de las cargas al modelo estructural para obtener el mecanismo de colapso de la estructura.

La primera combinación de carga corresponde a la carga gravitacional (GRAV), esta carga se ha aplicado hasta alcanzar el 100% del valor total con incrementos de 10%. La segunda combinación de carga correspondiente a la carga sísmica (S000, S018, S036, S054, S072, S090, S108, S126, S144, S162, S180, S198, S216, S234, S252, S270, S288, S306, S324 y S342), esta carga se ha aplicado a la estructura en incrementos de 5% con respecto al valor total del cortante basal último; es decir, la aplicación del 100% de la carga basal, y hasta el momento en que se presenta el colapso de la estructura.

Cabe mencionar que se ha sobrepasado el 100% de la carga sísmica de referencia para producir el colapso de la estructura y de esta forma se ha obtenido el cortante último para poder determinar al factor de reserva de resistencia (RSR)

De acuerdo a la especificación técnica P.2.0130.01:2015 sección 8.4.2<sup>16</sup> el factor de reserva de resistencia (RSR) para el análisis sísmico a nivel de ductilidad, se define de la siguiente manera:

$$RSR = \frac{V_{\text{último}}}{V_{\text{ref}}}$$

Dónde:

$RSR$  = Factor de reserva de resistencia.

$V_{\text{último}}$  = Cortante basal último asociado a la carga en que se presenta el mecanismo de colapso de la estructura.

$V_{\text{ref}}$  = Cortante basal de referencia asociado a la carga correspondiente de la aplicación del espectro sísmico al 100%.

---

<sup>16</sup> PEMEX. Análisis a nivel de ductilidad. P.2.0130.01 Diseño y evaluación de plataformas fijas en el Golfo de México, 2da ed. México, s. e., 2015, p.18.



El factor de reserva de resistencia (RSR) debe cumplir con lo que está indicado en la “Figura 4.22 Factor de reserva de resistencia (RSR) mínimo requerido para análisis a nivel de ductilidad (diseño)”, de la especificación técnica P.2.0130.01:2015.

Región	Categoría de exposición	RSR Diseño
Sonda de Campeche	Muy Alta	1.6
Región Norte	Alta	2.1

*Figura 4.23 Factores de reserva de resistencia (RSR) mínimo requerido para el análisis a nivel de ductilidad (diseño).*

Los resultados que a continuación se muestran fueron obtenidos a partir del análisis sísmico a nivel de ductilidad correspondiente a la plataforma XANAB-D. Cabe mencionar que se ha realizado el análisis de colapso para 20 direcciones de incidencia de fuerzas sísmicas. En la siguiente tabla se muestra un resumen con el cálculo de los Factores de Reserva de Resistencia (RSR) en las 20 direcciones analizadas.

*Tabla 4.2 Factores de Reserva de Resistencia.*

FACTOR DE RESERVA DE RESISTENCIA(RSR) ANÁLISIS SÍSMICO A NIVEL DUCTILIDAD "P.P. XANAB-D".						
DIRECCIÓN		CORTANTE BASAL DE REFERENCIA (kg)	CORTANTE BASAL ÚLTIMO DE COLAPSO (kg).	RSR (OBTENIDO)	RSR(MIN-NRF)	ESTATUS
Sentido (X)	0°	777389.75	4897555.425	6.3	1.6	Aceptable
Sentido (X Y)	18°	769990.812	6198426.037	8.05	1.6	Aceptable
Sentido (X Y)	36°	686194.062	6415914.48	9.35	1.6	Aceptable
Sentido (X Y)	54°	642272.812	6422728.12	10	1.6	Aceptable
Sentido (X Y)	72°	647426.25	6150549.375	9.5	1.6	Aceptable
Sentido (Y)	90°	639833.938	2847261.024	4.45	1.6	Aceptable
Sentido (-X Y)	108°	628519.875	2765487.45	4.4	1.6	Aceptable
Sentido (-X Y)	126°	671618.5	6346794.825	9.45	1.6	Aceptable
Sentido (-X Y)	144°	723366.25	6401791.313	8.85	1.6	Aceptable
Sentido (-X Y)	162°	831035.062	6066555.953	7.3	1.6	Aceptable
Sentido (-X)	180°	777389.75	4819816.45	6.2	1.6	Aceptable
Sentido (-X -Y)	198°	769991	3195462.65	4.15	1.6	Aceptable
Sentido (-X -Y)	216°	686194.062	3945615.857	5.75	1.6	Aceptable
Sentido (-X -Y)	234°	642272.812	3949977.794	6.15	1.6	Aceptable
Sentido (-X -Y)	252°	647426.25	6474262.5	10	1.6	Aceptable
Sentido (-Y)	270°	639834	6398340	10	1.6	Aceptable
Sentido (X -Y)	288°	628519.875	6285198.75	10	1.6	Aceptable
Sentido (X -Y)	306°	671618.438	6716184.38	10	1.6	Aceptable
Sentido (X -Y)	324°	723366.062	6691136.074	9.25	1.6	Aceptable
Sentido (X -Y)	342°	831035.062	6689832.249	8.05	1.6	Aceptable

En el análisis sísmico a nivel de ductilidad se ha realizado para 20 direcciones de incidencia de fuerzas sísmicas ( 0°, 18°, 36°, 54°, 72°, 90°, 108°, 129°, 144°, 162°, 180°, 198°, 216°, 234°, 252°, 270°, 288°, 306°, 324° y 342°). Siendo la dirección 198° la más crítica, por consiguiente, se muestran resultados detallados de esta dirección, no se considera necesario incluir a detalle todas las direcciones, debido a que el proceso es repetitivo.



#### IV.II.II Identificación de colapso de la estructura.

A continuación, se presenta el reporte de la secuencia de incremento de carga. El incremento de carga muestra hasta qué punto la estructura es capaz de soportar con cierto grado de daños sin que se presente el mecanismo de colapso estructural para la dirección 198°.

ANÁLISIS NO LINEAL DE COLAPSO						ANÁLISIS NO LINEAL DE COLAPSO					
SECUENCIA DE INCREMENTOS	CASO DE CARGA	FACTOR DE CARGA	Δ MÁXIMA	NODO	DIRECCION	SECUENCIA DE INCREMENTOS	CASO DE CARGA	FACTOR DE CARGA	Δ MÁXIMA	NODO	DIRECCION
1	GRAV	0.10	-0.549	2885	DZ	50	D198	2.00	-12.989	2885	DX
1	GRAV	0.10	-0.549	2885	DZ	51	D198	2.05	-13.261	2885	DX
2	GRAV	0.20	-1.052	2885	DZ	52	D198	2.10	-13.535	2885	DX
3	GRAV	0.30	-1.555	2885	DZ	53	D198	2.15	-13.812	2885	DX
4	GRAV	0.40	-2.062	2885	DZ	54	D198	2.20	-14.091	2885	DX
5	GRAV	0.50	-2.572	2885	DZ	55	D198	2.25	-14.372	2885	DX
6	GRAV	0.60	-3.086	2885	DZ	56	D198	2.30	-14.655	2885	DX
7	GRAV	0.70	-3.602	2885	DZ	57	D198	2.35	-14.947	2941	DX
8	GRAV	0.80	-4.121	2885	DZ	58	D198	2.40	-15.244	2941	DX
9	GRAV	0.90	-4.642	2885	DZ	59	D198	2.45	-15.543	2941	DX
10	GRAV	1.00	-5.166	2885	DZ	60	D198	2.50	-15.843	2941	DX
11	D198	0.05	-5.229	2885	DZ	61	D198	2.55	-16.143	2941	DX
12	D198	0.10	-5.291	2885	DZ	62	D198	2.60	-16.446	2941	DX
13	D198	0.15	-5.355	2915	DZ	62	D198	2.60	-16.449	2941	DX
14	D198	0.20	-5.419	2915	DZ	63	D198	2.65	-16.752	2941	DX
15	D198	0.25	-5.484	2915	DZ	63	D198	2.65	-16.755	2941	DX
16	D198	0.30	-5.548	2915	DZ	64	D198	2.70	-17.06	2941	DX
17	D198	0.35	-5.613	2915	DZ	64	D198	2.70	-17.064	2941	DX
18	D198	0.40	-5.677	2915	DZ	65	D198	2.75	-17.37	2941	DX
19	D198	0.45	-5.742	2915	DZ	65	D198	2.75	-17.374	2941	DX
20	D198	0.50	-5.807	2915	DZ	65	D198	2.75	-17.375	2941	DX
21	D198	0.55	-5.872	2915	DZ	66	D198	2.80	-17.685	2941	DX
22	D198	0.60	-6.036	2885	DX	66	D198	2.80	-17.688	2941	DX
23	D198	0.65	-6.261	2885	DX	66	D198	2.80	-17.689	2941	DX
24	D198	0.70	-6.488	2885	DX	66	D198	2.80	-17.689	2941	DX
25	D198	0.75	-6.716	2885	DX	66	D198	2.80	-17.69	2941	DX
26	D198	0.80	-6.947	2885	DX	66	D198	2.80	-17.69	2941	DX
27	D198	0.85	-7.179	2885	DX	66	D198	2.80	-17.69	2941	DX
28	D198	0.90	-7.412	2885	DX	66	D198	2.80	-17.69	2941	DX
29	D198	0.95	-7.647	2885	DX	66	D198	2.80	-17.69	2941	DX
30	D198	1.00	-7.883	2885	DX	67	D198	2.85	-18.001	2941	DX
31	D198	1.05	-8.122	2885	DX	67	D198	2.85	-18.004	2941	DX
32	D198	1.10	-8.362	2885	DX	67	D198	2.85	-18.004	2941	DX
33	D198	1.15	-8.604	2885	DX	67	D198	2.85	-18.004	2941	DX
34	D198	1.20	-8.848	2885	DX	67	D198	2.85	-18.004	2941	DX
35	D198	1.25	-9.095	2885	DX	67	D198	2.85	-18.004	2941	DX
36	D198	1.30	-9.343	2885	DX	67	D198	2.85	-18.004	2941	DX
37	D198	1.35	-9.592	2885	DX	67	D198	2.85	-18.004	2941	DX
38	D198	1.40	-9.843	2885	DX	67	D198	2.85	-18.004	2941	DX
39	D198	1.45	-10.095	2885	DX	68	D198	2.90	-18.316	2941	DX
40	D198	1.50	-10.349	2885	DX	68	D198	2.90	-18.319	2941	DX
41	D198	1.55	-10.606	2885	DX	68	D198	2.90	-18.319	2941	DX
42	D198	1.60	-10.864	2885	DX	68	D198	2.90	-18.32	2941	DX
43	D198	1.65	-11.124	2885	DX	68	D198	2.90	-18.321	2941	DX
44	D198	1.70	-11.386	2885	DX	68	D198	2.90	-18.372	104	DX
45	D198	1.75	-11.65	2885	DX	68	D198	2.90	-18.615	104	DX
46	D198	1.80	-11.915	2885	DX	68	D198	2.90	-18.781	104	DX
47	D198	1.85	-12.182	2885	DX	68	D198	2.90	-18.865	104	DX
48	D198	1.90	-12.449	2885	DX	69	D198	2.95	-19.428	104	DX
49	D198	1.95	-12.718	2885	DX	69	D198	2.95	-19.62	104	DX

ANÁLISIS NO LINEAL DE COLAPSO						ANÁLISIS NO LINEAL DE COLAPSO					
SECUENCIA DE INCREMENTOS	CASO DE CARGA	FACTOR DE CARGA	Δ MÁXIMA	NODO	DIRECCION	SECUENCIA DE INCREMENTOS	CASO DE CARGA	FACTOR DE CARGA	Δ MÁXIMA	NODO	DIRECCION
69	D198	2.95	-19.733	104	DX	87	D198	3.85	-26.493	104	DX
69	D198	2.95	-19.841	104	DX	87	D198	3.85	-26.566	104	DX
69	D198	2.95	-19.964	104	DX	87	D198	3.85	-26.548	104	DX
69	D198	2.95	-20.094	104	DX	88	D198	3.90	-26.832	104	DX
69	D198	2.95	-20.161	104	DX	88	D198	3.90	-26.854	104	DX
69	D198	2.95	-20.219	104	DX	88	D198	3.90	-26.865	104	DX
69	D198	2.95	-20.277	104	DX	88	D198	3.90	-26.875	104	DX
70	D198	3.00	-20.421	104	DX	88	D198	3.90	-26.884	104	DX
70	D198	3.00	-20.533	104	DX	88	D198	3.90	-26.894	104	DX
70	D198	3.00	-20.556	104	DX	88	D198	3.90	-26.903	104	DX
70	D198	3.00	-20.59	104	DX	88	D198	3.90	-26.913	104	DX
70	D198	3.00	-20.63	104	DX	88	D198	3.90	-26.921	104	DX
70	D198	3.00	-20.665	104	DX	89	D198	3.95	-27.189	104	DX
70	D198	3.00	-20.696	104	DX	89	D198	3.95	-27.198	104	DX
70	D198	3.00	-20.723	104	DX	89	D198	3.95	-27.204	104	DX
70	D198	3.00	-20.755	104	DX	89	D198	3.95	-27.211	104	DX
71	D198	3.05	-20.959	104	DX	89	D198	3.95	-27.218	104	DX
72	D198	3.10	-21.241	104	DX	89	D198	3.95	-27.225	104	DX
72	D198	3.10	-21.287	104	DX	89	D198	3.95	-27.231	104	DX
72	D198	3.10	-21.316	104	DX	89	D198	3.95	-27.237	104	DX
72	D198	3.10	-21.343	104	DX	89	D198	3.95	-27.243	104	DX
72	D198	3.10	-21.358	104	DX	90	D198	4.00	-27.516	104	DX
73	D198	3.15	-21.694	104	DX	90	D198	4.00	-27.513	104	DX
73	D198	3.15	-21.764	104	DX	90	D198	4.00	-27.52	104	DX
73	D198	3.15	-21.774	104	DX	90	D198	4.00	-27.524	104	DX
74	D198	3.20	-22.091	104	DX	90	D198	4.00	-27.528	104	DX
74	D198	3.20	-22.127	104	DX	90	D198	4.00	-27.531	104	DX
75	D198	3.25	-22.443	104	DX	90	D198	4.00	-27.594	2911	DX
75	D198	3.25	-22.477	104	DX	90	D198	4.00	-27.823	2911	DX
76	D198	3.30	-22.81	104	DX	90	D198	4.00	-28.076	2911	DX
76	D198	3.30	-22.839	104	DX	91	D198	4.05	-28.981	2911	DX
77	D198	3.35	-23.172	104	DX	91	D198	4.05	-29.672	2911	DX
77	D198	3.35	-23.199	104	DX	91	D198	4.05	-30.105	2911	DX
78	D198	3.40	-23.526	104	DX	91	D198	4.05	-30.644	2911	DX
78	D198	3.40	-23.551	104	DX	91	D198	4.05	-31.205	2911	DX
78	D198	3.40	-23.583	104	DX	91	D198	4.05	-31.845	2911	DX
79	D198	3.45	-23.894	104	DX	91	D198	4.05	-32.566	2911	DX
79	D198	3.45	-23.918	104	DX	91	D198	4.05	-33.374	2911	DX
80	D198	3.50	-24.235	104	DX	91	D198	4.05	-34.253	2911	DX
80	D198	3.50	-24.258	104	DX	92	D198	4.10	-36.583	2911	DX
81	D198	3.55	-24.572	104	DX	92	D198	4.10	-39.034	2911	DX
81	D198	3.55	-24.596	104	DX	92	D198	4.10	-40.493	2911	DX
82	D198	3.60	-24.902	104	DX	92	D198	4.10	-43.628	2915	DZ
82	D198	3.60	-24.932	104	DX	92	D198	4.10	-47.525	2915	DZ
83	D198	3.65	-25.228	104	DX	92	D198	4.10	-51.615	2915	DZ
83	D198	3.65	-25.257	104	DX	92	D198	4.10	-56.959	2915	DZ
83	D198	3.65	-25.279	104	DX	92	D198	4.10	-81.862	2915	DZ
84	D198	3.70	-25.562	104	DX	92	D198	4.10	-60.3	2915	DZ
85	D198	3.75	-25.888	104	DX	*** WARNING - JOINT FAILURE OCCURRED AT JOINT 1997 FOR BRACE MEMBER 0237-1997 AT LOAD STEP 93					
85	D198	3.75	-25.889	104	DX	93	D198	4.15	-88.772	2915	DZ
86	D198	3.80	-26.216	104	DX	93	D198	4.15	-76.664	1B28	DX
86	D198	3.80	-26.197	104	DX	93	D198	4.15	-119.342	1B28	DX
87	D198	3.85	-26.522	104	DX	93	D198	4.15	287.92	237	DZ

De esta secuencia de incremento de cargas mostrada anteriormente se puede observar el valor obtenido del factor de cargas asociado al cortante último en la dirección de 198° es de 4.15 así como la secuencia de carga última de colapso, esta secuencia de carga es la 93. Seguido de esto, se anexa el comportamiento de los miembros de la subestructura y superestructura.

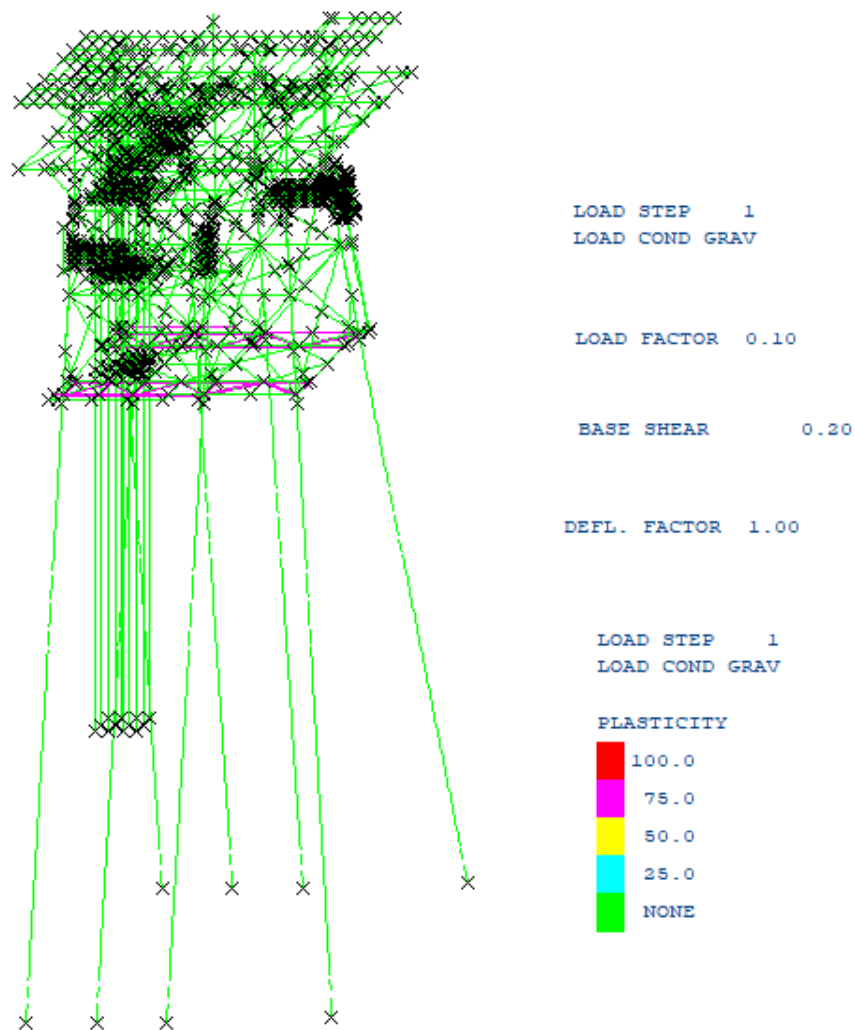
Se muestra los elementos que alcanzaron una plastificación del 100%, así como fuerzas a la que el miembro fue sometida.

REPORTE DE ELEMNTOS PLASTIFICADOS								
CONDICIÓN DE CARGA	INCREMENTO DE CARGA	FACTOR DE CARGA	MIEMBRO	ESFUERZOS EN EL MIEMBRO				
				AXIAL	FECCIÓN Y-Y	FECCIÓN Z-Z	CORTANTE X-Z	CORTANTE Y-Z
D198	62	2.6	2889-1B28	138.48	-2763.3	46.72	3.83	-798.48
D198	63	2.65	2889-1B28	138.83	-2770.27	47.94	3.56	-792.1
D198	64	2.7	2889-1B28	139.25	-2776.04	49.04	3.28	-785.97
D198	65	2.75	2889-1B28	140.26	-2781.03	50.14	2.96	-779.36
D198	66	2.8	2889-1B28	142.09	-2785.89	51.27	2.57	-771.87
D198	67	2.85	2889-1B28	144.11	-2791.12	52.36	2.21	-764.49
D198	68	2.9	2889-1B28	146.11	-2796.47	53.39	1.84	-757.25
D198	69	2.95	103L-0103	164.55	274.46	-3144.03	91.47	5.15
D198	69	2.95	2889-1B28	148.26	-2801.9	54.54	1.51	-750.34
D198	70	3	103L-0103	120.71	283.2	-3137.34	98.42	-12.27
D198	70	3	2889-1B28	150.53	-2807.49	55.71	1.23	-744.34
D198	71	3.05	103L-0103	114.87	279.7	-3119.92	116.75	-14.21
D198	71	3.05	2889-1B28	152.18	-2812.72	56.72	1.04	-740.02
D198	72	3.1	103L-0103	109.5	294.11	-3115.77	121.84	-19.04
D198	72	3.1	2889-1B28	153.73	-2816.98	57.97	0.82	-735.27
D198	73	3.15	103L-0103	105.61	301.96	-3109.45	127.55	-21.33
D198	73	3.15	2889-1B28	155.2	-2820.95	59.17	0.59	-730.81
D198	74	3.2	103L-0103	104.28	306	-3104.4	131.93	-21.65
D198	74	3.2	2889-1B28	147.27	-2563.64	35.85	9.37	-925.72
D198	75	3.25	103L-0103	105.48	315.77	-3104.22	131.11	-22.02
D198	75	3.25	2889-1B28	147.39	-2566.01	36.71	9.26	-921.85
D198	76	3.3	103L-0103	108.62	322.5	-3104.72	129.47	-22.04
D198	76	3.3	2889-1B28	147.81	-2568.61	37.61	9.1	-917.44
D198	77	3.35	103L-0103	112.35	328.69	-3107.25	125.66	-22.05
D198	77	3.35	2889-1B28	157.32	-2477.74	26.06	11.37	-978.18
D198	78	3.4	103L-0103	116.93	338.67	-3107.56	124.29	-20.71
D198	78	3.4	2889-1B28	159.5	-2481.13	27.12	11.06	-970.56
D198	79	3.45	103L-0103	119.8	346.49	-3108.06	122.83	-19.58
D198	79	3.45	2889-1B28	174.63	-2376.28	14.95	13.22	-1038.35
D198	80	3.5	103L-0103	120.78	349.89	-3107.15	122.8	-18.69
D198	80	3.5	2889-1B28	176.07	-2378.68	15.73	12.98	-1031.98
D198	81	3.55	103L-0103	120.81	351.48	-3106.34	122.62	-17.93
D198	81	3.55	2889-1B28	177.54	-2380.75	16.54	12.66	-1024.77
D198	82	3.6	103L-0103	120.45	352.75	-3106.32	121.66	-17.31
D198	82	3.6	2889-1B28	179.11	-2382.06	17.48	12.22	-1016.7
D198	83	3.65	103L-0103	119.8	353.08	-3106.89	120.03	-16.71
D198	83	3.65	2889-1B28	200.32	-2249.95	5.76	13.11	-1084.9
D198	84	3.7	103L-0103	118.45	352.85	-3108.14	118.05	-16.77
D198	84	3.7	2889-1B28	200.07	-2249.89	6.42	12.75	-1079.93
D198	85	3.75	103L-0103	119.18	356.37	-3106.32	119.16	-16.32
D198	86	3.8	103L-0103	119.7	359.47	-3104.72	120.08	-16.35
D198	87	3.85	103L-0103	118.56	361.05	-3105.62	118.44	-16.46
D198	88	3.9	103L-0103	118.41	360.22	-3105.78	117.41	-16.14
D198	89	3.95	103L-0103	117.58	360.89	-3105.92	116.62	-16.18
D198	90	4	103L-0103	116.92	361.57	-3105.89	116.11	-16.13
D198	91	4.05	103L-0103	116.73	360.04	-3106.14	115.33	-15.85
D198	91	4.05	2877-2878	145.55	-2710.65	-397.65	24.04	640.94
D198	91	4.05	2889-1B28	202.43	3306.88	-555.7	-307.28	6592.31
D198	93	4.15	506L-2B01	632.85	-32.91	4399.21	733.62	-39.18

Como se ve en los resultados se incluirá a continuación algunos de los incrementos de carga, y se facilitará la compresión de esto.

Así como se describe en un inicio, el análisis incremental de cargas, corresponde de 10% en 10% de la carga gravitacional, seguido de esto, de 5% en 5% y así sucesivamente la carga sísmica (correspondiente al cortante basal en la dirección estudiada) hasta alcanzar el colapso.

## Incremento 1.



*Figura 4.24 Plastificación en Dirección 270°, Incremento N° 72.*

Se anexa a vista gráfica para plastificación de elementos y para capacidad axial del pilote. Como se reportarán los resultados, el software hace una “corrida” que enlista en un paso de carga, por tanto, a cada paso de carga, reporta el comportamiento de la estructuración, desde los pilotes hasta el miembro más pequeño de las cubiertas, por tanto, mientras más se acerca al último paso de carga, los daños que se reportan son más graves, hasta alcanzar un 100% en la plastificación o el 100% capacidad axial de los pilotes.

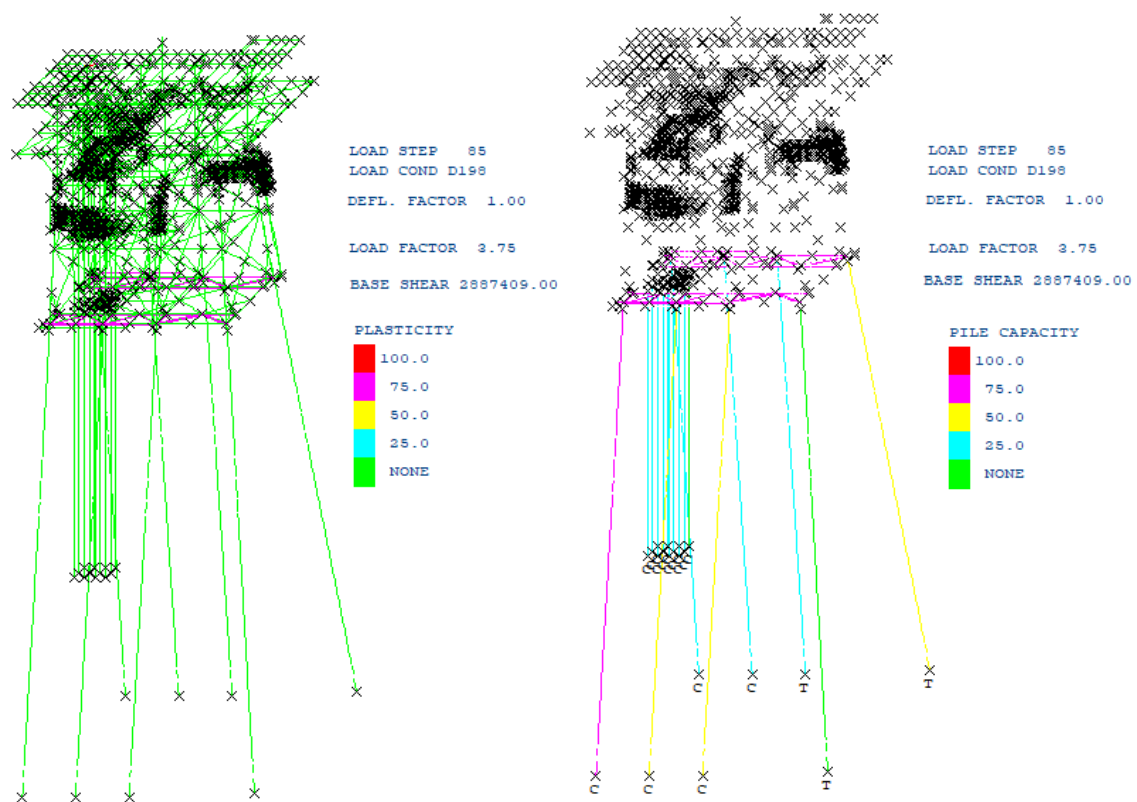


Figura 4.25 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 85.

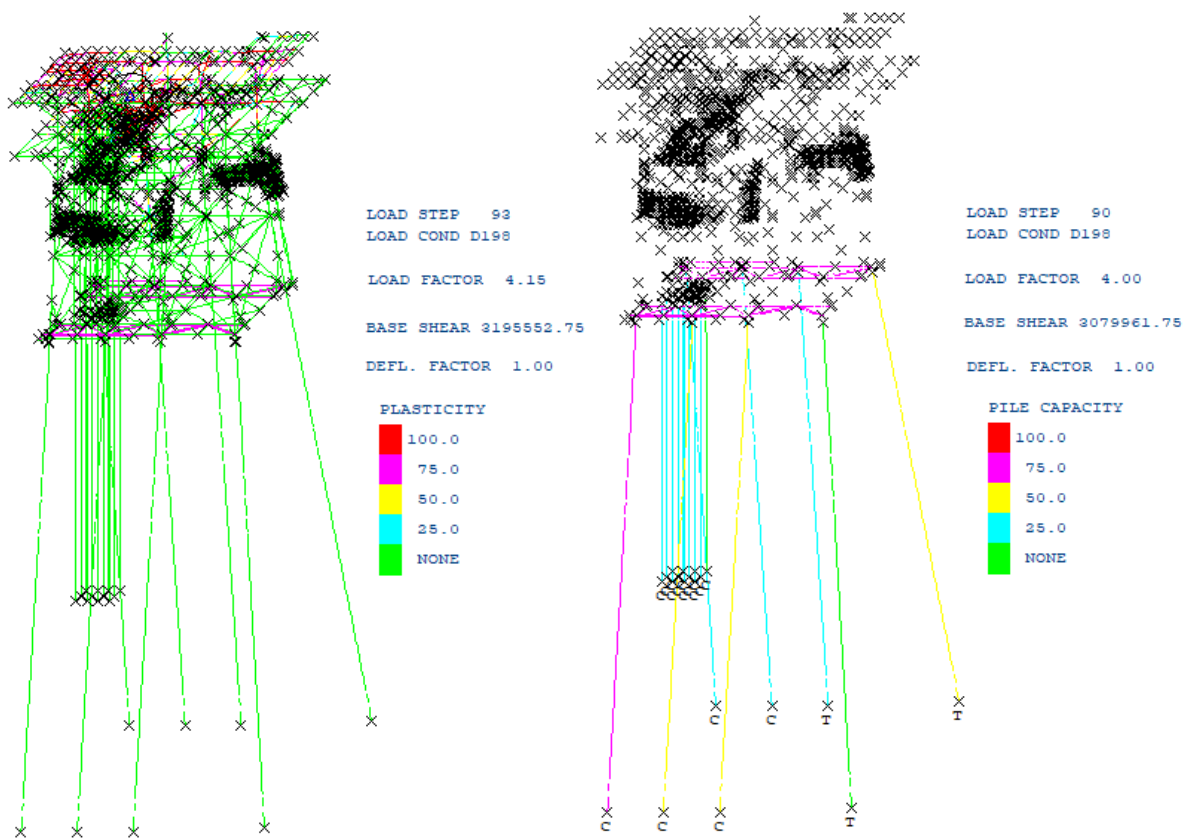
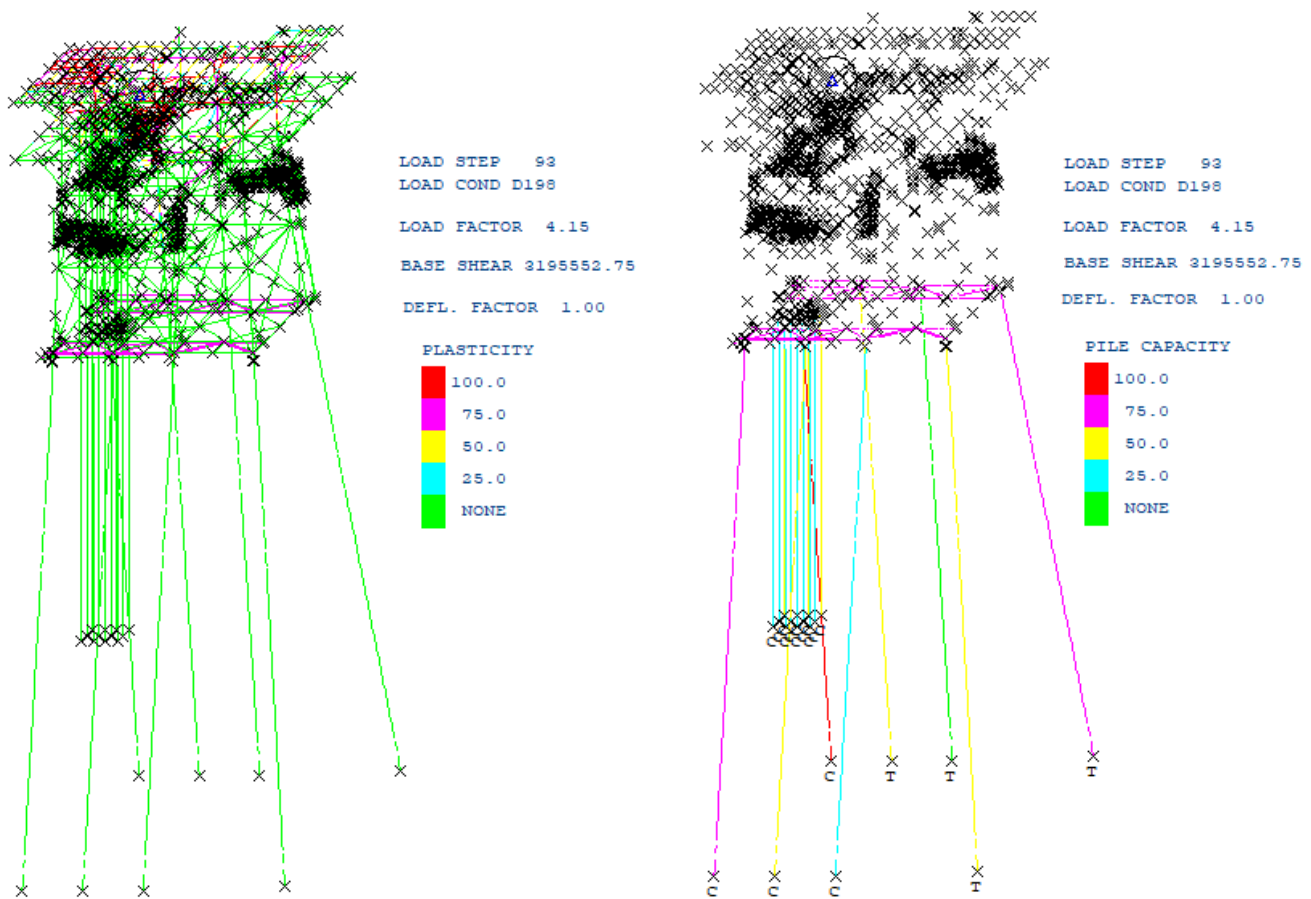


Figura 4.26 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 92.



*Figura 4.27 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 93.*

De manera gráfica se observa que para el incremento de carga 93 que es donde colapsa, en este incremento de carga la superestructura muestra un grupo de elementos que ya han alcanzado una plastificación del 100%, en cuanto a los pilotes se tiene que no han alcanzado el 100% de capacidad axial, en este caso los pilotes no superan la capacidad axial por colapso, es decir que la cimentación no presenta elementos plastificados después del colapso de la estructura y que esta misma ya tiene elementos plastificados que se han enlistado anteriormente.

Dada las circunstancias, en el incremento de carga No. 93, en donde se presenta el cortante último, se expondrán las siguientes imágenes correspondientes a la superestructura y en las zonas en donde la plastificación ya actuó severamente en los miembros.

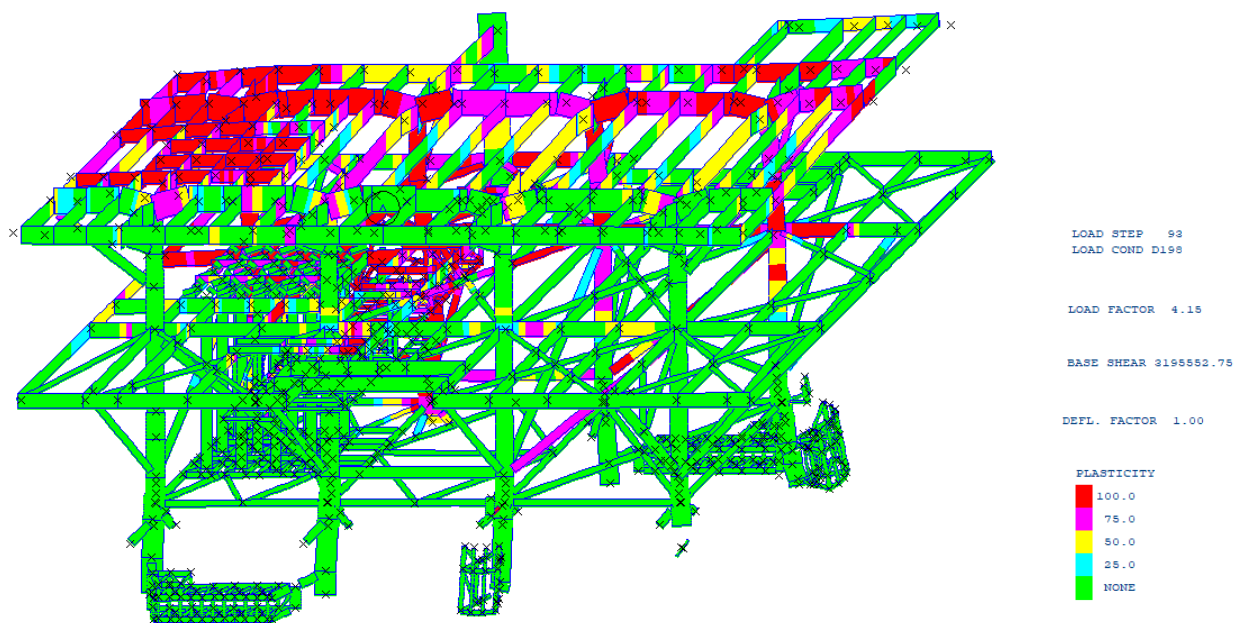


Figura 4.28 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 93, Isométrico de la Superestructura.

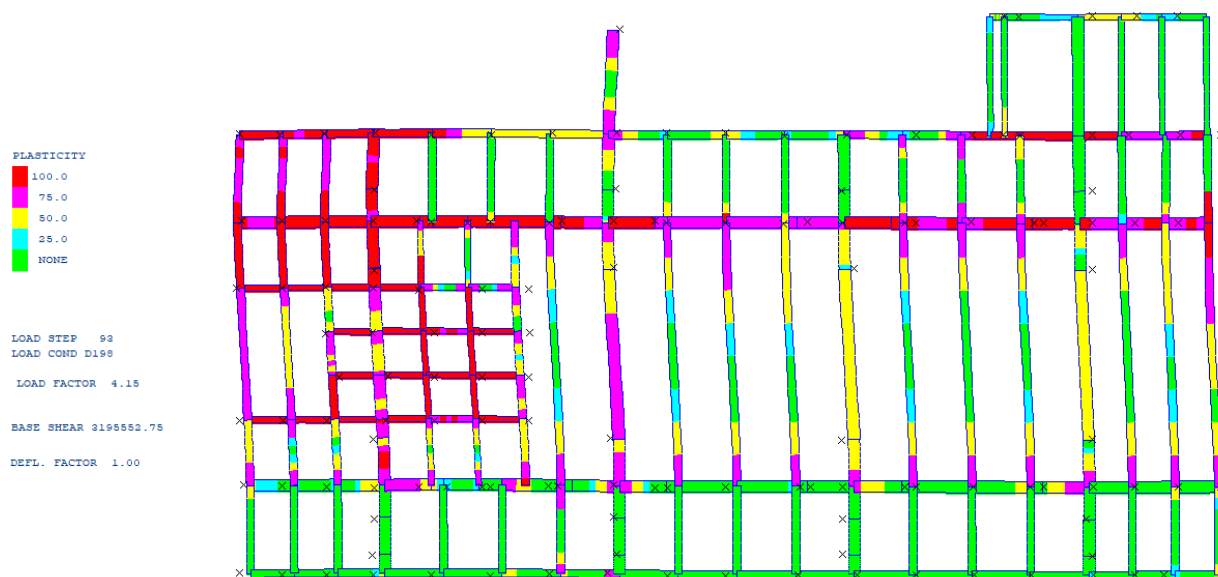


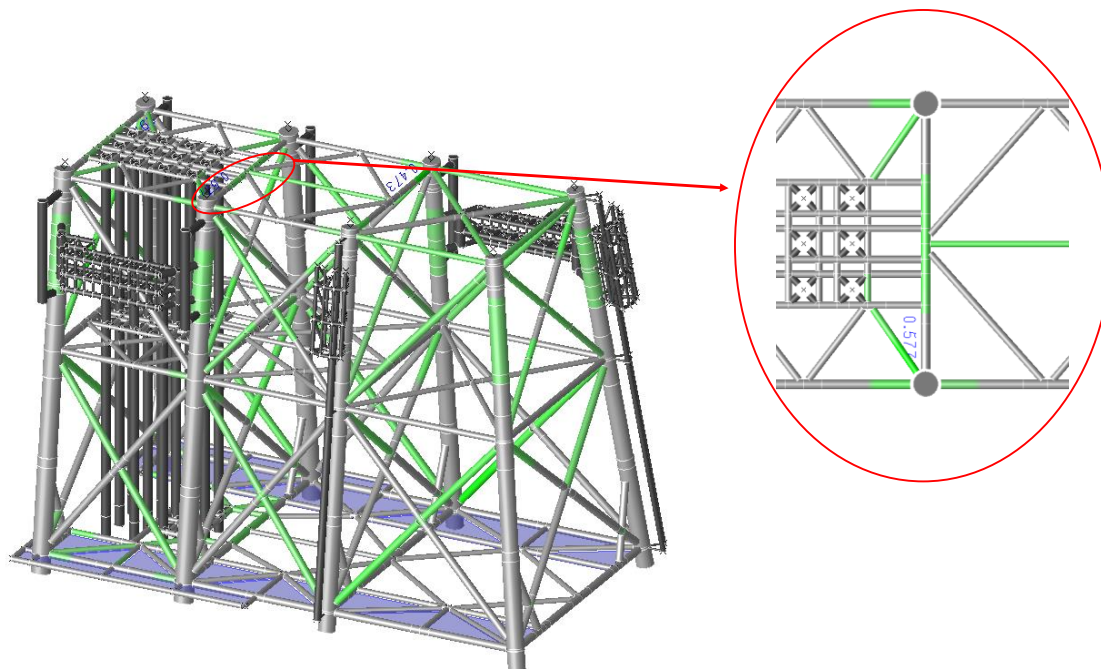
Figura 4.29 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 93, Planta Elevación (+) 27.939.



A partir de los resultados del Análisis en Sísmico por Resistencia para la Plataforma XANAB-D se puede observar lo siguiente:

En la subestructura el elemento más esforzado es el **0022-302L**, correspondiente a un miembro tubular de la elevación (+) 6.096 m perteneciente al **grupo AH2**, con una **relación de esfuerzos de 0.577**.

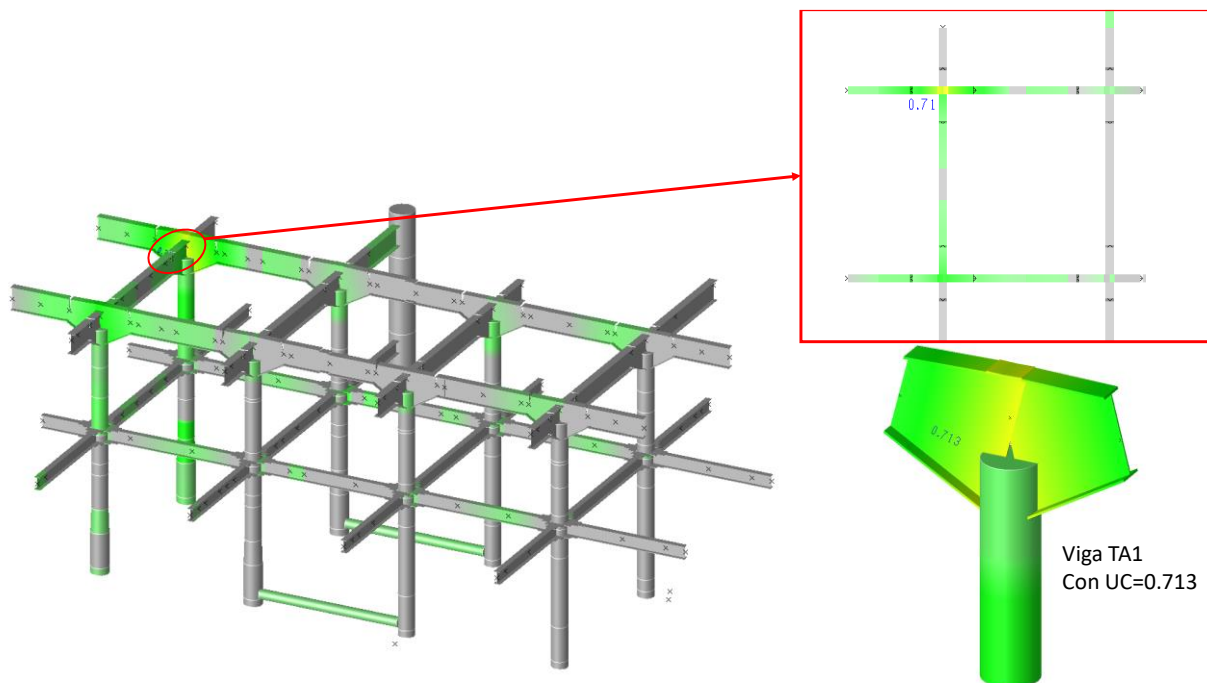
La condición más crítica que presenta este miembro para tener una relación de esfuerzos es mayormente por la combinación de esfuerzos axiales, cortantes y flexionantes. La condición de carga que hace que se presente esta condición crítica es debido a la combinación de cargas sísmicas a 162° y las cargas gravitacionales.



*Figura 4.30 Miembro más esforzado en subestructura.*



En la superestructura el elemento más esforzado es el **2887-1B28**, correspondiente a una viga principal de la cubierta superior, con una relación de esfuerzos **0.713** perteneciente al **grupo T1A**.

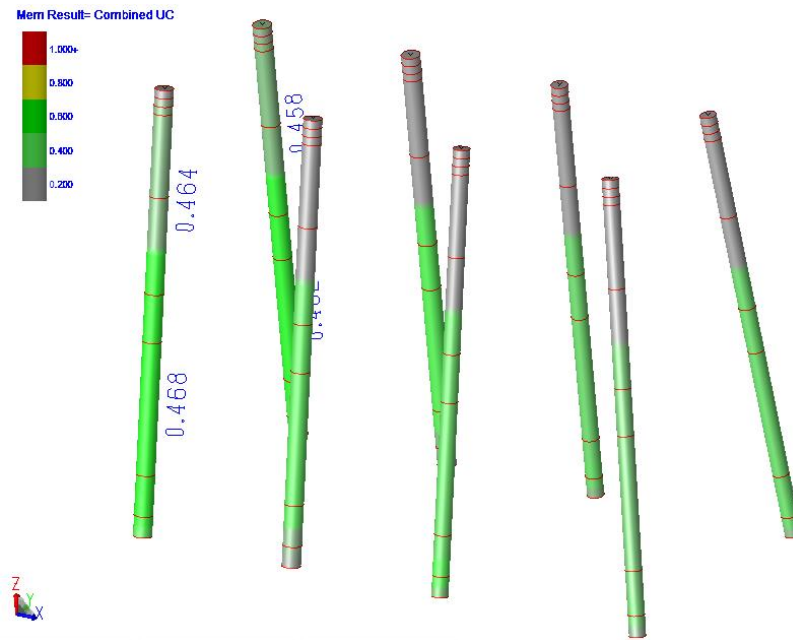


*Figura 4.31 Miembro más esforzado en la superestructura.*

La condición más crítica que presenta este miembro para tener una relación de esfuerzos es mayormente por la combinación de esfuerzos de tensión y flexión. La condición de carga que hace que se presente esta condición crítica es debido a la combinación de cargas sísmicas a 180° y las cargas gravitacionales.

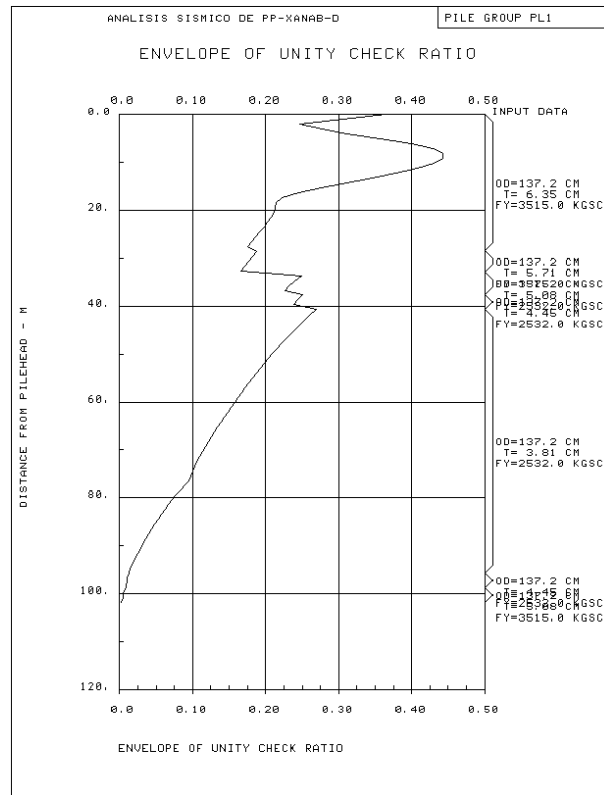
En cuanto a los elementos estructurales principales como secundarios, no se presenta ningún elemento sobre esforzado (todas las relaciones de esfuerzos son menores a la unidad "UC=1").

En la revisión de los Pilotes sobre el lecho marino, la sección más esforzada es en el miembro **101P-102P**, con una relación de esfuerzos **0.468** perteneciente al **grupo PLB**.



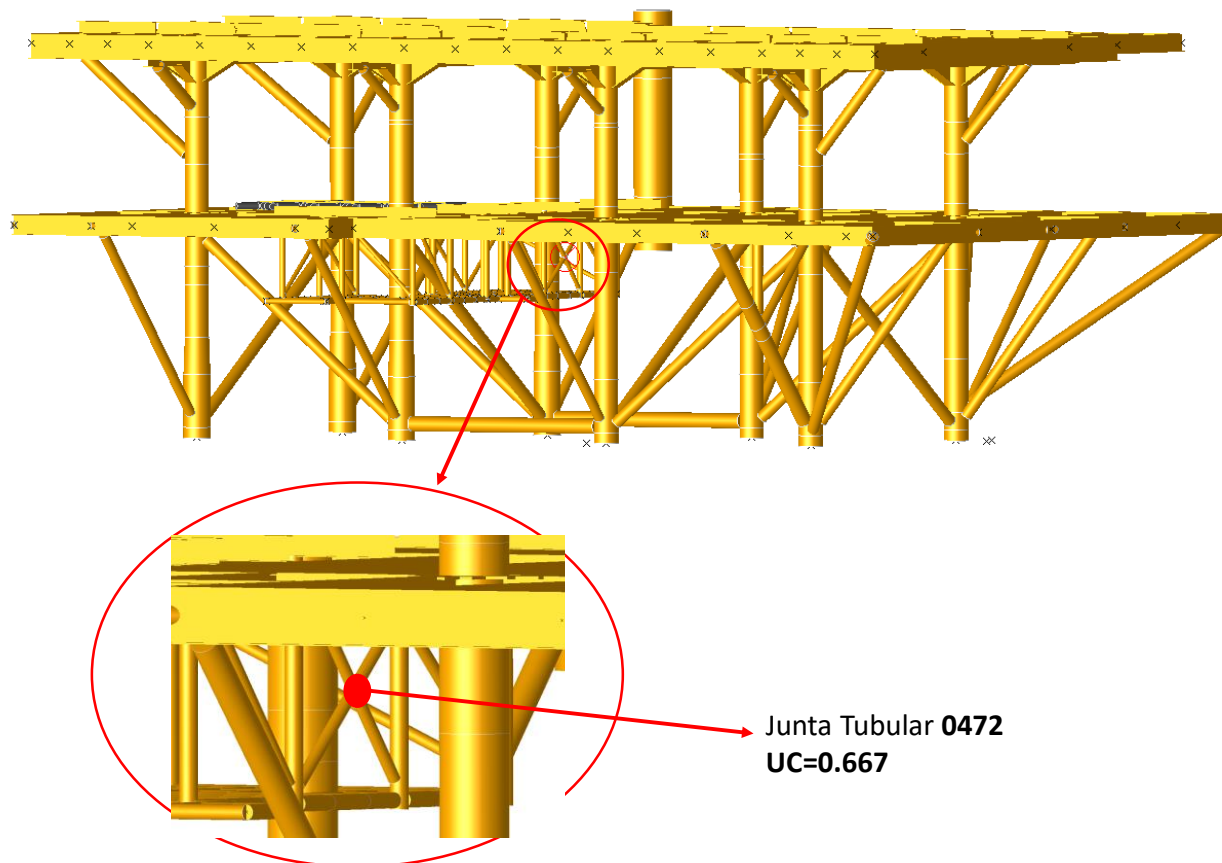
*Figura 4.32 Miembro más esforzado en Pilotes.*

Mientras que los Pilotes abajo del lecho marino la máxima relación de esfuerzos es de **0.443** a una profundidad de **8.1 m** y los **9.2 m**.



*Figura 4.33 Gráfica de UC de Pilote debajo del lecho marino más esforzado.*

Respecto al análisis de juntas tubulares, la junta con mayor relación de esfuerzo es la **junta 0472** con una relación de esfuerzos de **0.667**, esta junta se ubica en el subnivel de la superestructura.



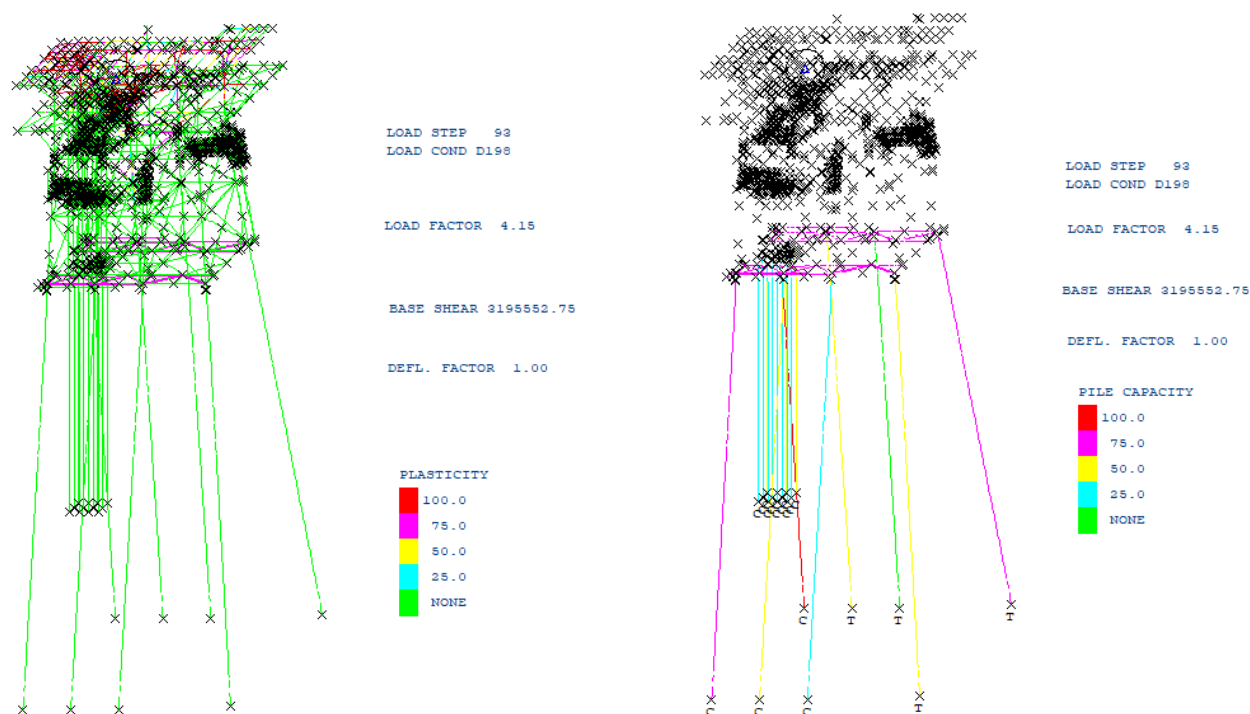
*Figura 4.34 Nodo más esforzado en juntas tubulares de la plataforma de perforación.*

En la revisión de juntas por carga y por penetración entre elementos tubulares todas las juntas presentan valores de la relación de esfuerzos inferiores a 1.0.

De acuerdo a lo anterior se puede concluir que la estructuración de la plataforma de perforación XANAB-D soportan adecuadamente las solicitaciones impuestas durante la ocurrencia de un sismo, con niveles aceptables de esfuerzos tanto en juntas como en elementos.

Basado en la normatividad aplicable la estructuración se considera adecuada y cumple con todos los parámetros y consideraciones especificadas.

En cuanto al análisis sísmico a nivel de ductilidad, se puede observar que para la dirección crítica donde se analizan las fuerzas sísmicas en la dirección 198°, el pilote que corresponde al eje 1 ya se encuentra totalmente plastificado por lo que ya alcanzo su capacidad axial, así también como elementos que corresponden a los elementos de la superestructura ya se encuentra plastificados, esto se puede ver con la escala de colores que indica que el 100% de plastificación.



*Figura 4.35 Plastificación en Dirección 198°, Incremento N° 93.*

De la figura, la mayoría de los miembros ya están al 100% plastificados, por lo que su deformación ya es irreversible y probablemente las instalaciones que se encuentran por encima de la estructuración ya sufrieron las consecuencias.

Una vez que se abordó la dirección crítica, la plataforma XANAB-D sometida a un análisis de ductilidad donde se debe de llevar al colapso de la plataforma por inducción de una fuerza sísmica, se concluye que XANAB-D tiene muy por encima del RSR que la normativa de Pemex establece, adicionalmente se cumplen en su totalidad los lineamientos de PEMEX, basados en el API y los criterios de diseño para estructuras metálicas del AISC, la plataforma de perforación XANAB-D ante la presencia de solicitaciones sísmicas, tiene un buen desempeño y no será afectada en su funcionamiento.

Como conclusión final, la plataforma de perforación XANAB-D resiste con las cargas sísmicas y gravitacionales que se presenten, así asegurando que todos los elementos estructurales son los adecuados para cumplir con la rigidez y que los esfuerzos más críticos que se presenten no sobrepasaran los esfuerzos admisibles de los miembros estructurales. Así mismo se tiene un factor de seguridad de la plataforma de 4.15.

## CONCLUSIONES.

Se concluye que los resultados obtenidos para un análisis sísmico por resistencia y ductilidad fueron satisfactorios, teniendo esto que el comportamiento estructural que se observó fue el adecuado, para un caso en donde la fuerza sísmica por alguna eventualidad de la naturaleza exceda lo previsto en el espectro de diseño, muy probablemente no se colapse la estructura, simplemente las instalaciones ya no son idóneas para seguir trabajando a bordo de ellas y se tenga que considerar su retiro del océano, o una restitución de la misma. El conjunto de un buen diseño, la seguridad y economía del proyecto, son los ingredientes clave para lograr que la plataforma se convierta en un negocio muy redituable para México, sabiendo que la industria de hidrocarburos es muy representativa en las utilidades que de ella emanan, una sola industria aporta un porcentaje que cambia la economía de un país; lejos del cantidades económicas que de esto resulta, la generación de empleos, el desarrollo de más y más profesionales, el personal altamente capacitado para laborar en este ramo y las técnicas, herramientas y conocimientos que se deben tener siempre están en constante actualización, señal de que el negocio del llamado “oro negro” proliferará por muchos años más en el mundo.

Como conclusión personal, aprendimos como es el sistema estructural de una plataforma marina que se encuentra en el mar operando. Aunado a que se logró ampliar los conocimientos y criterios de diseño y análisis estructural, complementando con la mecánica de suelos para realizar un modelo que considere la interacción suelo-estructura y obtener resultados más aproximados.

## REFERENCIAS.

Márquez, Raúl y Hernández, Ricardo, Lineamientos y Criterios del Proceso Editorial, 2da. Ed., México, Color, 2008, pp. 68.

Uthoff López, Luz María (2010). La industria del petróleo en México, 1911-1938: del auge exportador al abastecimiento del mercado interno. Una aproximación a su estudio. América Latina en la Historia Económica. Revista de Investigación, (33),5-30. [Fecha de Consulta 24 de Abril de 2020]. ISSN: 1405-2253. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2791/279122161001>.

Gil, Gerardo y Chacón, Susana, La Crisis del Petróleo en México, México, s.e.,2008, p.292.

Benítez Manaut, Raúl, México 1920-1945 La expropiación petrolera y la re inserción de México al sistema internacional, s.f., México, s.e., s.a., p.55.

Álvarez de la Borda, Joel, *Los orígenes de la industria petrolera en México, 1900-1925*. México DF, Archivo Histórico de Petróleos Mexicanos, PEMEX, 2005, pp 308.

Cárdenas, Jaime, *En Defensa del Petróleo*, México, UNAM, 2009, p.427. [fecha de consulta 25 de Abril de 2020] Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2729/5.pdf>

Valdés, V.M., (2005), *Ingeniería Civil Costa Afuera Tomo 1*, Ciudad de México, México.

Valdés, V.M., (2005), *Ingeniería Civil Costa Afuera Tomo 2*, Ciudad de México, México.

Valdés, V.M., (2005), *Ingeniería Civil Costa Afuera Tomo 3*, Ciudad de México, México.

Bazán, Enrique y Meli, Roberto, *Diseño Sísmico de Edificios*, México, Limusa,2004, pp.317.

*Diseño y evaluación de plataformas marinas fijas en el Golfo de México P.2.0000.02: 2006*, 2da ed., México, s.e.,2015, pp.82.

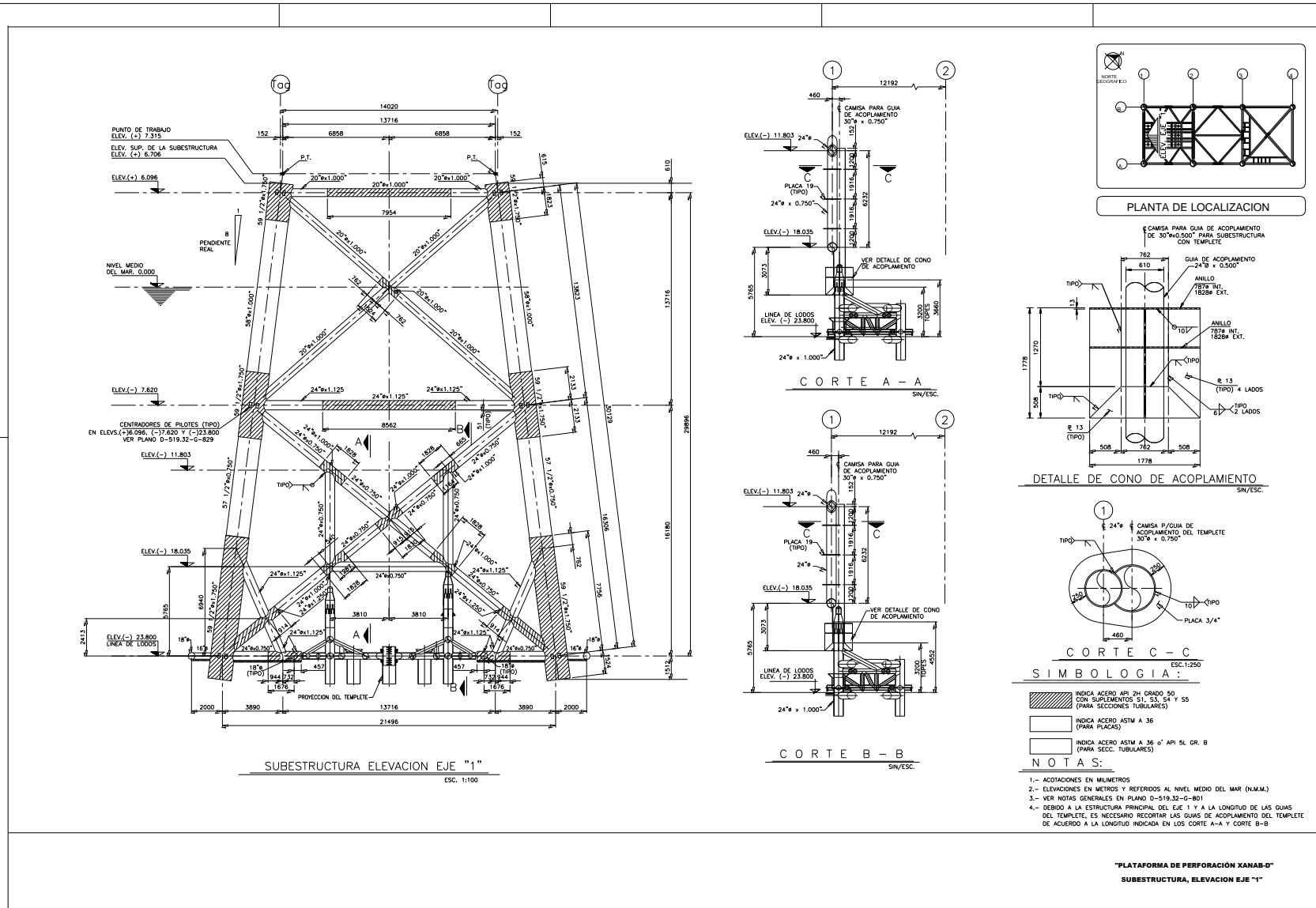
*Análisis a nivel de ductilidad. Diseño y evaluación de plataformas fijas en el Golfo de México P.2.0130.01*, 2da ed. México, s. e., 2015, p.82.

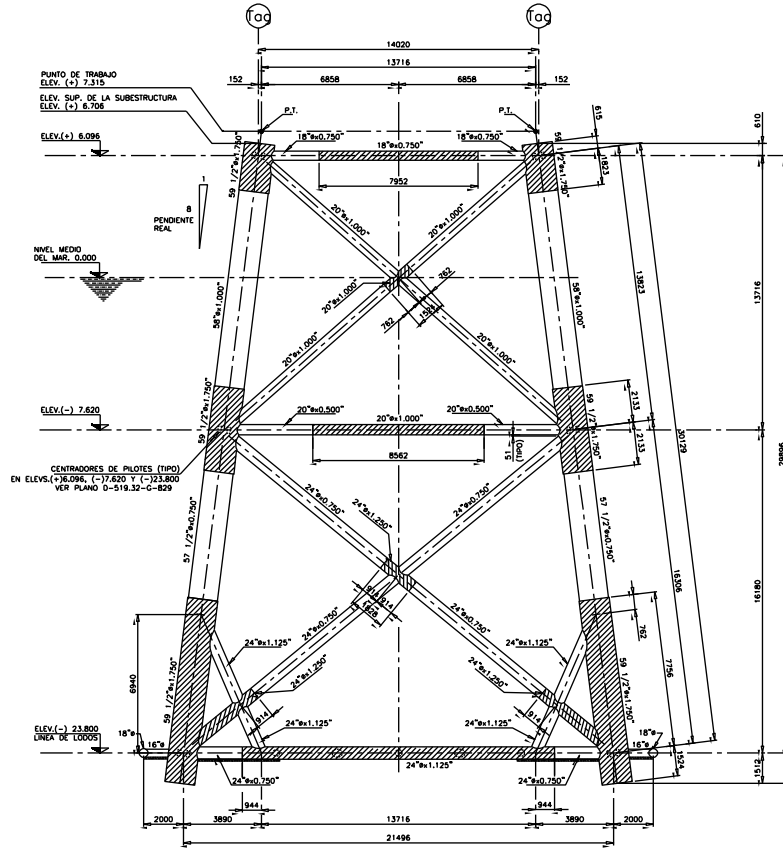
American Petroleum Institute, Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – Working Stress Design API RP 2A WSD, 21TH Ed. ERRATA AND SUPPLEMENT 1, 2 Y 3., Estados Unidos de América.

American Institute of Steel Construction, 2005, Specification for Structural Steel Buildings (Allowable Stress Design) AISC-2005 (ASD), Estados Unidos de América.

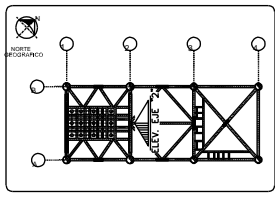
Glosario de Términos Petroleros, SUBSECRETARÍA DE HIDROCARBUROS DIRECCIÓN GENERAL DE EXPLORACIÓN Y EXTRACCIÓN DE HIDROCARBUROS, [fecha de consulta 25 de Abril de 2020] Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/8317/GLOSARIO\\_DE\\_TERMINOS\\_PETROLEROS\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/8317/GLOSARIO_DE_TERMINOS_PETROLEROS_2015.pdf)

# ANEXOS. PLANOS.





SUBSTRUCTURA ELEVACION EJE "2"  
ESC. 1:100



PLANTA DE LOCALIZACION

**SIMBOLOGIA:**

- INDICA ACERO API 24 GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5 (PARA SECCIONES TUBULARES)
- INDICA ACERO ASTM A 36 (PARA PLACAS)
- INDICA ACERO ASTM A 36 6" API 54 GR. B (PARA SECC. TUBULARES)

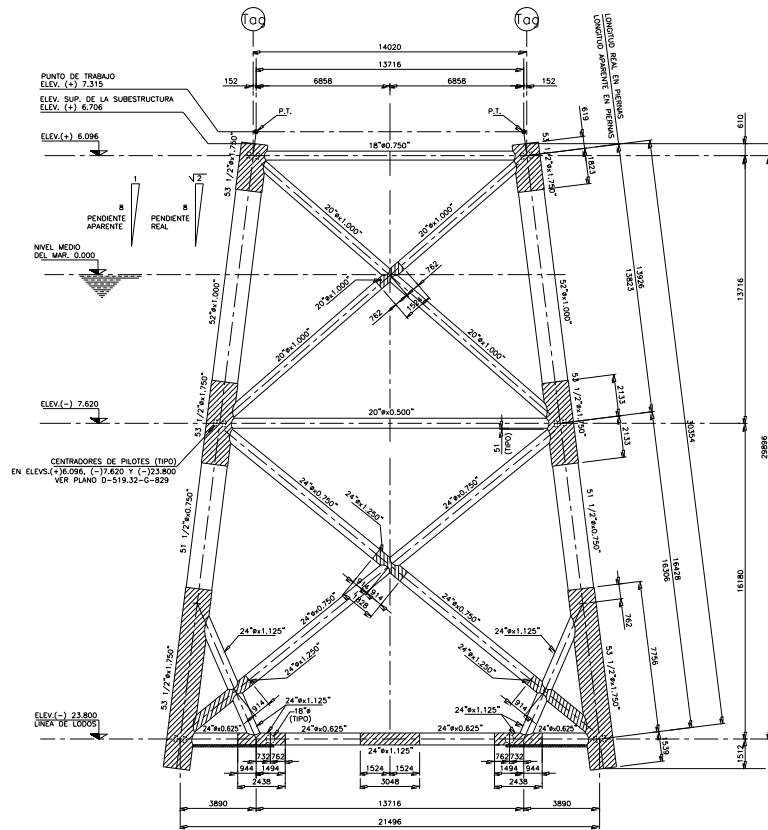
**NOTAS:**

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
- 2.- ELEVACIONES EN METROS Y REFERIDOS AL NIVEL MEDIO DEL MAR (N.M.M.)
- 3.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO D-519.32-G-801

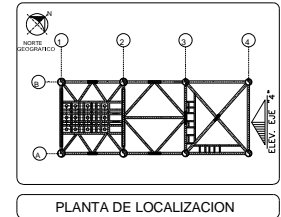
"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
SUBSTRUCTURA, ELEVACION EJE "2"







SUBESTRUCTURA ELEVACION EJE "4"  
ESC. 1:100



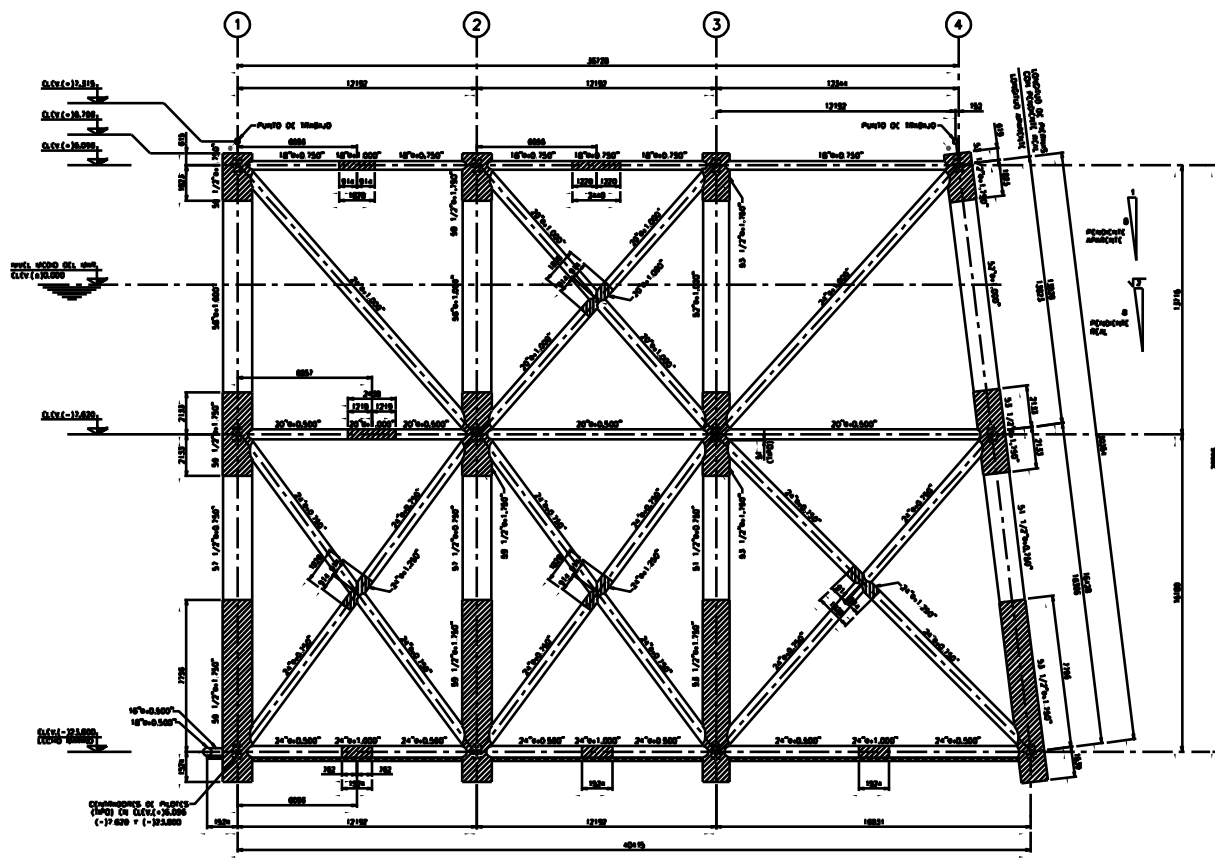
**SIMBOLOGIA:**

- INDICA ACERO API 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5 (PARA SECCIONES TUBILARES)
- INDICA ACERO ASTM A 36 (PARA PLACAS)
- INDICA ACERO ASTM A 36 o API 5L GR. B (PARA SECC. TUBILARES)

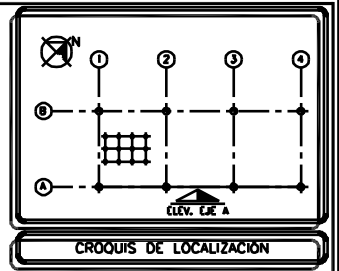
**NOTAS:**

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
- 2.- ELEVACIONES EN METROS Y REFERIDOS AL NIVEL MEDIO DEL MAR (N.M.M.)
- 3.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO D-519.32-G-801




"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
SUBESTRUCTURA, ELEVACION EJE "4"



**SUBESTRUCTURA ELEVACION EJE "A"**  
 Esc. 1:100



**SIMBOLOGIA**

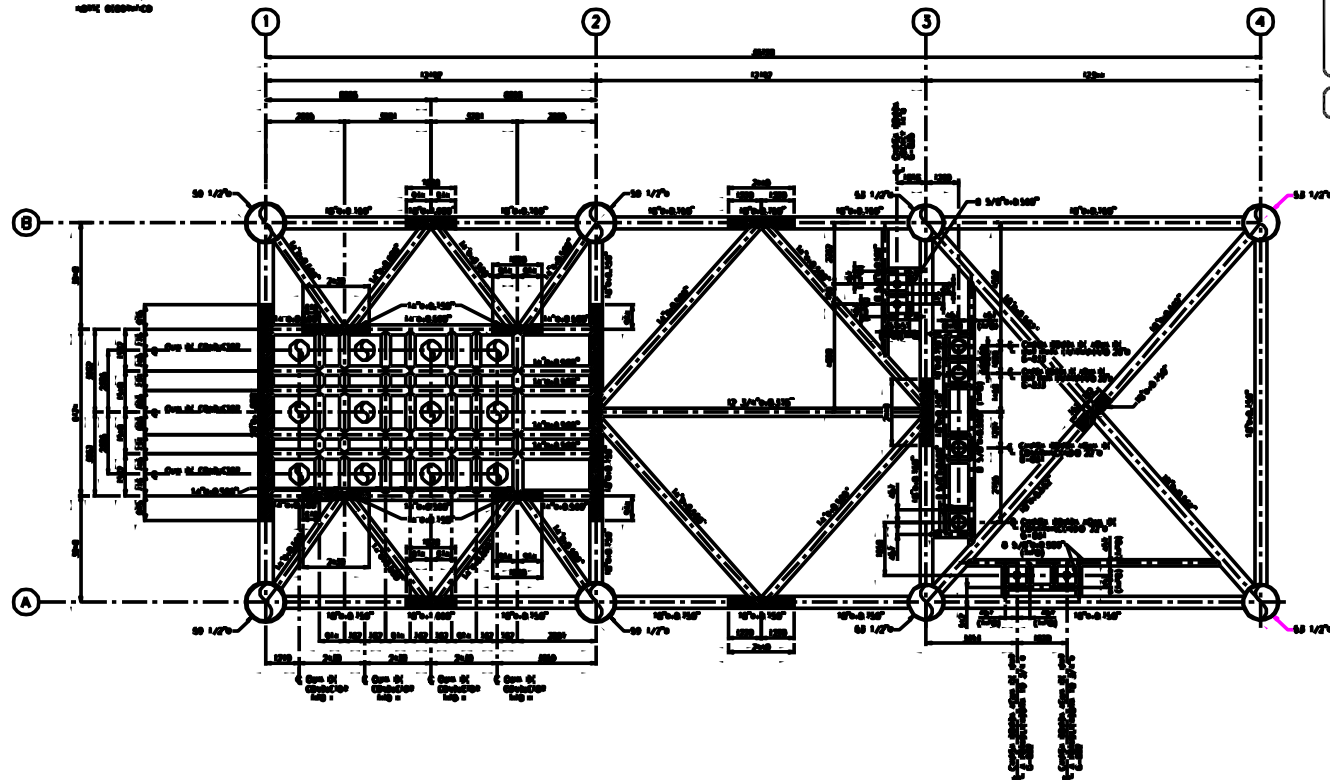
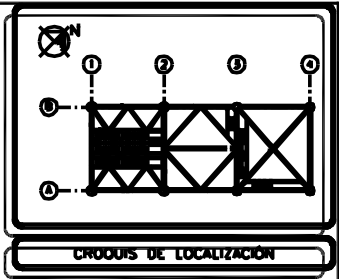
-  HERRA ACERO HERRA AISL o AN SL GR. 8 (Para SECCIONES TRANSVERSALES)
-  HERRA ACERO HERRA AISL (Para PLANCHAS)
-  HERRA ACERO AN 2# GRADO 30 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S9

**NOTAS :**

- 1.- ACERADONES EN MILIMETROS
- 2.- ELEVACIONES EN METROS Y REDONDEOS AL M.M.M.
- 3.- Para NOTAS GENERALES VER PLANO 0-001.

"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
 SUBESTRUCTURA, ELEVACION EJE "A"





SUBESTRUCTURA, PLANTA ESTRUCTURAL ELEV. (+) 6.096 M.  
E-13

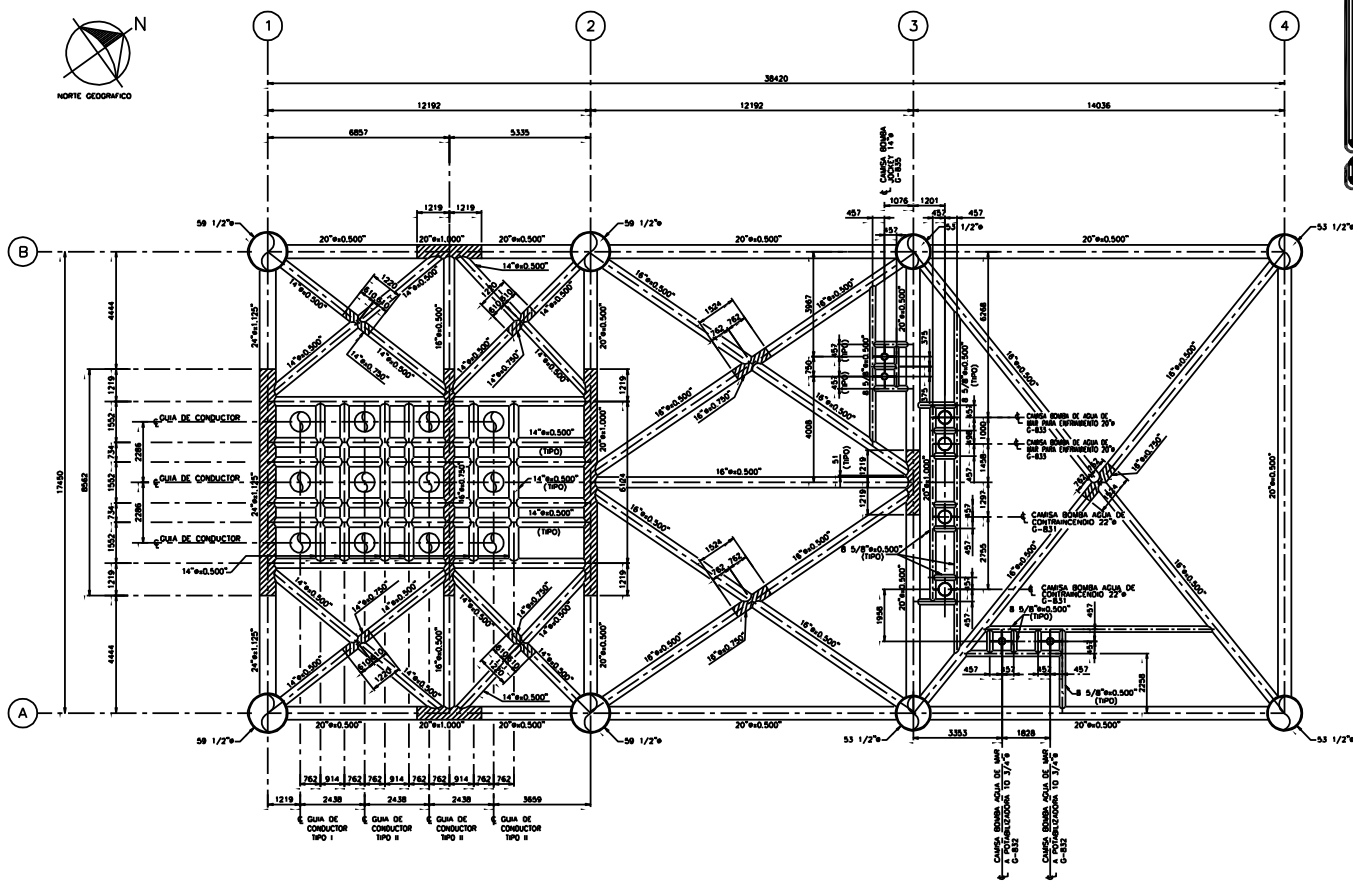
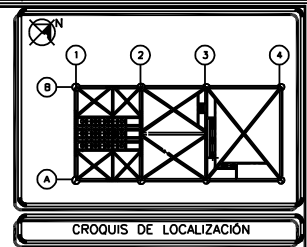
**SIMBOLOGIA**

- AREA CON REJILLA DE ALM. EN SU GR. 0 (PARA DISEÑOS ALTERNATIVOS)
- AREA CON REJILLA DE ALM. (PARA ALUMENOS)
- AREA CON REJILLA DE ALM. EN SU GR. 0 (PARA DISEÑOS DE, 22, 24 Y 25)

**NOTAS :**

- 1.- REFERENCIAS DE PLANOS
- 2.- DIMENSIONES DE SECCIONES Y DISTANCIAS EN METROS
- 3.- PARA MÁS DETALLES VER PLANOS E-024.

"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
SUBESTRUCTURA, PLANTA ESTRUCTURAL ELEV. (+) 6.096 M.



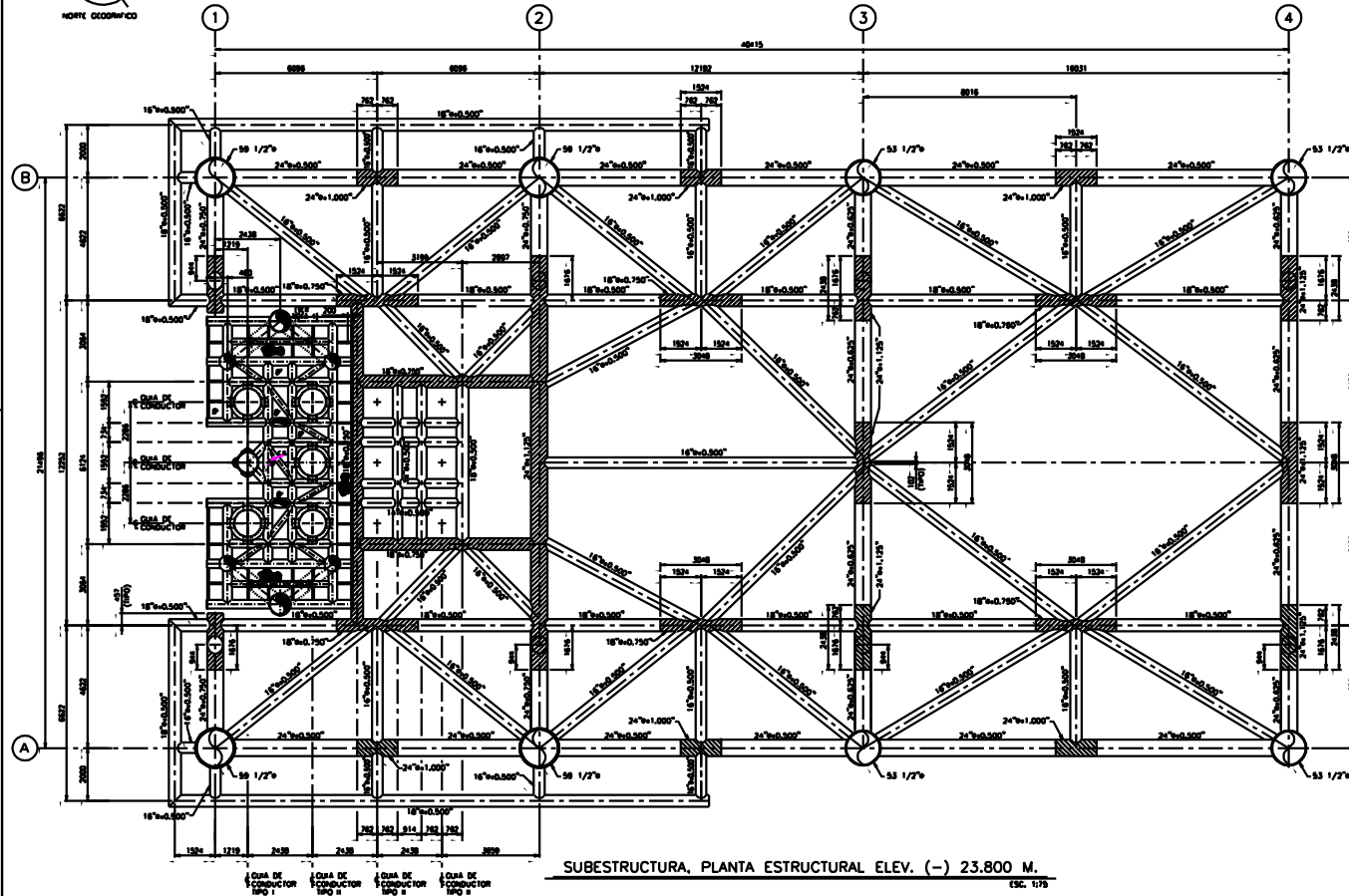
SUBESTRUCTURA PLANTA ESTRUCTURAL ELEV. (-) 7.620  
ESC. 1:75

**SIMBOLOGIA**

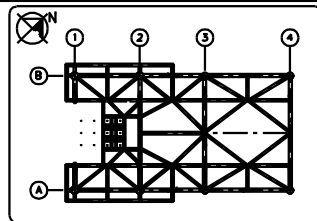
	INDICA ACERO ASTM A36 o API 5L DR. 8 (PARA SECCIONES TUBULARES)
	INDICA ACERO ASTM A36 (PARA PLACAS)
	INDICA ACERO API 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5

- NOTAS :**
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
  - 2.- ELEVACIONES EN METROS Y REFERIDOS AL N.M.M.
  - 3.- PARA NOTAS GENERALES VER PLANO C-801.

"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
SUBESTRUCTURA PLANTA ESTRUCTURAL ELEV. (-) 7.620 MTS.



SUBESTRUCTURA, PLANTA ESTRUCTURAL ELEV. (-) 23.800 M.  
ESC. 1/2"



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

**SIMBOLOGIA**

- INDICA ACERO ASB o API 5L DR. B (PARA SUCIONES TUBARIAS)
- INDICA ACERO ASB o PLACAS
- INDICA ACERO API 5L GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S8

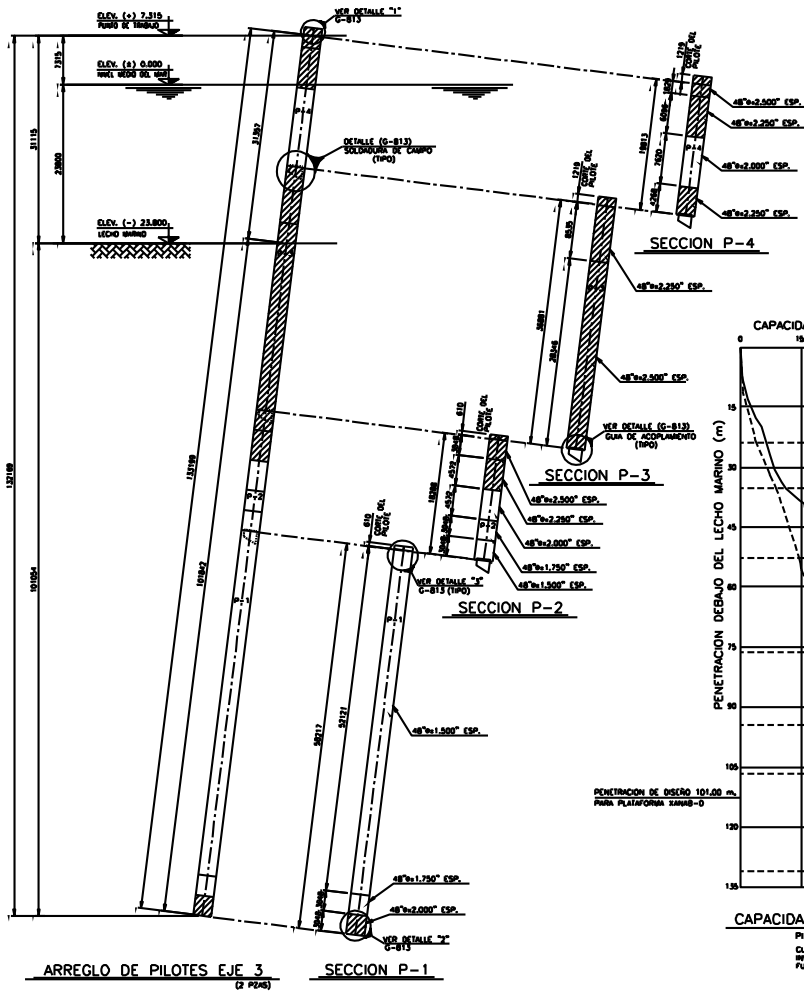
**NOTAS :**

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
- 2.- ELEVACIONES EN METROS Y REFERIDOS AL N.M.M.
- 3.- PARA NOTAS GENERALES VER PLANO G-001.
- 4.- ES NECESARIO RECORRER EL TERRENO 200 M.M. PARA PODER MANTENER LOS POZOS SEPARADOS A 24.36, QUE ES REQUERIMIENTO DEL PROYECTO.

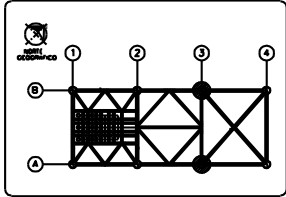
"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
SUBESTRUCTURA, PLANTA ESTRUCTURAL ELEV. (-)23.800 M.







TIPO	PLOTE DE CARGA PESO TONS.	MANTILLO RECOMENDADO	ENERGIA CALIBRADA LBS-PE	RANGO DE PENETRACION CONSIDERANDO LA PENDIENTE DEL PLOTE EN EL LECHO MARINO (m.)	PENETRACION VERTICAL EN EL LECHO MARINO (m.)
P-1	66.91	MULCH V540	204,500 (28,373 kg-m)		
P-2	28.11	MULCH V540	204,500 (28,373 kg-m)	0.00 A 60.47	0.00 A 60.00
P-3	64.08	MULCH V5150	790,000 (108,881 kg-m)		
P-4	33.84	MULCH V5150	790,000 (108,881 kg-m)	60.47 A 101.84	60.00 A 101.25



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

TABLA DE GUIA DE ACOPLAMIENTO				
CURA No.	CANTIDAD	SECCION	DI. DE LA COLUMNAS	DI. DE CURA
1	2	48"x1.500"	1130	1080
2	2	48"x2.250"	1093	1041
3	2	48"x2.250"	1080	1029

T A B L A	
T	T1
DE 38 (1 1/2") A 25 (1")	DE 1/8" ± 1/16"
DE 64 (2 1/2") A 38 (1 1/2")	DE 1/8" ± 1/16"

NOTAS DE DISEÑO PARA EL PILOTE:

- PILOTE OBSERVADO CONSIDERANDO 6096 mm. DE SUBMARCADO.
- LA SECCION "P-1" SERA HIRACADO UNA PARTE POR PESO PROPIO EL RESTO DE LA SECCION SERA CON EL MANTILLO MULCH-V540 ENERGIA 204,500 LIBRA-PE. (28,373 kg-m)
- LA SECCION P-2 SERA HIRACADO CON EL MANTILLO MULCH-V540
- LA SECCION P-3 CON EL MANTILLO MULCH-V540 HASTA ALCANZAR UNA PROFUNDIDAD VERTICAL DE 60 m.
- PARA EL HIRACADO DE LA SECCION P-3 Y LA SECCION P-4 SE USARA EL MANTILLO MULCH V5150 ENERGIA DE 790,000 LIBRA-PE (108,881 kg-m)
- PARA EL HIRACADO DE LA 1era. SECCION "P-1" COLGAR TOPES (EN CASO) 200 mm. HIRADO DE LA PARTE SUPERIOR PARA QUE EL ALICATE NO SE DESHAGA AL SOLTARLO. EL DISEÑO, SUBMARCADO Y MARCADO DE OCHOS TOPES ES POR LA CONTRARIA DE INSTALACION.
- PILOTE OBSERVADO CONSIDERANDO QUE LOS CORTES INDICADOS SEAN EFECTUADOS

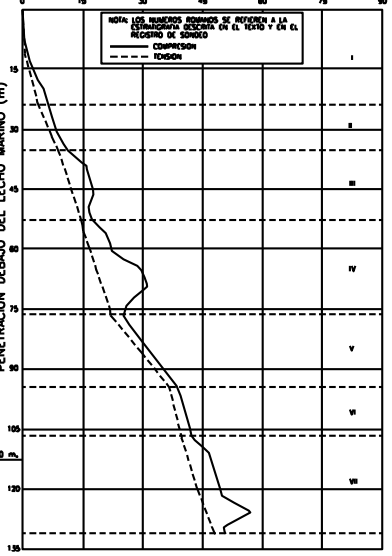
SIMBOLOGIA:

- INDICA ACERO ASTM A 36
- INDICA ACERO API 2H GR. 50

NOTAS:

- ACOTACIONES EN MILIMETROS
- ELEVACIONES EN METROS
- PARA NOTAS GENERALES VER PLANO O-519.32-G-801
- LAS SOLDADURAS ENTRE TRAMOS DE LOS PILES, DEBEN DARSE 90° PARA EVITAR SU ENTORQUE.
- LAS SOLDADURAS SERAN CON EL AIS 81.1 ULTIMA EDICION.
- SE DEBERA CONSERVAR LA SOLDADURA LONGITUDINAL DE LOS PILES (PARTE INTERNA) UNA LONGITUD DE 3048 mm. (10'-0") EN LA PARTE SUPERIOR DE LA SECCION P-1, P-2, P-3 Y P-4
- EN CADA UNO DE LOS TRAMOS DE LOS PILES, SE DEBERA INDICAR EL NUMERO DE TRAMO, PESO, Y LONGITUD AL QUE CORRESPONDA.
- PARA EL DISEÑO DE LAS SECCIONES DE LOS PILES DURANTE LA CARGA E INSTALACION SERA DE DOS PUNTOS COMO MINIMO
- REALIZAR UN LEVANTAMIENTO EN EL CONO DE LAS COLUMNAS DE LA SUPERESTRUCTURA ANTES DE HACER EL CORTE EN EL PLOTE P-4

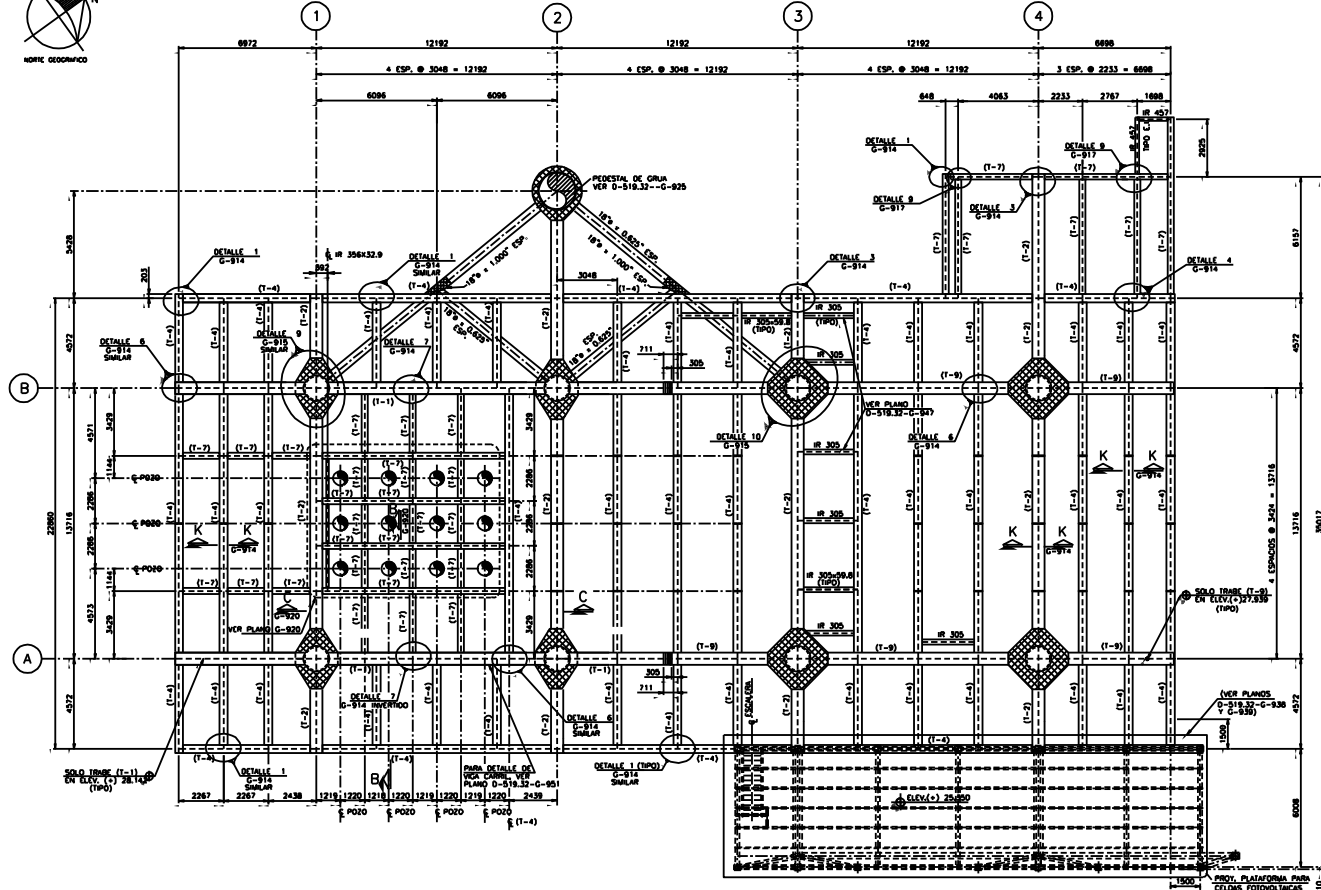
CAPACIDAD DE CARGA AXIAL ULTIMA DEL PILOTE (MN.)



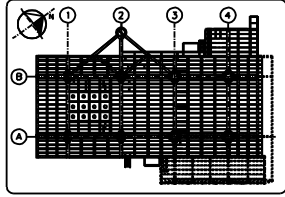
CAPACIDAD DE CARGA AXIAL ULTIMA DEL PILOTE Ø=48"

PILOTES TUBULARES HIRACADOS DE 1219 mm. (48") DE DIAMETRO  
 CURVA DE CAPACIDAD AXIAL ULTIMA, ELABORADA DEL REGISTRO FINAL DE INVESTIGACION GEOTECNICA XANAB-D No. 0201-01968-7, ELABORADO POR FUGRO CHANCE MEXICO S.A. DE C.V. EN ABRIL 22 DEL 2011

"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
 SUBESTRUCTURA, ARREGLO DE PILES EJE 3



PLANTA ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA SUPERIOR EN ELEVACION (+) 27.590 Y (+) 27.939  
ESC. 1/100



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

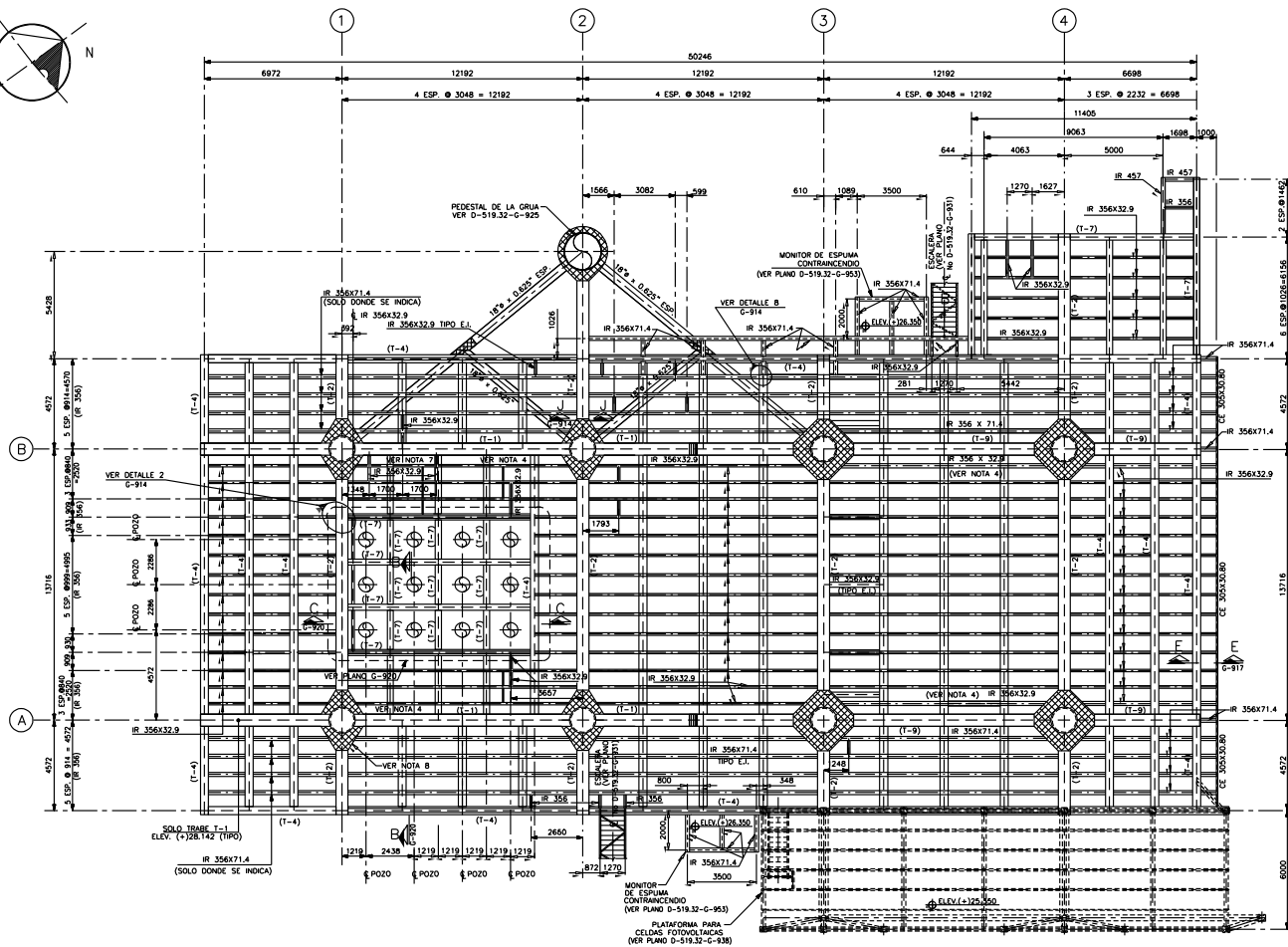
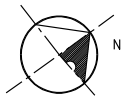
**SIMBOLOGIA:**

- H01CA ACERO ASTM A 36 6" API 58 GRADO B
- ACERO ASTM A 36 6" API 58 GRADO B0 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5

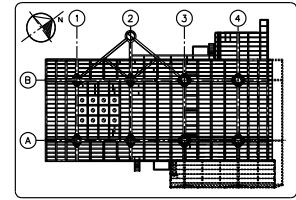
**NOTAS:**

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NÚMEROS EN METROS.
- 2.- VER NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA EN PLANO D-519.32-G-801.
- 3.- VER TABLA DE NOMENCLATURA DE TRABES ARMADAS
- 4.- A, B, C, D EN PLANO D-519.32-G-908.
- 5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.

"PLATAFORMA DE PERFORACIÓN XANAB-D"  
SUPERESTRUCTURA, CUBIERTA SUPERIOR PLANTA  
ESTRUCTURAL EN ELEV. (+) 27.590 M.



PLANTA ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA SUPERIOR (SISTEMA DE PISO) EN ELEVACIÓN (+)27.939  
ESC. 1:100



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

**NOMENCLATURA**

E. I. EXCEPTO INDICADO

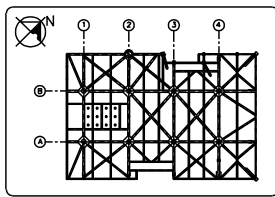
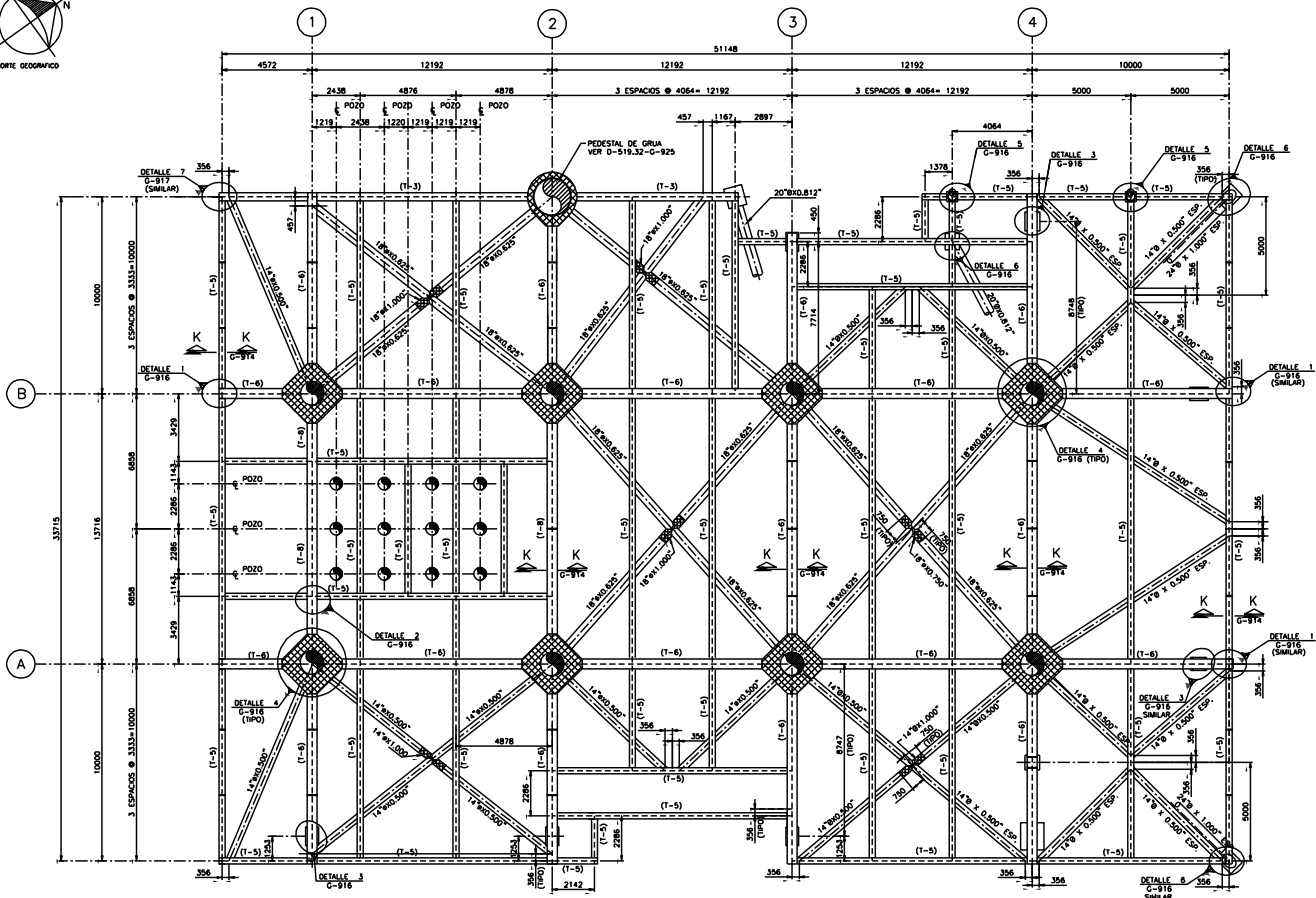
**SIMBOLOGIA:**

- INDICA ACERO ASTM A 36 2" API 5L GRADO B
- ▨ ACERO ASTM A 36 2" API 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS SI, S3, S4 Y S5

**NOTAS:**

- 1.- VER NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA EN PLANO D-519.32-G-801.
- 2.- TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS.
- 3.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
- 4.- ESTE ELEMENTO EN PARTICULAR SERA COLOCADO DESPUES DE HABERSE COLOCADO LA SUPERESTRUCTURA.
- 5.- LA SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO SE DESARROLLARA CUANDO EL EQUIPO DE PERFORACION SE HAYA RETIRADO EN FORMA DEFINITIVA.
- 6.- VER TABLA DE NOMENCLATURA DE TRABES ARMADAS T-1 A T-13 EN PLANO D-519.32-G-908.
- 7.- TRABES PARA EL APOYO DEL SOPORTE DE LA PLUMA DE LA GRUA.
- 8.- LA VIGA IR 356 x 71.4 DEL SISTEMA DE PISO DEBERA DESPINTARSE DONDE INTERFERA LA PLACA ESTRELLA.

"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
SUPERESTRUCTURA, CUBIERTA SUPERIOR PLANTA DE PISO EN ELEV. (+) 27.939 M.



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

**SIMBOLOGIA:**

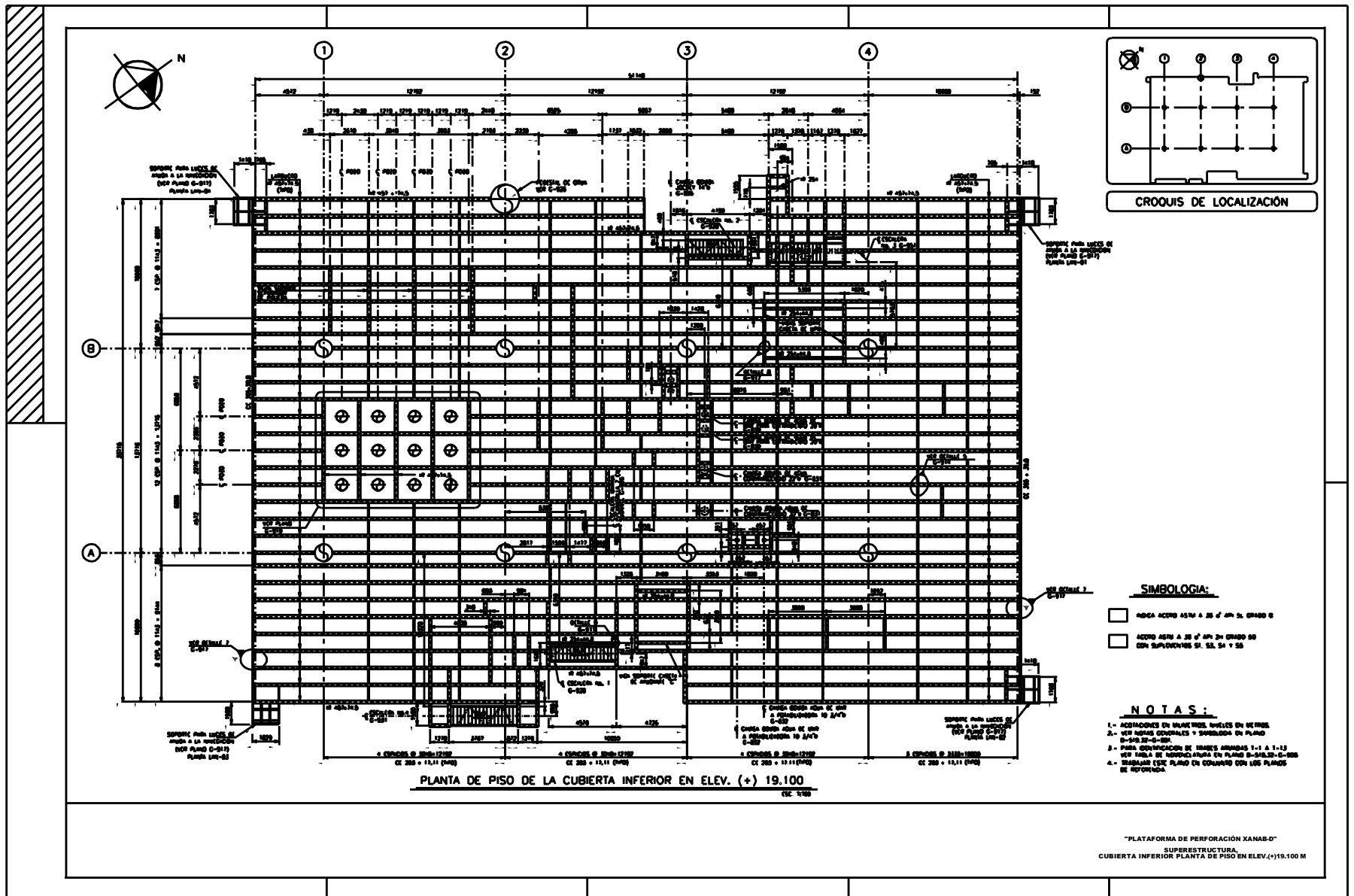
- INDICA ACERO ASTM A 36 0" API 5L GRADO B
- ▣ ACERO ASTM A 36 0" API 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS 51, 53, 54 Y 55

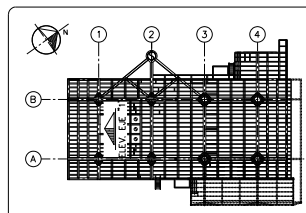
**NOTAS:**

- 1.- COTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS.
- 2.- VER NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA EN PLANO D-519.32-G-801.
- 3.- PARA IDENTIFICACIÓN DE TRAMES ARMADAS 1-1 A 1-13 VER TABLA DE NOMENCLATURA EN PLANO D-519.32-G-908
- 4.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.

PLANTA ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA INFERIOR EN ELEVACIÓN (+) 18.643  
ESC. 1:100

"PLATAFORMA DE PERFORACIÓN XANAB-D"  
SUPERESTRUCTURA, CUBIERTA INFERIOR PLANTA  
ESTRUCTURAL EN ELEV. (+) 18.643 M.





CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

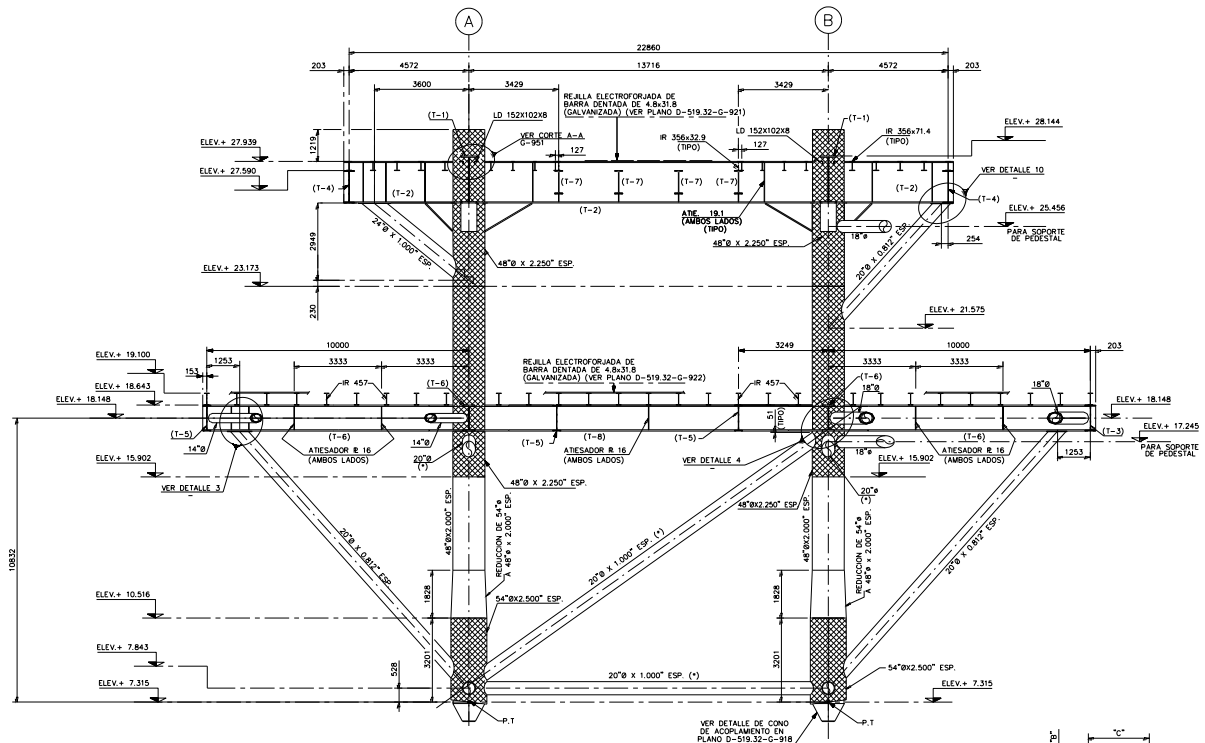
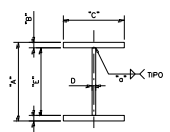


TABLA DE VIGAS ARMADAS

VIGA ARMADA TIPO	ALTA TOTAL (mm)	PATÍN		ALMA		PESO UNIT. (kg/m)
		ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	ALTA (mm)	
(T-1)	1792	51	610	38	1690	19
(T-2)	1587	44	610	19	1499	8
(T-3)	991	32	406	13	927	6
(T-4)	1240	32	406	13	1176	6
(T-5)	991	25	305	13	941	6
(T-6)	991	51	457	19	889	8
(T-7)	891	29	305	16	833	8
(T-8)	991	51	508	25	889	13
(T-9)	1589	51	610	32	1485	16
(T-10)	991	38	406	25	915	13
(T-11)	991	32	305	19	927	8
(T-12)	457	25	190	19	406	8
(T-13)	460	25	400	19	410	8

**NOTA IMPORTANTE:**  
 LOS ELEMENTOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SERAN EXCLUSIVAMENTE PARA TRANSPORTACION E IZAJE, Y DEBERAN RETIRARSE DESPUES DE EFECTUAR TODAS LAS CONEXIONES COLUMNA-PILOTE

MARCO EJE "1"  
 ESC. 1:75



DETALLE TIPICO DE VIGA ARMADA

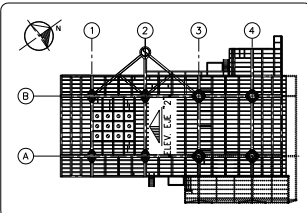
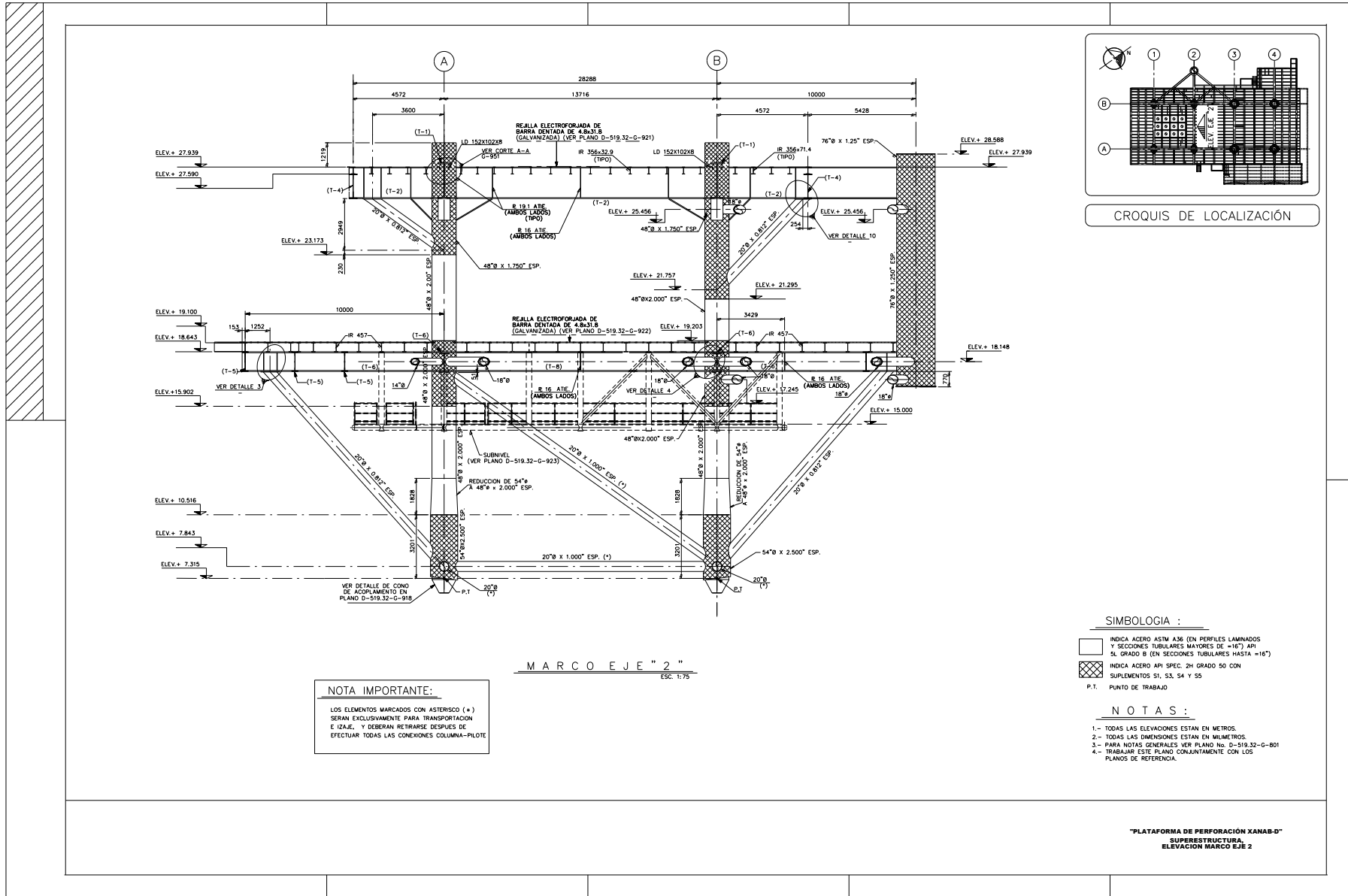
SIMBOLOGIA :

- INDICA ACERO ASTM A36 (EN PERFILES LAMINADOS Y SECCIONES TUBULARES MAYORES DE +16") AP. SI, GRADO B (EN SECCIONES TUBULARES HASTA +16")
- ▨ INDICA ACERO API SPEC. 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5
- P.T. PUNTO DE TRABAJO

NOTAS :

- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS.
- 2.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
- 3.- PARA NOTAS GENERALES VER PLANO No. D-519.32-G-801
- 4.- TRABAJAR ESTE PLANO CONJUNTAMENTE CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.

"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D" SUPERESTRUCTURA,



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

MARCO EJE " 2 "

**NOTA IMPORTANTE:**  
 LOS ELEMENTOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SERAN EXCLUSIVAMENTE PARA TRANSPORTACION E IZAJE, Y DEBERAN RETIRARSE DESPUES DE EFECTUAR TODAS LAS CONEXIONES COLUMNA-PLOTE

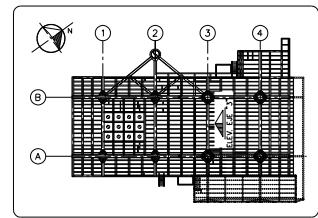
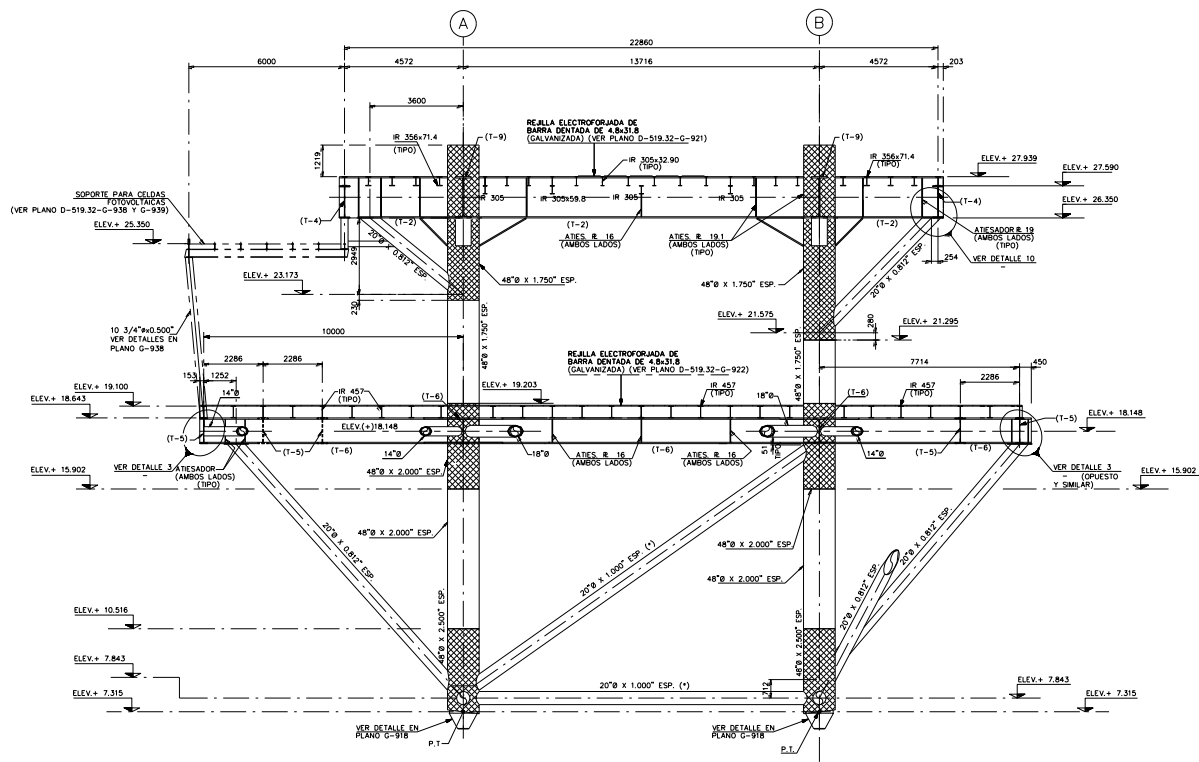
**SIMBOLOGIA :**

- INDICA ACERO ASTM A36 (EN PERFILES LAMINADOS Y SECCIONES TUBULARES MAYORES DE +16") API 5L GRADO B (EN SECCIONES TUBULARES HASTA +16")
- ▨ INDICA ACERO API SPEC. 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5
- P.T. PUNTO DE TRABAJO

**NOTAS :**

- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS.
- 2.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
- 3.- PARA NOTAS GENERALES VER PLANO No. D-519.32-G-801
- 4.- TRABAJAR ESTE PLANO CONJUNTAMENTE CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.

"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
 SUPERESTRUCTURA  
 ELEVACION MARCO EJE 2



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

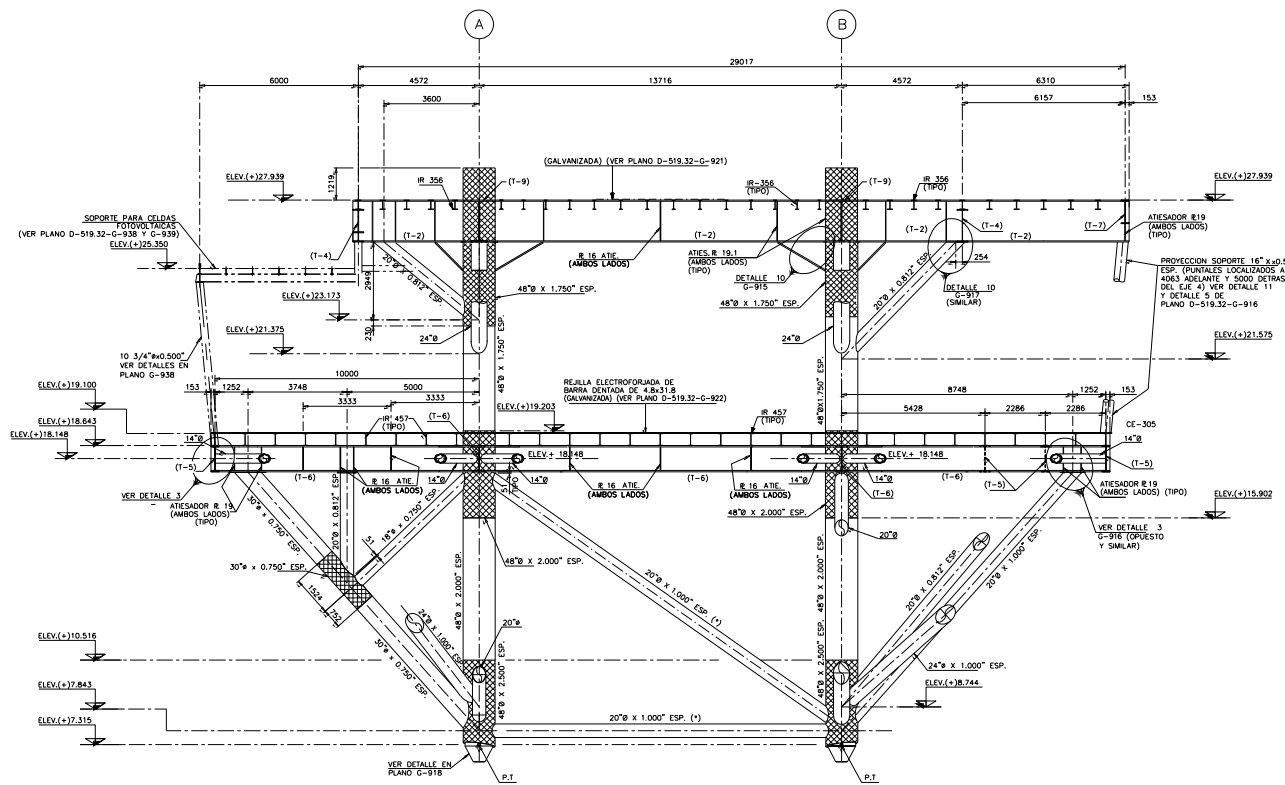
**NOTA IMPORTANTE:**  
 LOS ELEMENTOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SERÁN EXCLUSIVAMENTE PARA TRANSPORTACIÓN E IZAJE, Y DEBERÁN RETIRARSE DESPUÉS DE EFECTUAR TODAS LAS CONEXIONES COLUMNA-PILOTE

MARCO EJE "3"  
 ESC. 1:75

- SIMBOLOGIA :**
- INDICA ACERO ASTM A36 (EN PERFILES LAMINADOS Y SECCIONES TUBILARES MAYORES DE =16") API 5L GRADO B (EN SECCIONES TUBILARES HASTA =16")
  - ▨ INDICA ACERO API SPEC. 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5
  - P.T. PUNTO DE TRABAJO
- NOTAS :**
- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS.
  - 2.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
  - 3.- PARA NOTAS GENERALES VER PLANO No. D-519.32-G-801
  - 4.- TRABAJAR ESTE PLANO CONJUNTAMENTE CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.

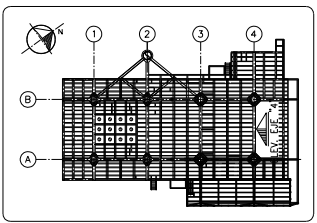
"PLATAFORMA DE PERFORACIÓN XANAB-D"  
 SUPERESTRUCTURA  
 ELEVACION MARCO EJE 3





MARCO EJE " 4 " ESC: 1:75

**NOTA IMPORTANTE:**  
 LOS ELEMENTOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SERAN EXCLUSIVAMENTE PARA TRANSPORTACION E IZAJE, Y DEBERAN RETIRARSE DESPUES DE EFECTUAR TODAS LAS CONEXIONES COLUMNA-PILOTE

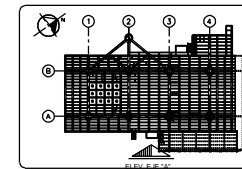


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

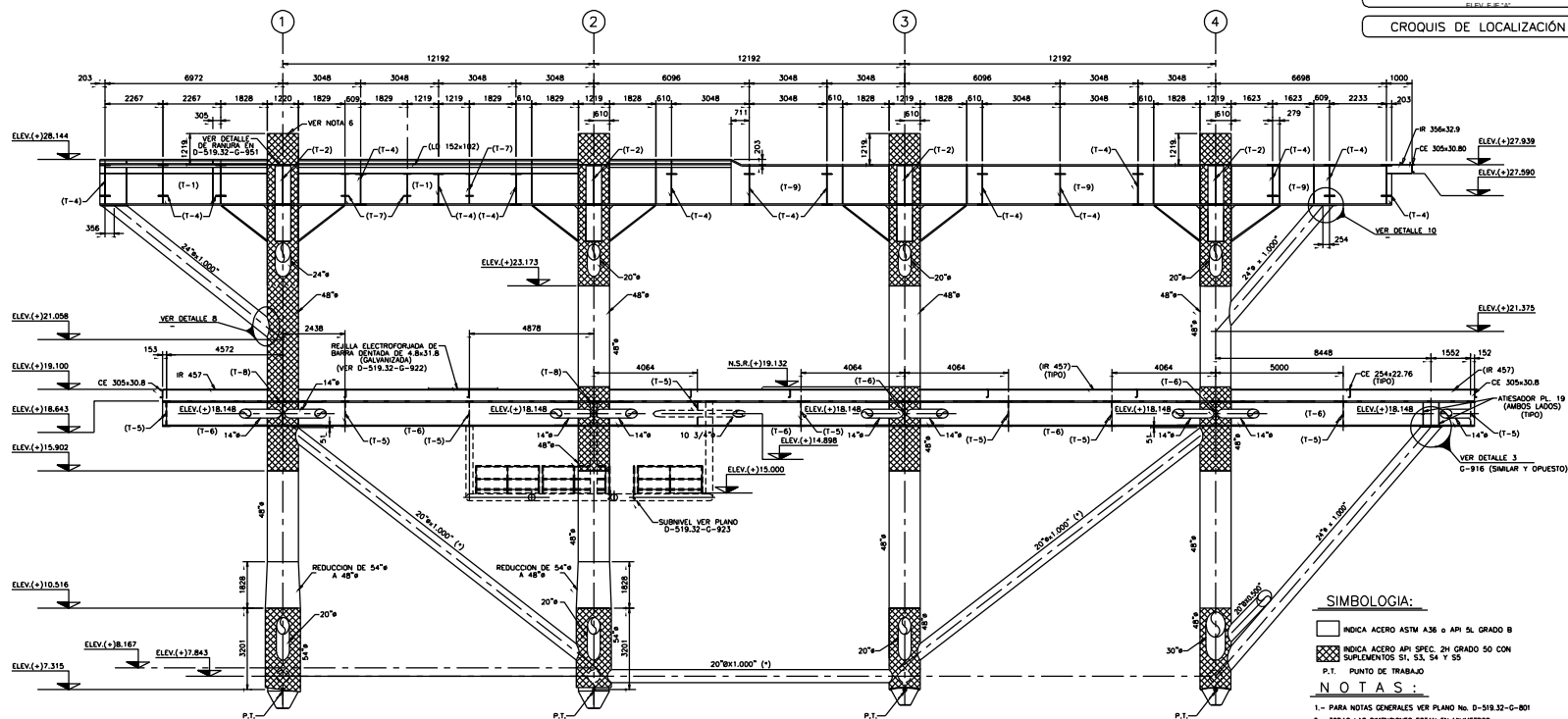
- SIMBOLOGIA**
- INDICA ACERO ASTM A36 (EN PERFILES LAMINADOS Y SECCIONES TUBULARES MAYORES DE " 16" )
  - INDICA ACERO A572 (EN SECCIONES TUBULARES HASTA 16")
  - ▨ INDICA ACERO API SPEC. 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5
  - P.T. PUNTO DE TRABAJO

- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS.
  - 2.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
  - 3.- PARA NOTAS GENERALES VER PLANO No. D-519.32-G-801
  - 4.- VER TABLA DE NOMENCLATURA DE TRABES ARMADAS T-1 A T-13 EN PLANO D-519.32-G-254.
  - 5.- TRABAJAR ESTE PLANO CONJUNTAMENTE CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.

"PLATAFORMA DE PERFORACIÓN XANAB-D" SUPERESTRUCTURA ELEVACION MARCO EJE 4



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



**SIMBOLOGIA:**

- INDICA ACERO ASTM A36 o API 5L GRADO B
- INDICA ACERO API SPEC. 2H GRADO 50 CON SUPLEMENTOS S1, S3, S4 Y S5
- P.T. PUNTO DE TRABAJO

**NOTAS:**

- 1.- PARA NOTAS GENERALES VER PLANO No. D-519.32-G-801
- 2.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
- 3.- TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS REFERIDAS AL N.M.M.
- 4.- VER TABLA DE NOMENCLATURA DE TRABES ARMADAS T-1 A T-13 EN PLANO D-519.32-G-908
- 5.- TRABAJAR ESTE PLANO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE REFERENCIA.
- 6.- LA EXTENSION DE COLUMNAS ES PARA COLOCACION DE MUÑONES PARA IZAJE.

**NOTA IMPORTANTE:**  
 LOS ELEMENTOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SERAN EXCLUSIVAMENTE PARA TRANSPORTACION E IZAJE, Y DEBERAN RETIRARSE DESPUES DE EFECTUAR TODAS LAS CONEXIONES COLUMNA-PILOTE

ELEVACION MARCO EJE "A"  
 ESC. 1/75

"PLATAFORMA DE PERFORACION XANAB-D"  
 SUPERESTRUCTURA,  
 ELEVACION MARCO EJE A Y B



## RESUMEN DEL LEVANTAMIENTO GEOFISICO

### Introducción

El propósito de esta sección es de resumir los resultados y hallazgos del levantamiento geofísico de alta resolución realizado en el área del sondeo XANAB-B con relación al diseño y la instalación de una plataforma marina. Una evaluación detallada del fondo marino y de las condiciones geológicas submarinas someras para el área del sondeo XANAB-B se presenta en el reporte geofísico, Reporte Número 03.24113032-9 (Fugro Chance de México, S.A. de C.V., 2011).

### Tirante de Agua y Topografía del Fondo Marino

Los tirantes de agua en el área varían desde aproximadamente 21.9 m en el vértice sureste hasta 26.3 m en el vértice noroeste. La pendiente regional es suave, ligeramente ondulada, de aproximadamente 0.13 por ciento (0.08 grados) hacia el nor-noroeste. En casi toda el área estudiada, la topografía del fondo marino es ligeramente ondulada por la variación de la elevación de las dunas de arena con alturas de entre 0.5 y 1.5 m. La profundidad del agua en el sitio propuesto para la plataforma XANAB-B es de aproximadamente 23.8 m (NMM).

### Condiciones del Suelo

El registro del sondeo geotécnico indica que la capa de suelos superficiales tiene un espesor de 24.1 m en el sitio perforado y consisten de arenas finas y finas limosas, medio compactas a compactas. A mayor profundidad, la estratigrafía encontrada se caracteriza por estratos de arcillas y arcillas calcáreas, intercalados con estratos de arenas finas, algunas limosas o arcillosas, presentes hasta la profundidad máxima del sondeo (131.2 m). Desde los suelos superficiales y hasta una profundidad aproximada de entre 140 y 160 m debajo del fondo marino se interpreta la presencia de suelos aparentemente redistribuidos por canales y/o corrientes en el pasado. Debajo de estas profundidades y hasta la profundidad máxima del estudio, la estratigrafía es mayormente continua y paralela. Se espera que los suelos correspondan a estratos de arenas intercalados con estratos de arcillas y limos.

### Rasgos Geológicos y Riesgos

Se espera que los suelos del fondo marino y la capa superficial de sedimentos se caractericen por arenas móviles que forman dunas con alturas de entre 0.5 y 1.5 m, en amplias zonas del área de estudio, principalmente a lo largo del margen sur y en el vértice noroeste. Se interpreta la existencia de un canal enterrado localizado en el vértice suroeste y la parte sur del área de estudio, el cual presenta su cima a 0.5 m y su base entre 2 y 6.7 m, aproximadamente, bajo el fondo del mar. Se identificaron dos fallas geológicas normales ubicadas en la mitad norte del área de estudio, ambas con trayectorias de orientación noreste a suroeste y buzamientos mixtos. Estas fallas se observan enterradas entre 155 y 260 m bajo el lecho marino y se interpretan como fallas inactivas.

### Condiciones Causadas por el Hombre u Otras

Aproximadamente a 80 m al oeste-noroeste de la localización central del estudio se observa una pequeña anomalía que aparenta ser el cabezal de un pozo. Se identificó una tubería submarina que cruza toda la retícula del estudio, la cual se observa enterrada entre 0.2 y 0.9 m en casi toda su trayectoria, excepto en una pequeña zona al noreste de la localización central donde se observa expuesta por una longitud aproximada de 60 m. Se identificaron cinco posibles desechos en el fondo marino: dos en la parte norte, una en el centro, otra en el este y otra en la parte suroeste. Los objetos tienen dimensiones horizontales aproximadas que varían desde 22.8 hasta 1.8 m, y ninguno parece extenderse arriba del fondo marino circundante.

## Evaluación de Condiciones

Consideramos que las condiciones en el sitio propuesto para la PLATAFORMA XANAB-B son favorables para un pozo exploratorio o la instalación de una estructura costa afuera.

## ANÁLISIS DE DISEÑO DE PILOTES

La información para el diseño de pilotes desarrollada como parte de este estudio, incluye las capacidades axiales últimas, los datos de carga axial-movimiento del pilote (t-z y Q-z), los datos de la resistencia del suelo-deflexión del pilote (p-y), la capacidad de carga del fondo marino y la resistencia del suelo al hincado continuo. Los métodos analíticos utilizados para desarrollar esta información se presentan brevemente en los siguientes párrafos. Una discusión más detallada acerca de estos métodos se presenta en el Apéndice C.

### Capacidad Axial del Pilote

**Método de Análisis.** El cálculo de la capacidad axial última de pilotes tubulares de punta abierta hincados se realizó utilizando el método de análisis estático, el cual consiste principalmente en procedimientos y recomendaciones presentados en el API RP 2GEO (2011) para los suelos sílicos. En este método de análisis estático, la capacidad de compresión última de un pilote para una penetración específica, se toma como la suma de la resistencia de fricción por el fuste y la resistencia de punta. La capacidad de carga depende de las condiciones del suelo bajo la punta del pilote, hasta una profundidad de 3 a 9 veces el diámetro del pilote. Debido a la incertidumbre en las condiciones del suelo bajo la profundidad final del sondeo, se adoptó una opción conservadora en la extrapolación de los parámetros de resistencia de punta bajo la profundidad final del sondeo. No se considera el componente de la resistencia de punta cuando se calcula la capacidad última en tensión. Tampoco consideramos el peso efectivo del pilote ni del tapón de suelo en nuestro análisis.

La resistencia de fricción y la resistencia de punta de los pilotes, fueron calculadas de acuerdo con el API RP 2GEO (2011), Sección 8, para suelos sílicos. Estos métodos de predicción de la capacidad axial última del pilote se discuten en el Apéndice C y se utilizaron con los valores interpretados de la resistencia al esfuerzo cortante y del peso volumétrico sumergido presentados en las Figuras 17 y 18, respectivamente, con el fin de calcular los perfiles de resistencia unitaria de fricción y de resistencia unitaria de punta.

**Capacidad Última del Pilote.** Los valores de la resistencia unitaria de fricción y de la resistencia unitaria de punta presentados gráficamente en las Figuras 19 y 20, respectivamente, se utilizaron para calcular las capacidades últimas de compresión y de tensión de pilotes tubulares de punta abierta de 914, 1067, 1219, 1372, 1524, 1676 y 1829 mm (36, 42, 48, 54, 60, 66 y 72 pulg.) de diámetro hincados a varias penetraciones en el lugar del sondeo. Las curvas de capacidad última de compresión y de tensión para éstos diámetros de pilotes tubulares de punta abierta se presentan en las Figuras 21a a 21g. La tabla que se incluye a continuación presenta las capacidades axiales últimas de pilotes a la penetración final del sondeo geotécnico de 131.2 m:

Diámetro del Pilote	Capacidad Axial del Pilote, MN	
	Tensión	Compresión
914 mm (36 pulg.)	35.9	37.6
1067 mm (42 pulg.)	41.8	44.2
1219 mm (48 pulg.)	47.8	50.8
1372 mm (54 pulg.)	53.8	57.6
1524 mm (60 pulg.)	59.8	64.5
1676 mm (66 pulg.)	65.8	71.5
1829 mm (72 pulg.)	71.7	78.5

**Parámetros de Resistencia de Suelos.** Una tabla con parámetros de resistencia de suelos y valores de los pesos unitarios sumergidos, utilizados en el cómputo de diseños estáticos de pilotes se presenta a continuación.

Estrato	Capa	Descripción	Prof. [m]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$S_u$ [kPa]	Phi	Delta	$N_q$	$f_{max}$ [kPa]	$Q_{max}$ [kPa]	$K_c$	$K_r$
I	1	Arena	0.00	9.43		25	20	12	67.0	2873	0.8	0.8
			4.57	9.11		25	20	12	67.0	2873	0.8	0.8
	2	Arena	4.57	7.85		25	20	12	67.0	2873	0.8	0.8
			14.02	9.11		25	20	12	67.0	2873	0.8	0.8
	3	Arena	14.02	9.11		35	30	40	95.8	9576	0.8	0.8
24.10			9.43		35	30	40	95.8	9576	0.8	0.8	
II	4	Arcilla	24.10	9.43	239.4							
			29.87	9.43	162.8							
			29.87	9.43	162.8							
	5	Arcilla	29.87	9.43	162.8							
			35.40	8.17	215.5							
III	6	Arena	35.40	9.11		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
			40.54	7.85		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
	7	Arena	40.54	7.85		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
			43.89	9.43		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
	8	Arena	43.89	9.43		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
			49.68	9.43		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
	9	Arena	49.68	9.43	287.3	30	25		81.4		0.8	0.8
con Arcilla			52.70	9.43	287.3	30	25		81.4		0.8	0.8
IV	10	Arena	52.70	9.43		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
			60.96	9.43		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
	11	Arena	60.96	9.43		35	30	40	95.8	9576	0.8	0.8
			70.10	9.43		35	30	40	95.8	9576	0.8	0.8
	12	Arena	70.10	9.43		35	30	40	95.8	9576	0.8	0.8
			Arena	73.15	9.13		35	30	40	95.8	9576	0.8
	13	Arena	73.16	9.13		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
			76.50	8.80		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8



V	14	Arcilla	76.50	8.80	239.4							
			81.38	8.54	215.5							
	15	Arcilla	81.38	8.54	215.5							
			94.50	7.85	215.5							
VI	16	Arena	94.50	8.95	293.4	25	20	67.0	0.8	0.8		
		con Arcilla	97.53	10.21	293.4	25	20	67.0	0.8	0.8		
	17	Arena	97.53	10.21	239.4	25	20	67.0	0.8	0.8		
		con Arcilla	107.00	10.21	239.4	25	20	67.0	0.8	0.8		
VII	18	Arena	107.00	9.90		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
			115.82	9.90		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
	19	Arena	115.82	9.90		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
			121.92	9.27		30	25	20	81.4	4788	0.8	0.8
	20	Arena	121.92	9.27		35	30	40	95.8	9576	0.8	0.8
			129.53	9.27		35	30	40	95.8	9576	0.8	0.8
	21	Arena	129.53	9.27	287.3	35	30		95.8		0.8	0.8
			con Arcilla	131.20	9.27	287.3	35	30		95.8		0.8

Para un diseño de esfuerzos de operación (WSD), API RP 2A-WSD (2000) recomienda que las penetraciones de los pilotes se seleccionen para proporcionar los siguientes factores de seguridad:

Condiciones de Carga	FS
<input type="checkbox"/> Cargas normales de operación	$\geq 2.0$
<input type="checkbox"/> Cargas máximas de diseño de tormentas	$\geq 1.5$

Estos factores de seguridad deben ser aplicados a las cargas de diseño de compresión y de tensión.

#### Datos de Transferencia de Carga Axial

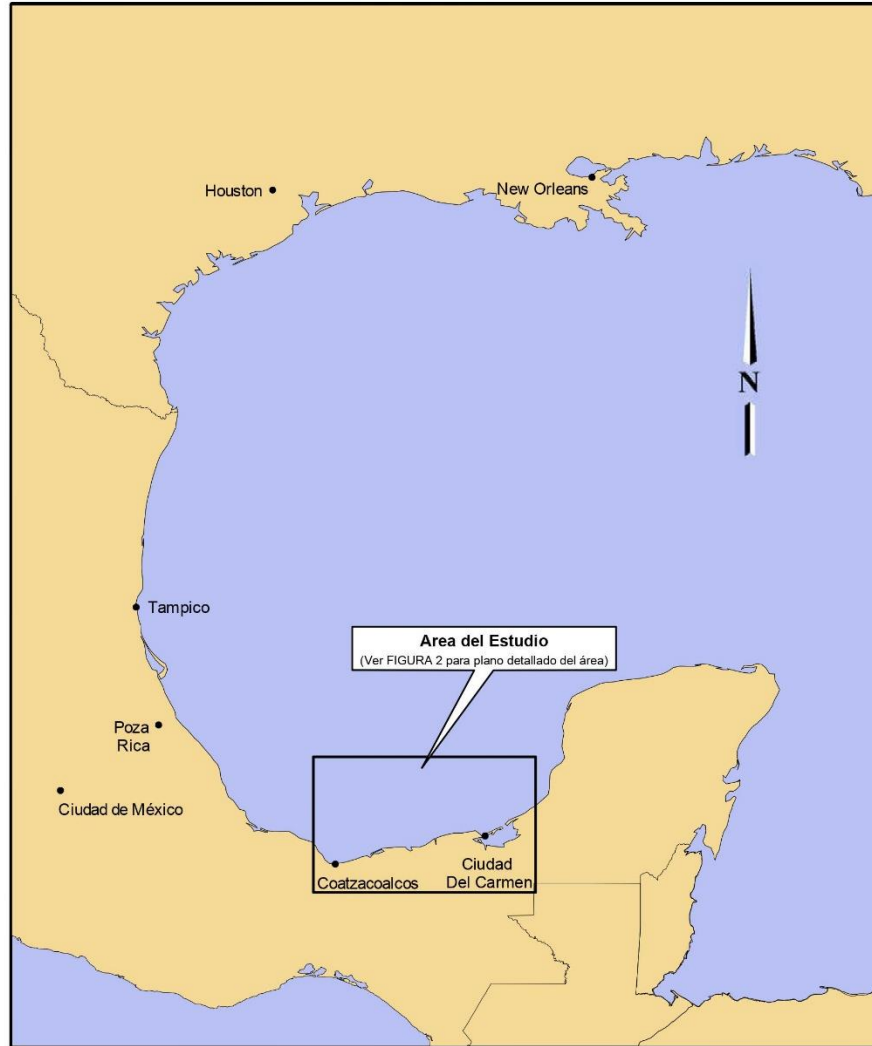
Los análisis de carga axial-movimiento del pilote probablemente serán realizados por el diseñador de la estructura utilizando una solución de computadora basada en los métodos desarrollados por Reese (1964) y Matlock et al. (1976). Estos métodos tratan a los pilotes como una serie de elementos discretos representados por resortes lineales sujetos a la acción de resortes no lineales que representan el suelo. Los resortes no lineales se conocen como curvas t-z y Q-z. Los datos de entrada para las soluciones de computadora incluyen: (1) dimensiones y propiedades del material del pilote, (2) características de transferencia de carga del suelo alrededor del pilote, y (3) la relación entre la carga de la punta del pilote y el movimiento de la punta del pilote. Las curvas de transferencia de carga axial (t-z y Q-z) para pilotes hincados fueron desarrolladas usando uno o más de los procedimientos siguientes: (1) procedimientos descritos en el API RP 2GEO (2011) para suelos cohesivos y arenas sílicas a calcáreas, y (2) una relación elasto-plástica propuesta por Wiltse et al. (1988) para suelos granulares carbonatados. Los procedimientos se detallan en el Apéndice C. Las Figuras 22aa y 22ab a 22ga y 22gb presentan los resultados y los datos de carga de fuste-movimiento axial (t-z) para pilotes tubulares hincados de 914, 1067, 1219, 1372, 1524, 1676 y 1829 mm (36, 42, 48, 54, 60, 66 y 72 pulg.) de diámetro, respectivamente. En el desarrollo de los datos t-z para las arcillas, se usa una degradación posterior a la carga máxima en la adhesión entre suelo y pilote del 10 por ciento para condiciones de carga estática. Los datos de carga de punta-movimiento de punta (Q-z) para estos pilotes tubulares se presentan en las Figuras 23aa y 23ab a 23ga y 23gb.

Fecha:

Dibujó:

Fecha:  
Fecha:

Revisó:  
Aprobó:



### PLANO DEL AREA

Sondeo: XANAB-B  
Bahía de Campeche, México

Fecha:

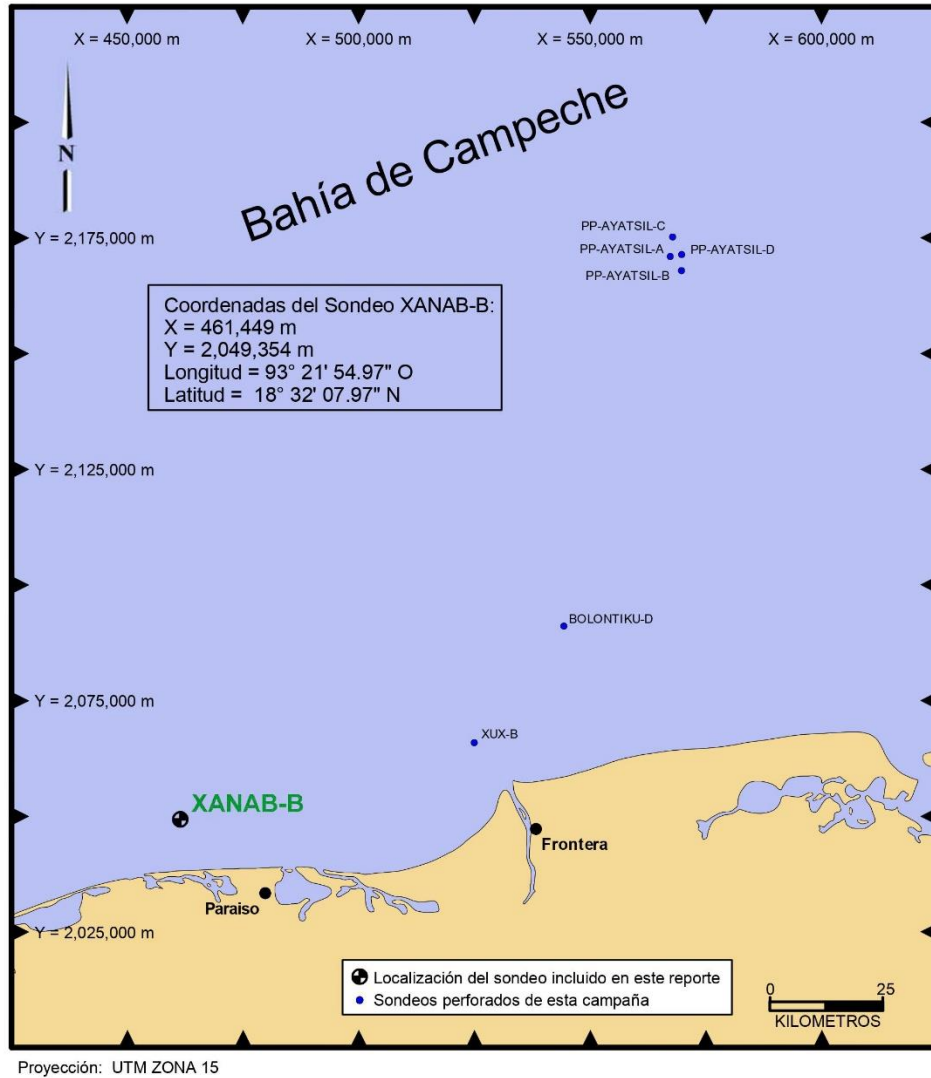
Dibujó:

Fecha:

Revisó:

Fecha:

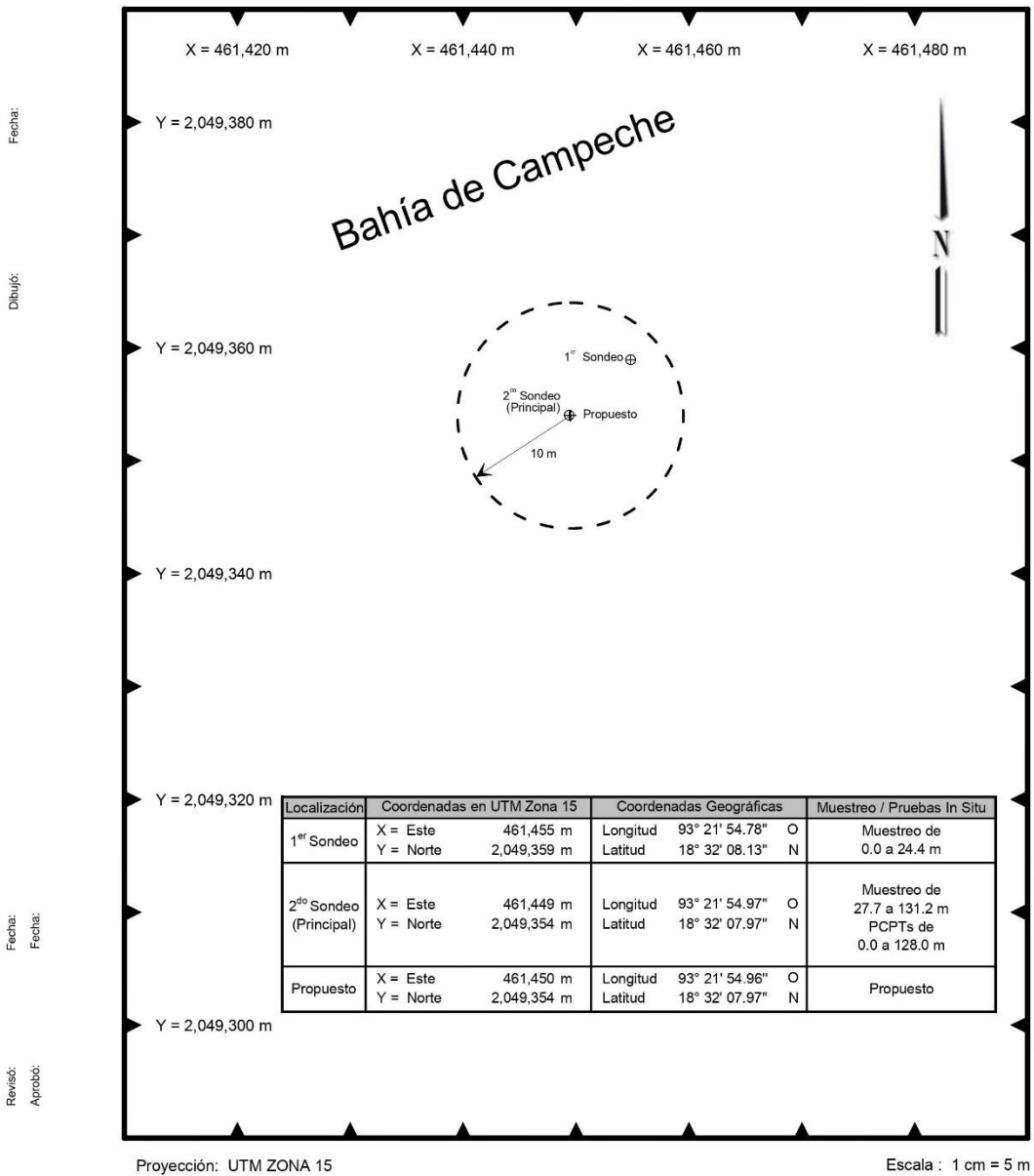
Aprobó:



**PLANO DETALLADO DEL AREA**

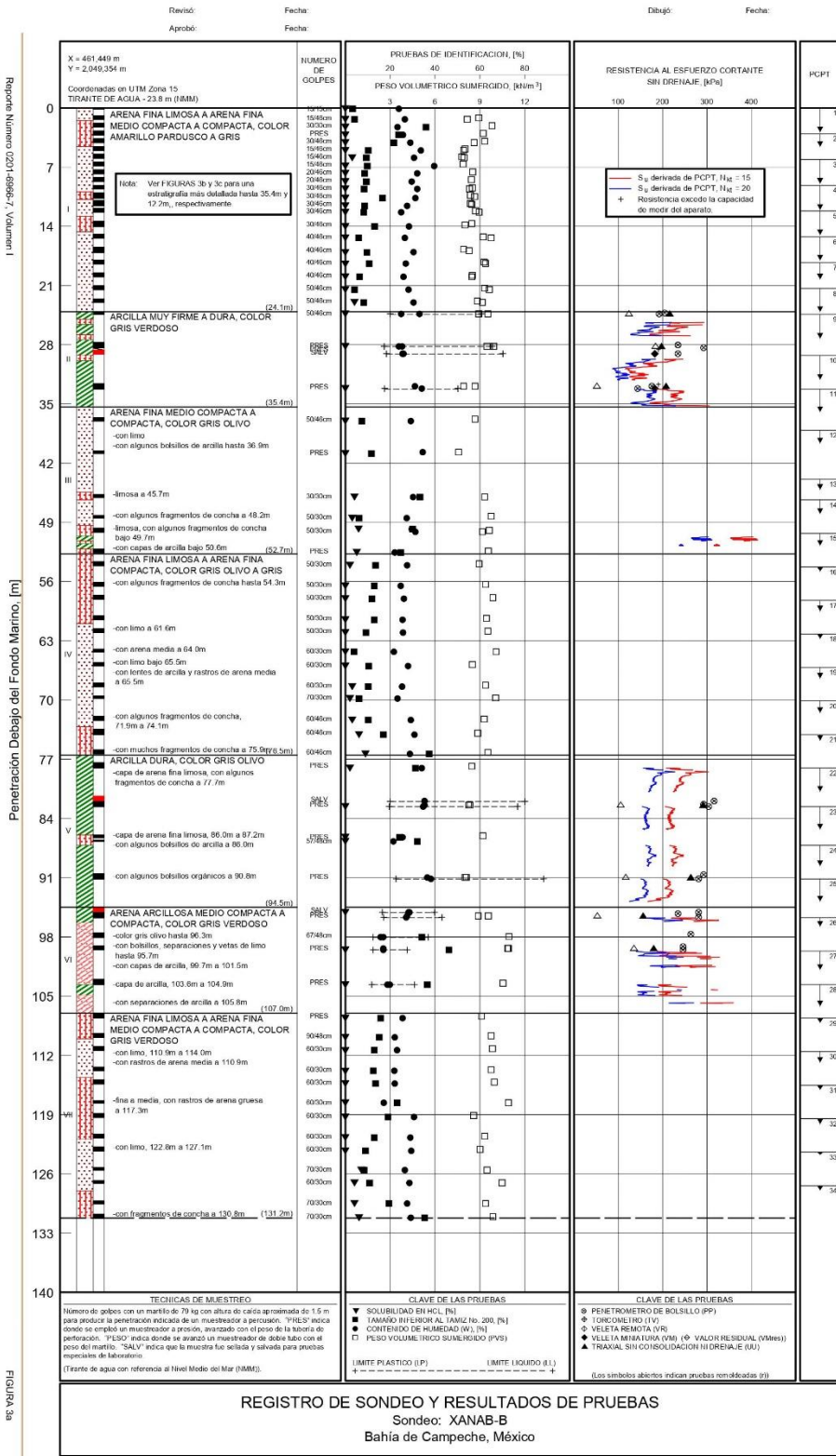
Sondeo: XANAB-B  
 Bahía de Campeche, México





### PLANO DE UBICACION DE SONDEOS

Sondeo: XANAB-B  
Bahía de Campeche, México







## TERMINOS Y SIMBOLOS USADOS EN EL REGISTRO DE SONDEO

**TIPO DE SUELO**

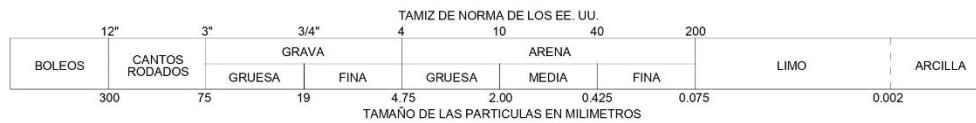
Arena	Limo	Arcilla	Grava	Escombro
Arena Limosa	Limo Arenoso	Arcilla Arenosa	Turba o Altamente Orgánico	Coral
Arena Arcillosa	Limo Arcilloso	Arcilla Limosa	Roca	Concha

**TIPO DE MUESTREADOR**


Fecha:

Dibujó:

### TAMAÑO DE LAS PARTICULAS<sup>(1, 2)</sup>



### RESISTENCIA DE SUELOS COHESIVOS<sup>(3)</sup>

Consistencia	Resistencia al Esfuerzo Cortante sin Drenaje	
	Kips por pie cuadrado	Kilopascales
Muy Blanda	< 0.25	< 12
Blanda	0.25 a 0.50	12 a 25
Media	0.50 a 1.00	25 a 50
Firme	1.00 a 2.00	50 a 100
Muy Firme	2.00 a 4.00	100 a 200
Dura	4.00 a 8.00	200 a 400
Muy Dura	> 8.00	> 400

### DENSIDAD DE SUELOS GRANULARES<sup>(4)</sup>

Denominación	*Densidad Relativa, %
Muy Suelta	< 15
Suelta	15 a 35
Medio Compacta	35 a 65
Compacta	65 a 85
Muy Compacta	> 85

\*Estimada por el número de golpes y/o CPT

### ESTRUCTURA DEL SUELO

- Bolsillo..... Inclusión de material de textura diferente, de tamaño menor al diámetro de la muestra.
- Entremezclado..... Compuesta de bolsillos de diferentes tipos de suelo donde no hay evidencias de estructura laminada o estratificada.
- Laminado..... Compuesta por separaciones o láminas consecutivas de diferentes tipos de suelos.
- Estratificado..... Compuesta por lentes, vetas y capas consecutivas de diferentes tipos de suelo.
- En Placas..... Presencia de placas regulares, delgadas, planas y discretas, al romper la muestra.
- En Bloques..... Compuesta por pequeños trozos angulares que son resistentes a roturas adicionales.
- Pulido..... Aparacen superficies lisas y brillantes al hacer fallar la muestra.
- Deleznable..... La muestra se desmorona en pequeños trozos irregulares al ser manipulada.
- Expansiva..... Se observa un aumento del volumen de la muestra antes de ser extraída del muestreador.
- Gaseosa..... Aparecen burbujas en la superficie de la muestra, causadas típicamente por expulsión de gas.
- Cementada..... Partículas de material se adhieren entre ellas formando una masa intacta.
- Calcáreo..... Contiene una cantidad apreciable de carbonatos.

Fecha:

Fecha:

Revisó:

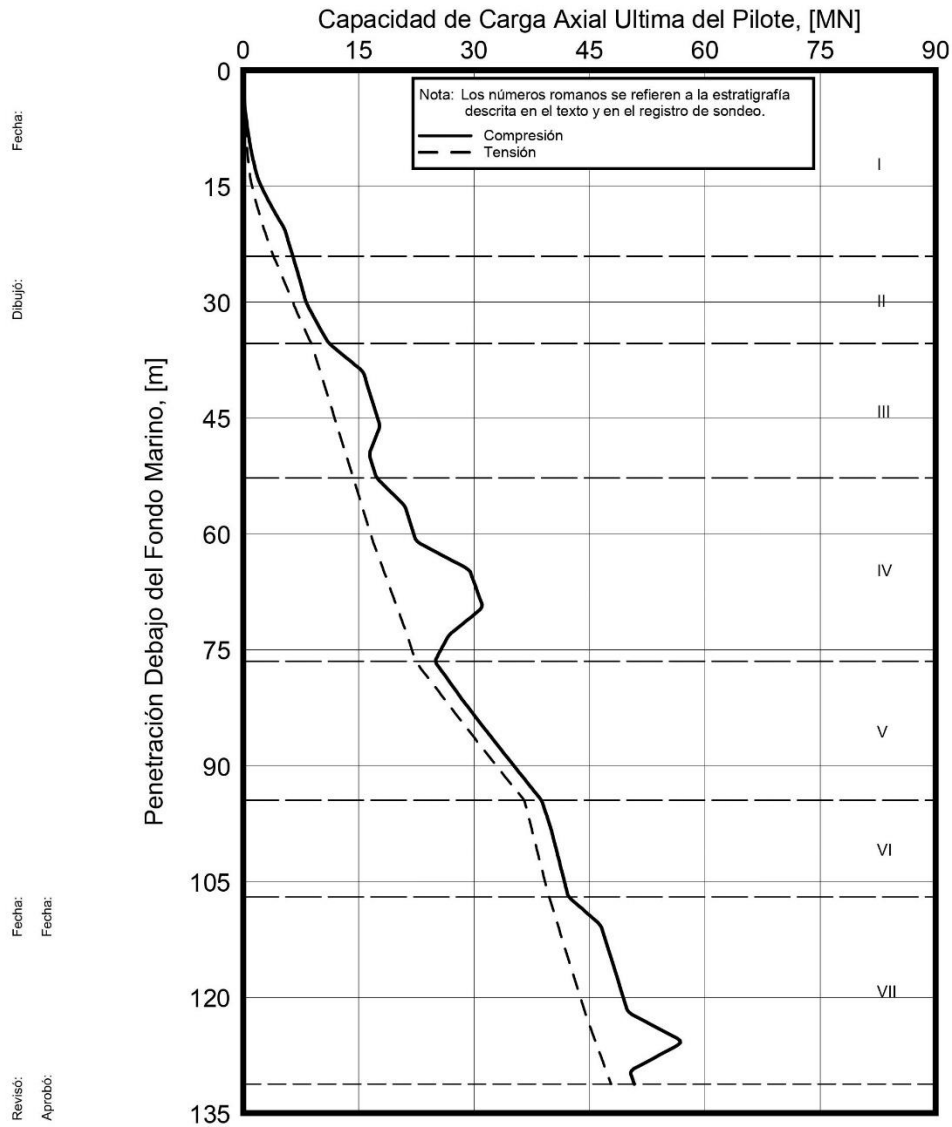
Aprobó:



### REFERENCIAS

- (1) ASTM D2487
- (2) ASTM D2488
- (3) Terzaghi & Peck (1967)
- (4) API RP 2GEO (2011)

La información presentada en cada registro del sondeo es una compilación de las condiciones subsuperficiales y de las clasificaciones de suelos y de rocas obtenidas del campo así como de las pruebas ejecutadas en el laboratorio. Los estratos han sido interpretados con procedimientos que son comúnmente aceptados. Las líneas de los estratos, como los presentados en el registro de sondeo, pueden ser de transición y aproximados. Los tirantes de agua han sido medidos en el lugar y a la hora indicados, y pueden variar con el tiempo, las condiciones geológicas o actividades constructivas.



**CAPACIDAD DE CARGA AXIAL ULTIMA DEL PILOTE**  
 Método API RP 2GEO (2011)  
 Pilotes Tubulares Hincados de 1219 mm (48 pulg.) en Diámetro  
 Sondeo: XANAB-B  
 Bahía de Campeche, México



Fecha:

Dibujo:

Fecha:

Fecha:

Revisó:

Aprobó:

PENETRACION DEBAJO DEL FONDO MARINO (m)	PUNTOS DE LA CURVA								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
0.00	t	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
4.57	t	0.0	3.7	6.2	9.3	11.1	12.3	12.3	12.3
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
9.45	t	0.0	7.2	12.0	18.0	21.6	24.0	24.0	24.0
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
14.02	t	0.0	10.7	17.8	26.8	32.1	35.7	35.7	35.7
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
14.02	t	0.0	17.0	28.3	42.4	50.9	56.6	56.6	56.6
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
23.47	t	0.0	28.7	47.9	71.8	86.2	95.8	95.8	95.8
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
24.08	t	0.0	28.7	47.9	71.8	86.2	95.8	95.8	95.8
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
24.08	t	0.0	35.0	58.3	87.5	105.0	116.6	105.0	105.0
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
24.99	t	0.0	34.0	56.6	85.0	102.0	113.3	102.0	102.0
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
27.43	t	0.0	32.9	54.9	82.4	98.8	109.8	98.8	98.8
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
29.87	t	0.0	31.5	52.4	78.7	94.4	104.9	94.4	94.4
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
35.36	t	0.0	39.3	65.5	98.3	117.9	131.0	117.9	117.9
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
35.36	t	0.0	24.4	40.7	61.0	73.3	81.4	81.4	81.4
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
60.96	t	0.0	24.4	40.7	61.0	73.3	81.4	81.4	81.4
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
60.96	t	0.0	28.7	47.9	71.8	86.2	95.8	95.8	95.8
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
73.15	t	0.0	28.7	47.9	71.8	86.2	95.8	95.8	95.8
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
73.15	t	0.0	24.4	40.7	61.0	73.3	81.4	81.4	81.4
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
76.50	t	0.0	24.4	40.7	61.0	73.3	81.4	81.4	81.4
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
76.50	t	0.0	61.3	102.1	153.2	183.8	204.2	183.8	183.8
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
81.38	t	0.0	59.9	99.8	149.7	179.6	199.5	179.6	179.6
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2

Notas: 1. "t" es adhesión suelo-pilote movilizada, [kPa].  
 2. "z" es desplazamiento axial del pilote, [mm].  
 3. Datos de tensión y compresión coinciden.

### DATOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA AXIAL (DATOS T-Z)

Método API RP 2GEO (2011)

Pilotes Tubulares Hincados de 1219 mm (48 pulg.) en Diámetro

Sondeo: XANAB-B

Bahía de Campeche, México

Fecha:

Dibujo:

Fecha:

Fecha:

Revisó:

Aprobó:

PENETRACION DEBAJO DEL FONDO MARINO (m)	PUNTOS DE LA CURVA								
		1	2	3	4	5	6	7	8
94.49	t	0.0	64.1	106.8	160.2	192.2	213.5	192.2	192.2
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
94.49	t	0.0	20.1	33.5	50.3	60.3	67.0	67.0	67.0
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
106.98	t	0.0	20.1	33.5	50.3	60.3	67.0	67.0	67.0
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
106.98	t	0.0	24.4	40.7	61.0	73.3	81.4	81.4	81.4
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
121.92	t	0.0	24.4	40.7	61.0	73.3	81.4	81.4	81.4
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
121.92	t	0.0	28.7	47.9	71.8	86.2	95.8	95.8	95.8
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2
131.22	t	0.0	28.7	47.9	71.8	86.2	95.8	95.8	95.8
	z	0.0	2.0	3.8	6.9	9.8	12.2	24.4	1219.2

Notas: 1. "t" es adhesión suelo-pilote movilizada, [kPa].  
 2. "z" es desplazamiento axial del pilote, [mm].  
 3. Datos de tensión y compresión coinciden.

### DATOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA AXIAL (DATOS T-Z)

Método API RP 2GEO (2011)

Pilotes Tubulares Hincados de 1219 mm (48 pulg.) en Diámetro

Sondeo: XANAB-B

Bahía de Campeche, México



Fecha:

Dibujo:

Fecha:

Fecha:

Revisó:

Aprobó:

PENETRACION DEBAJO DEL FONDO MARINO (m)	PUNTOS DE LA CURVA							
		1	2	3	4	5	6	7
30.48	Q	0.000	0.443	0.886	1.329	1.595	1.772	1.772
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
35.36	Q	0.000	0.566	1.132	1.698	2.037	2.264	2.264
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
39.01	Q	0.000	1.397	2.795	4.192	5.031	5.590	5.590
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
46.02	Q	0.000	1.397	2.795	4.192	5.031	5.590	5.590
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
49.68	Q	0.000	0.755	1.509	2.264	2.717	3.018	3.018
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
52.73	Q	0.000	0.755	1.509	2.264	2.717	3.018	3.018
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
56.39	Q	0.000	1.397	2.795	4.192	5.031	5.590	5.590
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
60.96	Q	0.000	1.397	2.795	4.192	5.031	5.590	5.590
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
64.62	Q	0.000	2.795	5.590	8.385	10.062	11.180	11.180
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
69.49	Q	0.000	2.795	5.590	8.385	10.062	11.180	11.180
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
73.15	Q	0.000	1.333	2.667	4.000	4.800	5.334	5.334
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
76.50	Q	0.000	0.629	1.258	1.887	2.264	2.515	2.515
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
81.38	Q	0.000	0.566	1.132	1.698	2.037	2.264	2.264
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
94.49	Q	0.000	0.566	1.132	1.698	2.037	2.264	2.264
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
98.15	Q	0.000	0.629	1.258	1.887	2.264	2.515	2.515
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
106.98	Q	0.000	0.629	1.258	1.887	2.264	2.515	2.515
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
110.64	Q	0.000	1.397	2.795	4.192	5.031	5.590	5.590
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
121.92	Q	0.000	1.397	2.795	4.192	5.031	5.590	5.590
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
125.58	Q	0.000	2.795	5.590	8.385	10.062	11.180	11.180
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
125.88	Q	0.000	2.795	5.590	8.385	10.062	11.180	11.180
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2

Notas: 1. "Q" es resistencia de punta movilizada, [MN].  
2. "z" es desplazamiento axial de punta, [mm].

### DATOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA AXIAL (DATOS Q-Z)

Método API RP 2GEO (2011)

Pilotes Tubulares Hincados de 1219 mm (48 pulg.) en Diámetro

Sondeo: XANAB-B

Bahía de Campeche, México

Fecha:

Dibujó:

Fecha:

Fecha:

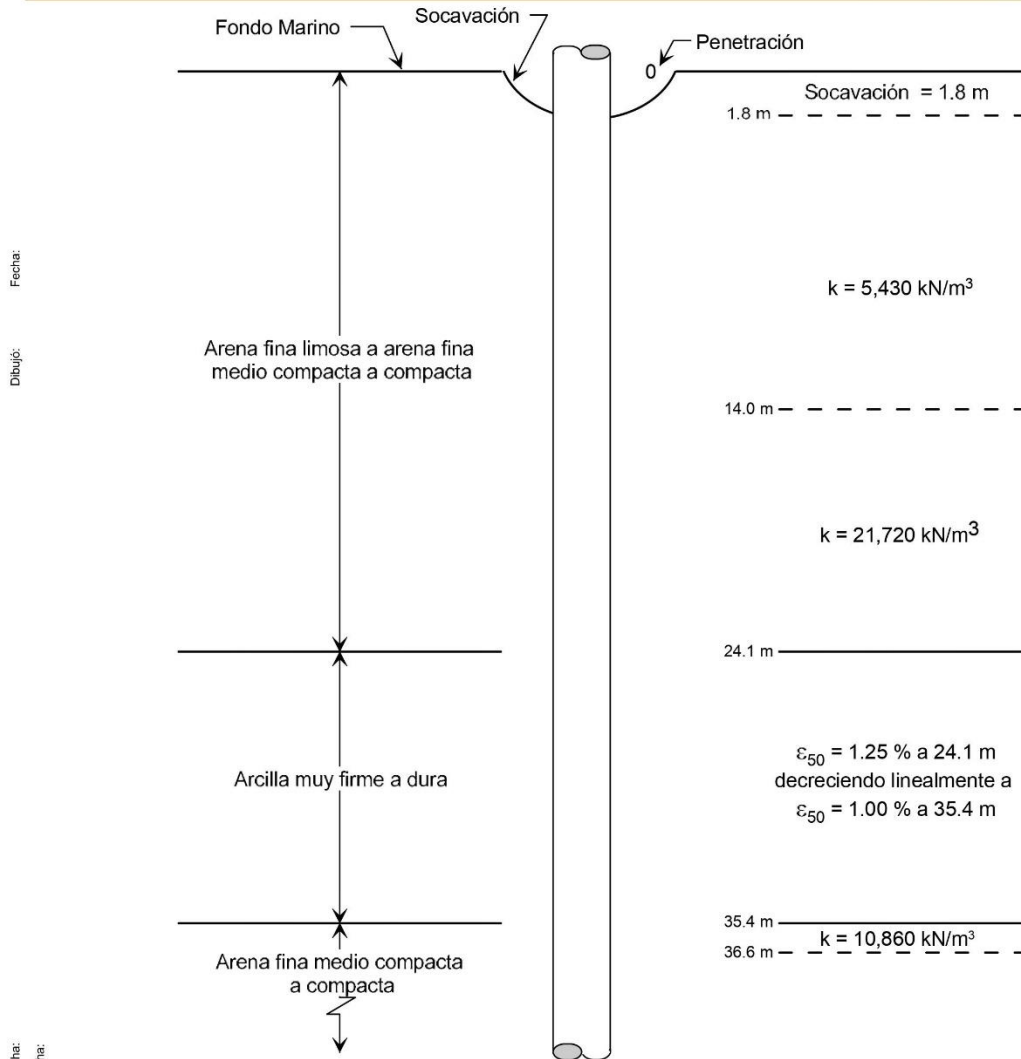
Revisó:

Aprobó:

PENETRACION DEBAJO DEL FONDO MARINO (m)	PUNTOS DE LA CURVA							
		1	2	3	4	5	6	7
129.54	Q	0.000	0.755	1.509	2.264	2.717	3.018	3.018
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2
131.22	Q	0.000	0.755	1.509	2.264	2.717	3.018	3.018
	z	0.0	2.4	15.8	51.2	89.0	121.9	1219.2

Notas: 1. "Q" es resistencia de punta movilizada, [MN].  
 2. "z" es desplazamiento axial de punta, [mm].

**DATOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA AXIAL**  
 (DATOS Q-Z)  
 Método API RP 2GEO (2011)  
 Pilotes Tubulares Hincados de 1219 mm (48 pulg.) en Diámetro  
 Sondeo: XANAB-B  
 Bahía de Campeche, México



Fecha:

Dibujó:

Fecha:

Fecha:

Revisó:

Aprobó:

**Notas:**

1.  $\epsilon_{50}$  es la deformación axial a la mitad del esfuerzo desviador máximo para suelos cohesivos.
2. Los parámetros de resistencia de diseño se presentan en la Figura 17.
3. Los pesos volumétricos sumergidos de diseño se presentan en la Figura 18.
4.  $k$  es el módulo de reacción horizontal de la subrasante para suelos sílicos y/o cálcareos granulares.

**ESTRATIGRAFIA Y PARAMETROS PARA DATOS P-Y**

Sondeo: XANAB-B  
Bahía de Campeche, México

Fecha:

Dibujo:

Fecha:

Fecha:

Revisó:

Aprobó:

PENETRACION DEBAJO DEL FONDO MARINO (m)	PUNTOS DE LA CURVA								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
0.00	p y	0 0.0	0 1219.2						
1.83	p y	0 0.0	0 1219.2						
3.05	p y	0 0.0	43 4.5	72 8.0	96 11.6	120 17.4	138 26.8	144 38.8	145 1219.2
4.57	p y	0 0.0	77 3.6	129 6.3	170 9.2	214 13.7	245 21.2	255 30.6	258 1219.2
5.79	p y	0 0.0	134 4.4	224 7.8	296 11.3	372 16.9	426 26.1	444 37.7	448 1219.2
7.01	p y	0 0.0	185 5.0	308 8.9	406 12.8	511 19.2	585 29.6	610 42.8	616 1219.2
8.23	p y	0 0.0	244 5.6	406 10.0	536 14.4	674 21.6	771 33.3	804 48.1	812 1219.2
10.67	p y	0 0.0	388 6.9	647 12.3	854 17.7	1074 26.5	1229 40.9	1281 59.1	1294 1219.2
13.72	p y	0 0.0	618 8.6	1031 15.2	1360 21.9	1711 32.9	1958 50.7	2040 73.3	2061 1219.2
14.02	p y	0 0.0	633 8.6	1054 15.2	1392 22.0	1750 32.9	2003 50.7	2088 73.3	2109 1219.2
14.02	p y	0 0.0	1516 5.1	2526 9.1	3335 13.2	4193 19.7	4800 30.4	5002 43.9	5052 1219.2
17.37	p y	0 0.0	2308 6.3	3846 11.2	5077 16.2	6385 24.2	7308 37.3	7616 54.0	7693 1219.2
20.73	p y	0 0.0	3264 7.5	5440 13.3	7181 19.2	9030 28.7	10336 44.3	10771 64.0	10880 1219.2
24.08	p y	0 0.0	3820 7.5	6367 13.4	8405 19.3	10570 28.9	12098 44.6	12608 64.5	12735 1219.2
24.08	p y	0 0.0	394 1.0	604 3.8	893 11.4	1313 38.1	1891 114.3	2627 304.8	2627 1219.2
29.87	p y	0 0.0	268 0.9	411 3.4	607 10.2	893 34.1	1286 102.4	1786 273.1	1786 1219.2
35.36	p y	0 0.0	355 0.8	544 3.0	804 9.1	1182 30.5	1702 91.4	2364 243.8	2364 1219.2
35.36	p y	0 0.0	3015 8.1	5024 14.4	6632 20.8	8341 31.1	9547 47.9	9948 69.3	10049 1219.2
36.58 (y debajo)	p y	0 0.0	3118 8.1	5197 14.4	6860 20.7	8627 31.1	9874 47.9	10290 69.3	10394 1219.2

Notas: 1. "p" es resistencia lateral del suelo, [kN/m].  
2. "y" es deformación lateral, [mm].

**DATOS P-Y**  
(CARGA ESTÁTICA)  
Método API RP 2GEO (2011)  
Pilotes Tubulares Hincados de 1219 mm (48 pulg.) en Diámetro  
Sondeo: XANAB-B  
Bahía de Campeche, México

Fecha:

Dibujo:

Fecha:

Fecha:

Revisó:

Aprobó:

PENETRACION DEBAJO DEL FONDO MARINO (m)	PUNTOS DE LA CURVA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0.00	p y	0 0.0	0 1219.2					
1.83	p y	0 0.0	0 1219.2					
3.05	p y	0 0.0	22 2.3	36 4.0	48 5.8	60 8.7	69 13.4	72 19.3
4.57	p y	0 0.0	77 3.6	129 6.3	170 9.2	214 13.7	245 21.2	258 30.6
5.79	p y	0 0.0	134 4.4	224 7.8	296 11.3	372 16.9	426 26.1	444 37.7
7.01	p y	0 0.0	185 5.0	308 8.9	406 12.8	511 19.2	585 29.6	610 42.8
8.23	p y	0 0.0	244 5.6	406 10.0	536 14.4	674 21.6	771 33.3	804 48.1
10.67	p y	0 0.0	388 6.9	647 12.3	854 17.7	1074 26.5	1229 40.9	1281 59.1
13.72	p y	0 0.0	618 8.6	1031 15.2	1360 21.9	1711 32.9	1958 50.7	2040 73.3
14.02	p y	0 0.0	633 8.6	1054 15.2	1392 22.0	1750 32.9	2003 50.7	2088 73.3
14.02	p y	0 0.0	1516 5.1	2526 9.1	3335 13.2	4193 19.7	4800 30.4	5002 43.9
17.37	p y	0 0.0	2308 6.3	3846 11.2	5077 16.2	6385 24.2	7308 37.3	7616 54.0
20.73	p y	0 0.0	3264 7.5	5440 13.3	7181 19.2	9030 28.7	10336 44.3	10771 64.0
24.08	p y	0 0.0	3820 7.5	6367 13.4	8405 19.3	10570 28.9	12098 44.6	12608 64.5
24.08	p y	0 0.0	394 1.0	604 3.8	893 11.4	1313 38.1	1891 114.3	1891 1219.2
29.87	p y	0 0.0	268 0.9	411 3.4	607 10.2	893 34.1	1286 102.4	1286 1219.2
35.36	p y	0 0.0	355 0.8	544 3.0	804 9.1	1182 30.5	1702 91.4	1702 1219.2
35.36	p y	0 0.0	3015 8.1	5024 14.4	6632 20.8	8341 31.1	9547 47.9	9948 69.3
36.58 (y debajo)	p y	0 0.0	3118 8.1	5197 14.4	6860 20.7	8627 31.1	9874 47.9	10290 69.3

Notas: 1. "p" es resistencia lateral del suelo, [kN/m].  
2. "y" es deformación lateral, [mm].

**DATOS P-Y**  
(CARGA CICLICA)  
Método API RP 2GEO (2011)  
Pilotes Tubulares Hincados de 1219 mm (48 pulg.) en Diámetro  
Sondeo: XANAB-B  
Bahía de Campeche, México