



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

PARTE B

3753-ZZ-RS-0000001

ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD



INDICE

1.	RESUMEN EJECUTIVO	1
2.	OBJETIVO DEL ESTUDIO	2
3.	BASES Y PREMISAS DEL ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD.....	3
3.1.	PLANTAS DEL PCPPP.....	3
3.2.	LOCALIZACIÓN.....	3
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS EN PESOS Y DIMENSIONES.....	6
3.4.	TRANSPORTE. PROCEDENCIA Y LLEGADA A BOLIVIA.....	8
4.	PLAN DE LOGISTICA DE MONTAJE E INSTALACIONES IN SITU DE LOS EQUIPOS CRITICOS.....	54
4.1.	ORGANIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CONTRATISTA Y DE YPFB.	54
4.2.	SERVICIOS DE APOYO A LA CONSTRUCCIÓN	63
4.3.	TRABAJOS PRELIMINARES	67
4.4.	ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS.	68
4.5.	LOGÍSTICA E IZAMIENTO.	70
4.6.	DISPONIBILIDAD DE RECURSOS EN SITIO.....	75
4.7.	SUB CONTRATOS Y PROVEEDORES.....	77
4.8.	FACTORES EXTERNOS.	79
5.	CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA SOLDADURA DE LOS EQUIPOS QUE INGRESEN EN PARTES Y DEBAN SOLDARSE EN EL SITIO DEL PROYECTO.....	79
5.1.	TALLER DE PREFABRICACIÓN.....	79
5.2.	EQUIPOS REQUERIDOS.	83
5.3.	VERIFICACIÓN DE COMPONENTES DE EQUIPOS A ENSAMBLAR.....	84
5.4.	SISTEMAS DE INSPECCIÓN Y CONTROL.....	85



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

5.5. FABRICACIÓN O ARMADO Y SOLDADURA87

5.6. RASTREABILIDAD DE MATERIAL.....88

**5.7. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA, CALIFICACIÓN DE SOLDADORES.
DOCUMENTACIÓN DE CALIDAD.92**

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES102



1. RESUMEN EJECUTIVO

Se plantea en este estudio una propuesta organizativa de la construcción del PCPPP de forma secuencial, desde la recepción de los equipos en los puertos cercanos de desembarque hasta su correcta instalación en el sitio de la obra del PCPPP de Construcción de las Plantas de Propileno y Polipropileno (PCPPP). Es un estudio preliminar que puede servir de base para el desarrollo del reporte final por parte del Contratista.

Esta planta producirá: Propileno y Polipropileno de diversos grados, usando como materia prima las corrientes de propano provenientes de la planta de Separación de Líquidos “Carlos Villegas” que opera en la misma zona.

Para realizar este estudio se llevó a cabo un análisis de los procesos asociados a toda la logística de las operaciones de transporte, almacenaje, pre fabricación, instalaciones provisionales y distribución del terreno de construcción en diferentes áreas de trabajo.

Al no tener los datos definidos en cantidad de equipos, pesos y dimensiones procedentes de las tecnologías y licenciantes que finalmente serán seleccionadas, se ha estimado preliminarmente las cantidades en función de la información disponible, se ha hecho un ejercicio **Conceptual** de los equipos y secciones de cada planta, que llegarán a los puertos escogidos, su traslado, a través de las rutas disponibles, tomando en cuenta el tiempo previsto en el cronograma de la obra. Se han tomado algunos equipos en el ejercicio, que tendrían que armarse en el sitio de la obra, y el tiempo de armado se ha colocado en un plan maestro que estará dentro del plazo de construcción del PCPPP.

En la **fase FEED**, cuando se tenga definida la información de las tecnologías con los listados de equipos de cada planta con sus dimensiones y pesos, el CONTRATISTA deberá actualizar este estudio complementando con los definidos en la integración de los OSBL's y determinará con exactitud la información necesaria para el costeo que formara parte del OBE y los trabajos de la fase EPC. El CONTRATISTA deberá planificar toda la logística de compra de los equipos de las plantas y se podrá prever el tiempo necesario para la llegada al sitio de la obra y poder cumplir con el cronograma pautado.

En esta fase conceptual del proyecto, se estimaron cantidades de personas que estarán presentes en los meses más congestionados de la etapa de construcción. Sobre esta base se presenta una propuesta inicial de las actividades a ejecutar para la debida construcción del PCPPP. Luego de una evaluación preliminar de la magnitud de las actividades y cantidad de contratistas involucrados en estos procesos, se estima que el número de las personas requeridas en las actividades de construcción en la etapa crítica (momento de asignación máxima de recursos) podría estar alrededor de las 5.000 personas (Incluye 15% de personal indirecto).

De igual forma se tomó la ubicación del PCPPP en Yacuiba, Tarija-Bolivia. El ejercicio está hecho de manera que si se sigue la secuencia planteada para las actividades de construcción, éste podría aplicarse a otro sitio, en el caso de que se sugiera un cambio de lugar.



La organización propuesta fue comparada con datos reales de construcción de otras plantas petroquímicas y plantas de gas, donde hay procesos parecidos a los esperados en la construcción del PCPPP, lo cual permitió corroborar que la propuesta incluida en este momento, se mantiene dentro de los parámetros típicos para este tipo de plantas.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El análisis de constructibilidad tiene por objetivo identificar los requerimientos específicos de construcción en el sitio de la obra para la instalación de las Plantas de Propileno y Polipropileno que conformarán el PCPPP de YPFB a llevarse a cabo en Bolivia, donde se considera la ubicación del Proyecto en Tarija, Provincia Gran Chaco - Yacuiba. En este sentido se sugiere rutas posibles para llegar al sitio. Así como también asegurar que las sugerencias sean tomadas en cuenta para la estimación de los costos del proyecto.

El propósito del siguiente documento es presentar los resultados del análisis de constructibilidad evaluando factores considerados críticos para el desarrollo de la estrategia y tiempo de ejecución del proyecto de YPFB.

Este Análisis de constructibilidad consiste en evaluar parámetros y alternativas que permitan **sugerir** a nivel de Ingeniería Conceptual la mejor opción para el transporte de los equipos al sitio de la obra, considerando peso de los equipos, altura de los equipos y tiempo estimado para la construcción de las instalaciones. También se incluye la evaluación de los requerimientos de montaje e instalación de los equipos críticos en cuanto a peso y dimensiones, y otros aspectos generales asociados a la construcción de la Planta.

Este estudio es realizado como parte de: “**Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Propileno y Polipropileno**”, es importante aclarar que los datos y cálculos que se encuentran presentados en este documento son de manera estrictamente referencial y es responsabilidad del CONTRATISTA revisar, calcular y realizar nuevos estudios para identificar los requerimientos específicos para la construcción del de las Plantas de Propileno y Polipropileno el cual deberá ser parte del alcance de los trabajos de la fase FEED del PCPPP.

Por lo tanto el CONTRATISTA deberá considerar dentro del estudio de trasportabilidad de los equipos para el PCPPP en la etapa FEED el siguiente listado de manera enunciativa más no limitativa:

- Definir las rutas más apropiadas para el transporte de equipos y materiales de modo que se utilicen al máximo posible las infraestructuras existentes de transporte sin interrumpir el tráfico habitual y se eviten posibles demoras.
- Establecer la necesidad de acuerdos de transporte en el ámbito local.
- Definir el flujo de información y documentación relativa al transporte y procesos de nacionalización.
- Establecer los procedimientos para la obtención de permisos y licencias cuando sean necesarias.
- Análisis de la legislación aplicable de acuerdo con los usos y estándares actuales de Bolivia para el transporte.

Para este estudio se han tomado en consideración conceptos de Constructibilidad y otros requisitos de Construcción, incluyendo:

- Estrategia de ejecución de proyectos EPC.
- Alcance de trabajos sugeridos de las instalaciones auxiliares: energía, agua, etc.
- Plano general preliminar del Proyecto.
- Proyecto EPC, estimación conceptual y plan de ejecución estimado.
- Programación conceptual de Proyecto EPC.
- Logística de Transporte 2013 - "Gerencia General de Proyectos, Plantas y Petroquímica". Gerencia de Etileno, Polietileno y Polipropileno de YPFB.

3. BASES Y PREMISAS DEL ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD.

Este estudio de constructibilidad propone métodos para determinar la base esencial de lo que serán las facilidades de construcción y los servicios necesarios para apoyar la ejecución del proyecto. Identifica las modificaciones que deberán hacerse en el sitio de la obra mucho antes de que comience la movilización general e identificar las actividades críticas asociadas al alcance del proyecto. La intención es ayudar a definir los requerimientos generales de construcción del PCPPP y asegurar que los costos asociados estén incluidos en el presupuesto del proyecto.

Este estudio está basado en datos de transportes hechos en las rutas en Bolivia en el pasado, detalles y conclusiones de la ingeniería conceptual, los cuales es responsabilidad de CONTRATISTA realizar nuevos estudios de trasportabilidad.

3.1. PLANTAS DEL PCPPP.

El proyecto contempla la instalación de las Plantas de Propileno y Polipropileno para YPFB integradas en un solo Proyecto con las siguientes plantas y áreas:

- Planta de Propileno. (PDH).
- Planta de Polipropileno (PP).
- Plantas de Servicio Auxiliares, Infraestructura & Offside.
- Planta de Generación Eléctrica.
- Almacenamiento & Paletización de PP.
- Patio de maniobras para ferrocarril.

3.2. LOCALIZACIÓN

De acuerdo al estudio de macro y micro localización del PCPPP, la planta deberá ser emplazada en el predio denominado "Cabaña El Algarrobal", el cual se encuentra ubicado a 1 kilómetro al norte de la localidad Palmar Chico, la misma que se ubica aproximadamente a 20 kilómetros aproximadamente del centro de la ciudad de Yacuiba en la Provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.

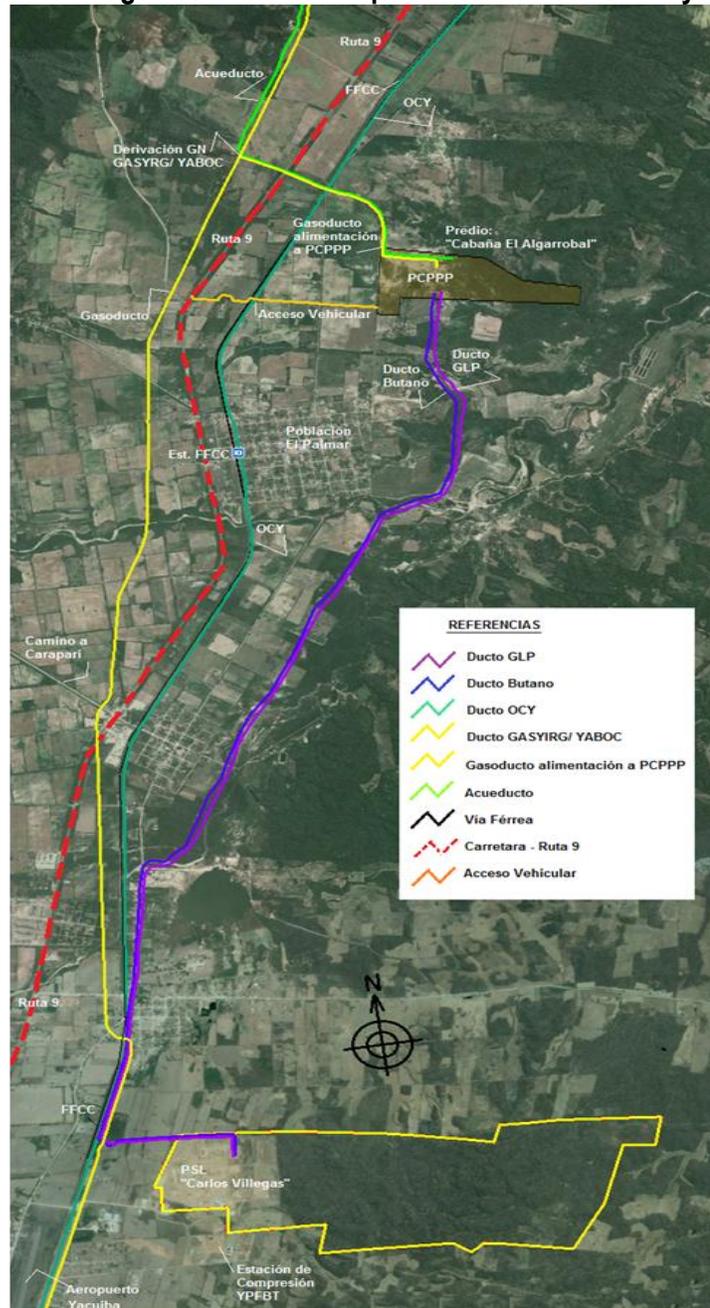
En la siguiente tabla se muestra la ubicación del terreno en coordenadas UTM WGS-84

COORDENADAS UTM

Punto	ESTE	NORTE
1	437557.362	7582457.151
2	438501.231	7582230.269
3	438784.560	7581953.153
4	439327.314	7581813.173
5	439283.403	7581672.609
6	439267.369	7581621.092
7	438584.588	7581743.868
8	437659.212	7581910.266
9	437620.903	7581707.676
10	437425.580	7581747.331
1	437557.362	7582457.151

En la figura 3.2.1 se muestra el sitio de emplazamiento de las plantas de Propileno y Polipropileno y los ductos de alimentación (ductos de proceso) que van de la Planta Separadora de Líquidos Carlos Villegas a la planta PCPPP.

Figura 3.2.1. Imagen satelital del emplazamiento del PCPPP y ductos.





TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

El CONTRATISTA deberá calcular los volúmenes de movimiento de tierras y las horas hombre que requerirá la deforestación y preparación del sitio en función a la topografía que será proporcionada por YPFB.

El CONTRATISTA es responsable de la actualización, revisión y obtención de todos los estudios topográficos, para asegurarse que está trabajando con la información adecuada, relativa al área donde se ubicara la Planta, los accesos y trazos de ductos de proceso.

El mejoramiento del suelo dependerá del estudio de suelos que debe ser realizado por el CONTRATISTA.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS EN PESOS Y DIMENSIONES.

En esta sección detallaremos la secuencia de actividades que tendrán aquellos equipos que por sus dimensiones y pesos, no pueden ser transportados por las rutas convencionales, en base a un ejercicio. En esta fase, se utiliza información preliminar suministrada por los diferentes licenciantes de tecnologías, y base de datos de Tecnimont. Se dan propuestas para el transporte al sitio de la obra, incluyendo la terminación de la fabricación de algunos equipos que deberán llevarse en secciones o piezas. De igual forma cada ruta sugerida que ha sido usada en el pasado para llevar equipos de esta magnitud, tiene su tiempo de recorrido desde el puerto idóneo hasta el sitio de la obra. Razón está por la que deberá, el CONTRATISTA, proporcionar un plan que establezca la llegada de los equipos al Sitio que no afecte al programa, usando los recursos disponibles para su traslado.

3.3.1. Equipos por Planta

En esta fase conceptual del proyecto, no se cuenta con la información final de pesos y dimensiones de los equipos, por esta razón, se hará un ejercicio conceptual y teórico, con cantidades de equipos, pesos y dimensiones estimados, el cual puede ser ajustado, en próximas etapas del proyecto, una vez se tenga el listado real de los equipos de las tecnologías a usar en cada planta. Se debe tener en cuenta, que los pesos y tamaños definitivos dependerán de la tecnología a utilizar en la construcción de las plantas. De igual forma es importante resaltar que una vez que se realice la selección final de tecnología y a medida que se vayan desarrollando las diferentes fases de ingeniería, se irá incorporando en el proyecto más información de los equipos que integran las plantas del Proyecto.

Durante la fase de ingeniería de detalle PDP/FEED se debe actualizar este ejercicio simplificado con información más detallada de los pesos y dimensiones de los equipos.

Lo importante de realizar este ejercicio en esta etapa, es que se describen los problemas puntuales en la cantidad de transporte necesario y se plantean las limitaciones que imponen las rutas preseleccionadas para llevar los equipos al sitio de la obra en el tiempo permitido según el cronograma general de la obra.

Se estima que el peso de equipos a transportar al sitio de la obra para el PCPPP serán los siguientes:

Plantas

	Tons	Propileno	PP
Reactores (3)	3.892	2.749	1.143
Columnas	2.632	1.979	653
Recipientes/ tanques	3.983	2.202	1.781
Intercambiadores	2.079	1.485	594
Enfriadores de aire	0	0	0
Hornos (1)	2.351	2.351	0
Compresores	1.386	792	594
Sopladores/ Ventiladores (2)	10	10	0
Bombas	55	25	30
Unidades Paquete (4)	5.320	2.351	2.969
Otros especiales	5.493	2.969	2.524
Tanques	4.503	3.464	1.039
Estructuras metálicas	1.765	940	825
plataformas y escaleras	345	198	147
Tuberías	5.072	2.400	2.672
		23.915	14.971
	Suma	38.886	

Nota. Los datos e información proporcionados en esta sección son referenciales, los mismos deberán ser actualizados y validados durante la etapa FEED por el CONTRATISTA.

Instalaciones Auxiliares y de Servicios.

	Peso Unitario (Tn.)	Cantidad (Und.)	Peso Total (Tn.)
Turbogeneradores	100	2	200
Moto generadores	90	2	180
Calderas	140	1	140
Re hervidores	70	4	280
Recipientes	30	7	210
Intercambiadores	8	19	152
Enfriadores de aire	12	16	192
	Cantidad/Camión	Tn./Camión	Peso Total
Tanques	10	30	300
Estructuras metálicas	9	30	270
Plataformas y escaleras	2	30	60
Tubería	24	30	720
		Suma	2.711



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Nota. Los datos e información proporcionados en esta sección son referenciales, los mismos deberán ser actualizados y validados durante la etapa FEED por el CONTRATISTA.

Almacenamiento y Paletización

	Peso Unitario (Tn.)	Cantidad (Und.)	Peso Total (Tn.)
Silos	22	20	440
Equipos	1000	1	1.000
	Cantidad/Camión	Tn./Camión	Peso Total
Tanques	11	30	330
Unidades paquetes	9	30	270
Estructuras metálicas	13	30	390
Plataformas y escalera	2	30	60
Tubería	13	30	390
		Suma	2.880

Nota. Los datos e información proporcionados en esta sección son referenciales, los mismos deberán ser actualizados y validados durante la etapa FEED por el CONTRATISTA.

Resumen:

Plantas Propileno y Polipropileno	38.886 Toneladas
Instalaciones Auxiliares	2.711 Toneladas
Almacenamiento y Paletización	2.880 Toneladas
Total	44.477 Toneladas (Aproximadas)

3.4. TRANSPORTE. PROCEDENCIA Y LLEGADA A BOLIVIA.

En base a las tecnologías recomendadas:

- DHP (Propileno): UOP - (USA)



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

- PP (Polipropileno): Lyondell Basell - (Italia)

La posible procedencia de la mayoría de los equipos será desde Estados Unidos y Europa.

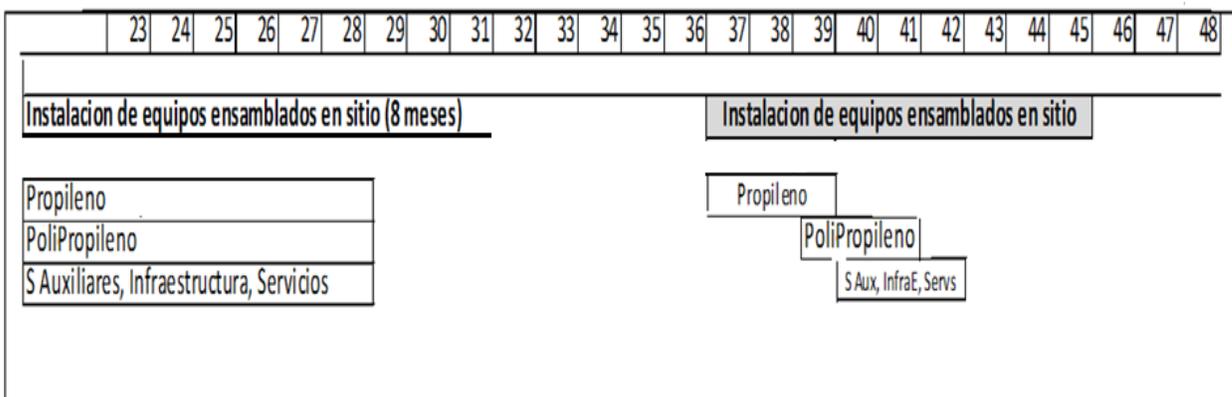
El CONTRATISTA deberá organizar, coordinar y obtener cuantos documentos y licencias sean necesarios para la correcta ejecución del transporte de todos los equipos y materiales desde la fuente de suministro hasta la Planta.

Para cumplir con este propósito, la CONTRATISTA utilizará los servicios de transportistas de primera clase, tanto para los transportes Offshore como Onshore, cuya experiencia y profesionalismo estén acreditados.

El CONTRATISTA, deberá tomar en cuenta dentro el estudio de costos clase II según el AACEI los siguientes aspectos: Transporte de equipos, Organización de la construcción CONTRATISTA y de YPFB. Estimados de costos de las facilidades de construcción en sitio, Costos de alojamiento y hospedaje, Deforestación y preparación del sitio (movimiento de tierras).

De acuerdo al ejercicio previsto, los equipos divididos en secciones se transportarán en partes y se ensamblarán en sitio. En el cronograma Figura 3.3.1.1, abajo, se puede ver que la llegada a obra de estas secciones deberá ir acorde al programa de prefabricación en el sitio de la obra y al programa general de la construcción. En el programa se estima que en el taller, en sitio, se de trabajo simultáneos.

Figura 3.4.1. Cronograma de Fabricación de Equipos en Sitio.

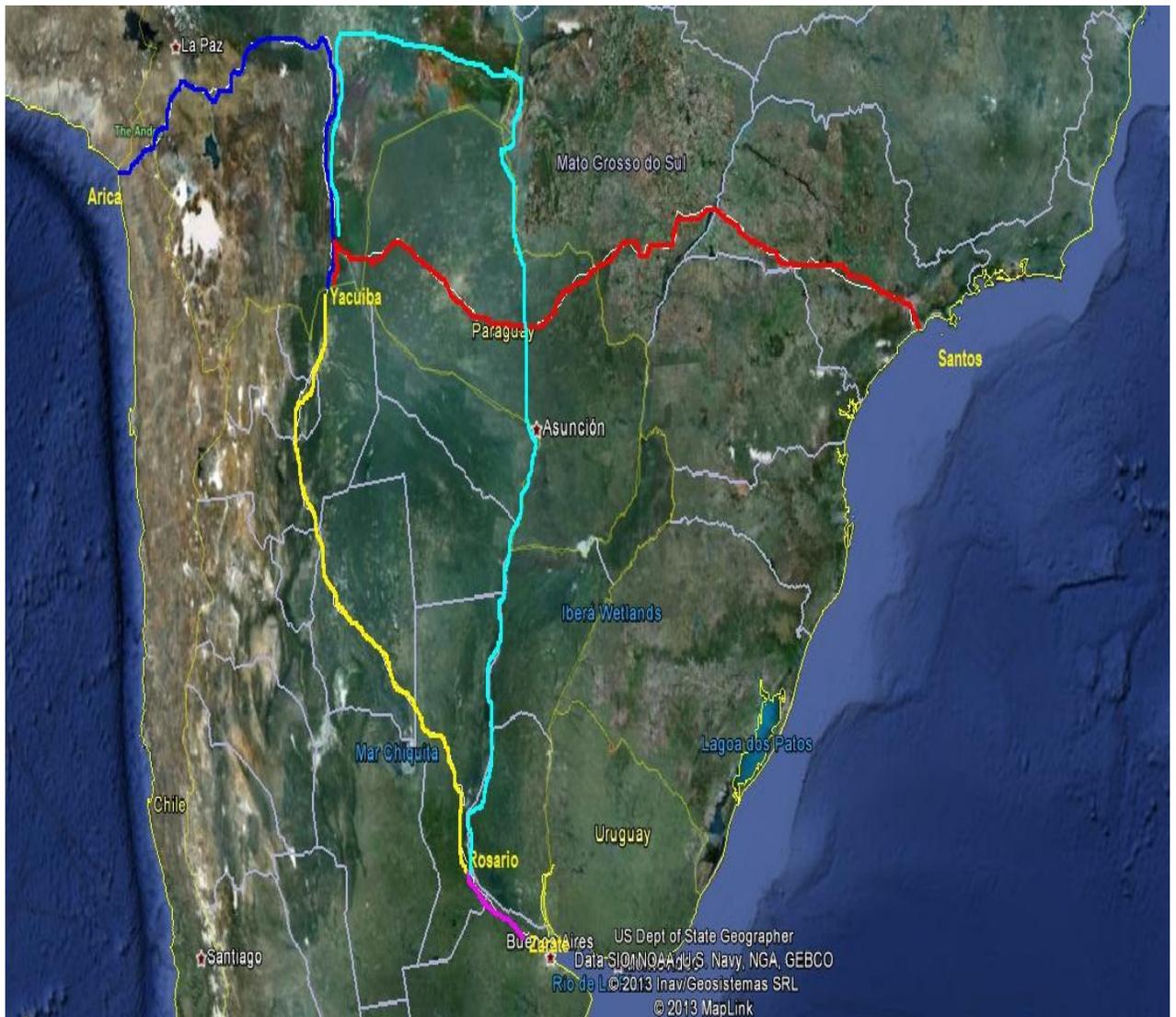


Lo que si se recomienda es que se centralicen las cargas de embarque. Por ejemplo, en Estados Unidos, la mayoría de los equipos podría partir desde Houston. En Europa habrá que ubicar un puerto en el Mediterráneo, para así centralizar las salidas hacia sur América.

Sin embargo debido a la importancia de la estrategia propuesta por el CONTRATISTA en la construcción del PROYECTO, es posible que algunos equipos procedan de Asia (Corea, Japón)

De acuerdo a la recomendación presentada en el estudio de Macro-Micro locación para la posible ubicación en Tarija-Yacuiba, de las plantas del PCPPP, se sugiere que el transporte de los equipos críticos se haga usando rutas, todas usadas en el pasado en otros proyectos en Bolivia. Esto con la intención de poder cumplir con un cronograma de traslado de los equipos en un tiempo mínimo, el cual no impactara en el desarrollo normal de ejecución del PCPPP. Abajo, un croquis de detalle de las rutas posibles para la llegada a Yacuiba.

Figura 3.4.2. Croquis de detalle de las rutas de llegada a Yacuiba. “Fuente: Información Pública”.



- Ruta 1. Puerto Rosario – Yacuiba.
- Ruta 2. Puerto Zarate – Puerto Rosario – Yacuiba.

- Ruta 3. Puerto Arica – Yacuiba.
- Ruta 4. Puerto Santos – Yacuiba.
- Ruta 5. Campana Fluvial desde Buenos Aires, Rosario o Zarate hasta – Yacuiba.

Rutas principales sugeridas.

- Ruta 1.

Figura 3.4.3. Ruta Puerto Rosario (Argentina) – Bolivia. Terrestre. “Fuente: Información Pública”.



Dimensiones de Cargas Máxima Permitida por carreteras y autopistas	
Largo máximo	30 m
Ancho máximo	5,5 m
Alto máximo	4,6 m

Alto total más equipo de transporte	5,6 m
Peso neto de la pieza máximo	250 Ton
Peso bruto: Tracto camión equipo + carga	360 Ton

El tiempo estimado por embarque es de 40 días calendarios. Y se asume que el transportista tendrá seis equipos para cargar por embarque.

- **Ruta 2. Puerto Zarate- Puerto Rosario (Argentina) – Yacuiba, Bolivia.**

Figura 3.4.4. Ruta Puerto Zarate (Argentina) – Bolivia. Terrestre. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.5. Ruta Puerto Zarate (Argentina) – Bolivia. Terrestre. “Fuente: Información Pública”.



Dimensiones de Cargas Máxima Permitida por carreteras y autopistas	
Largo máximo	30 m
Ancho máximo	5,5 m
Alto máximo	4,6 m
Alto total más equipo de transporte	5,6 m
Peso neto de la pieza máximo	250 Ton
Peso bruto: Tracto camión equipo + carga	360 Ton

Figura 3.4.6 Ruta terrestre Zarate, Rosario- Yacuiba. “Fuente: Información Pública”.

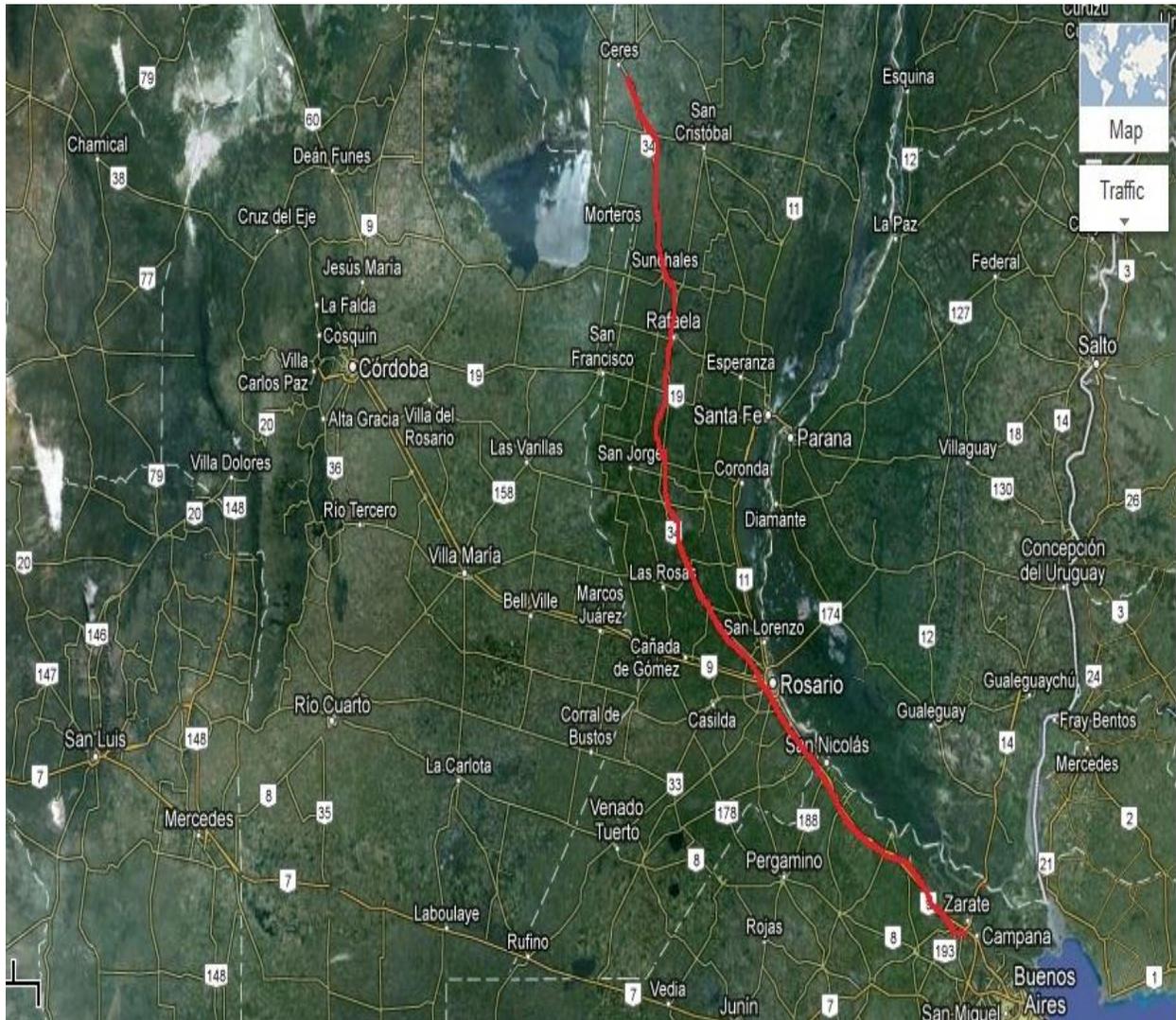


Figura 3.4.7 Ruta terrestre Zarate, Rosario- Yacuiba 2. “Fuente: Información Pública”.

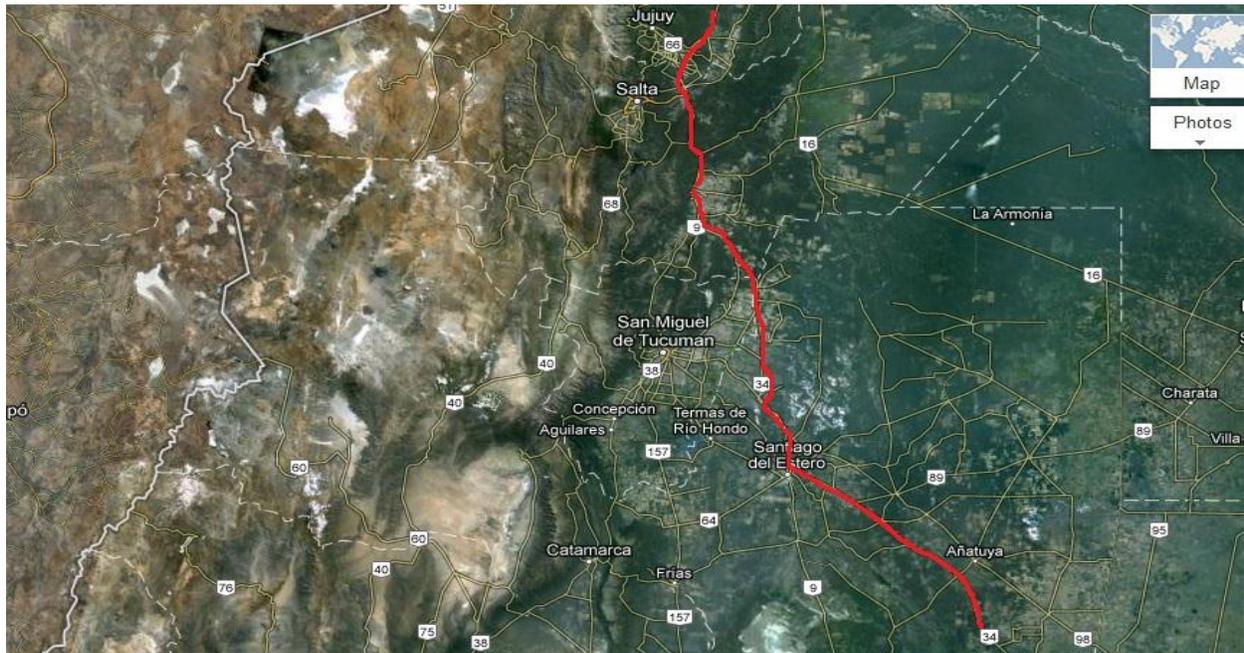
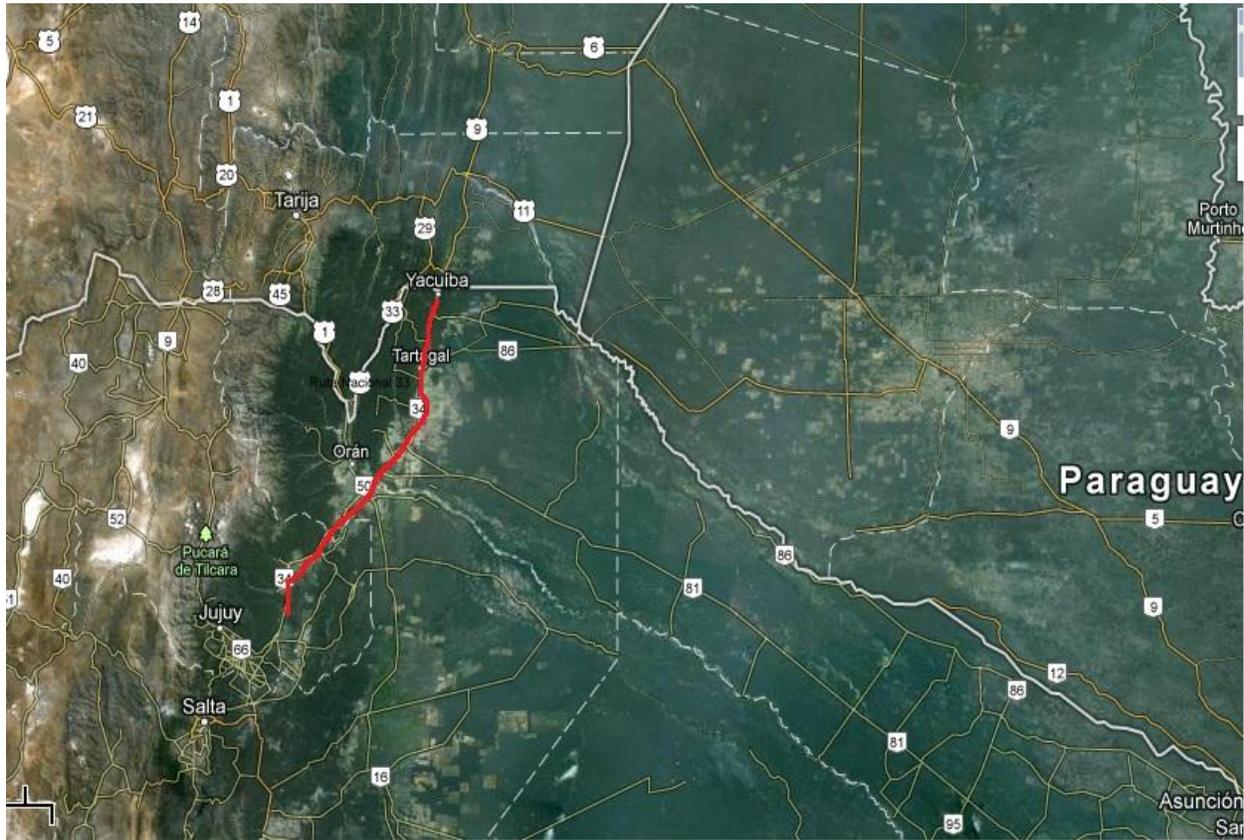


Figura 3.4.8 Ruta terrestre Zarate, Rosario- Yacuiba 3. “Fuente: Información Pública”.



El tiempo estimado por embarque es de 40 días calendario. Y se asume que el transportista tendrá seis equipos para cargar por embarque.

- Ruta 3. Puerto Arica (Chile) – Yacuiba, Bolivia

Figura 3.4.9 Puerto de Arica (Chile) – Bolivia. Terrestre. “Fuente: Información Pública”.



Dimensiones de Cargas Máxima Permitida por carretas y autopistas	
Largo máximo	20 m
Ancho máximo	5 m
Alto máximo	4,05 m
Alto total más equipo de transporte	5,05 m
Peso neto de la pieza máximo	130 Tons
Peso bruto: Tracto camión equipo + carga	200 Tons

Figura 3.4.10 Ruta Puerto de Arica (Chile) – Yacuiba-Bolivia. Terrestre 1. “Fuente: Información Pública”.

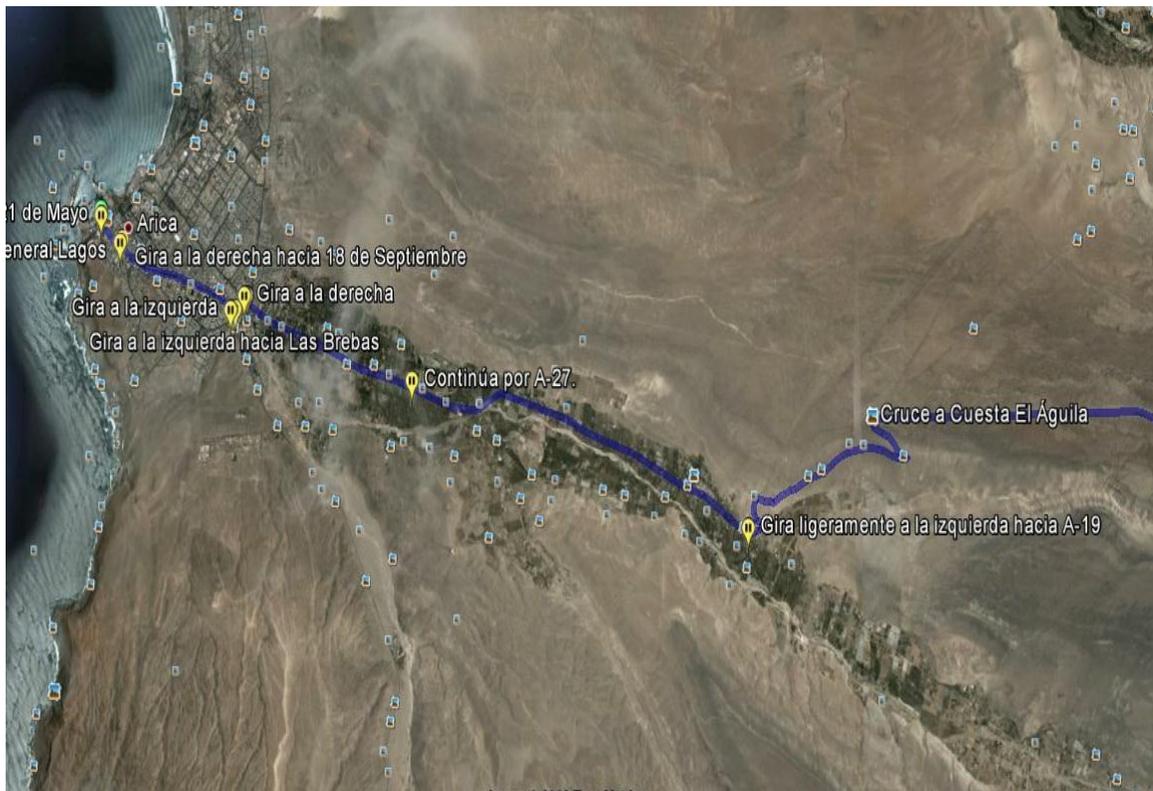


Figura 3.4.11 Ruta Puerto de Arica (Chile) – Yacuiba-Bolivia. Terrestre 2. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.12 Ruta Puerto de Arica (Chile) – Yacuiba-Bolivia. Terrestre 3. “Fuente: Información Pública”.

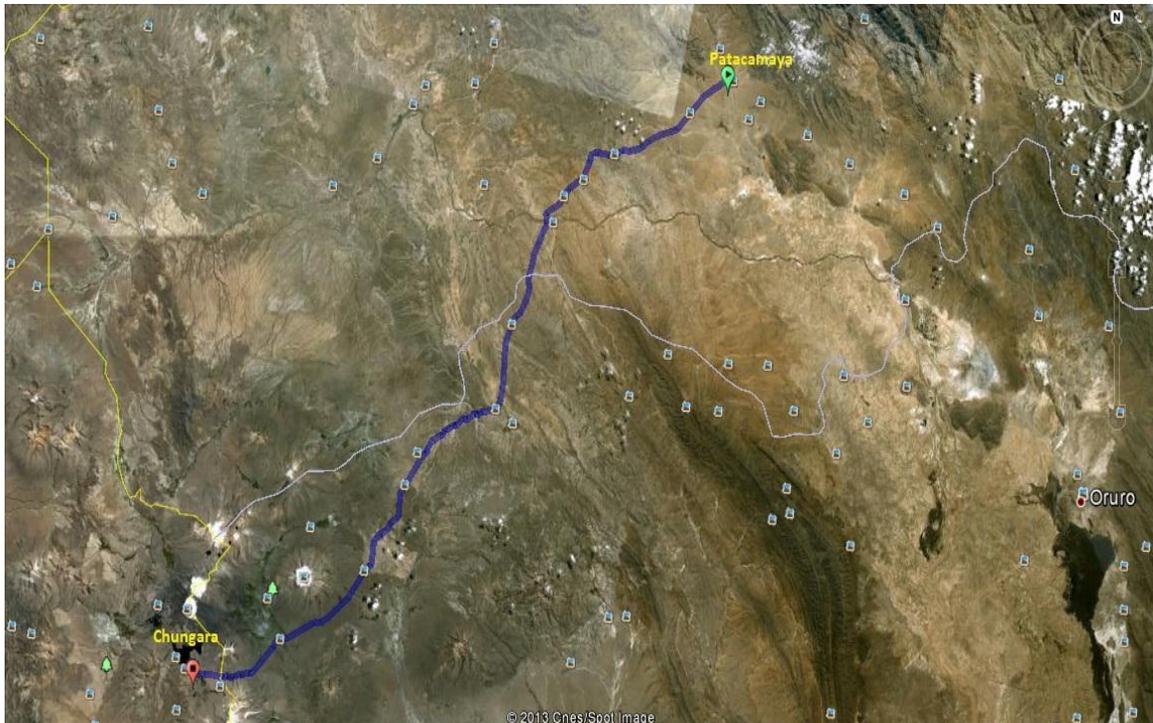


Figura 3.4.13 Ruta Puerto de Arica (Chile) – Yacuiba-Bolivia. Terrestre 4. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.14 Ruta Puerto de Arica (Chile) – Yacuiba-Bolivia. Terrestre 5. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.15 Ruta Puerto de Arica (Chile) – Yacuiba-Bolivia. Terrestre 6. “Fuente: Información Pública”.



El tiempo estimado por embarque es de 20 días calendarios. Y se asume que el transportista tendrá seis equipos para cargar por embarque.

- **Ruta 4. Puerto Santos (Brasil) – Yacuiba, Bolivia.**

Figura 3.4.16 Ruta Puerto Santos de Brasil vía Corumbá – Bolivia. Terrestre. “Fuente: Información Pública”.



Dimensiones de Cargas Máxima Permitida por carreteras y autopistas	
Largo máximo	30 m
Ancho máximo	5,5 m
Alto máximo	4,6 m
Alto total más equipo de transporte	5,6 m
Peso neto de la pieza máximo	250 Tons
Peso bruto: Tracto camión equipo + carga	360 Tons

Figura 3.4.17 Ruta Puerto Santos de Brasil vía Corumbá – Bolivia. Terrestre. 1.
“Fuente: Información Pública”.

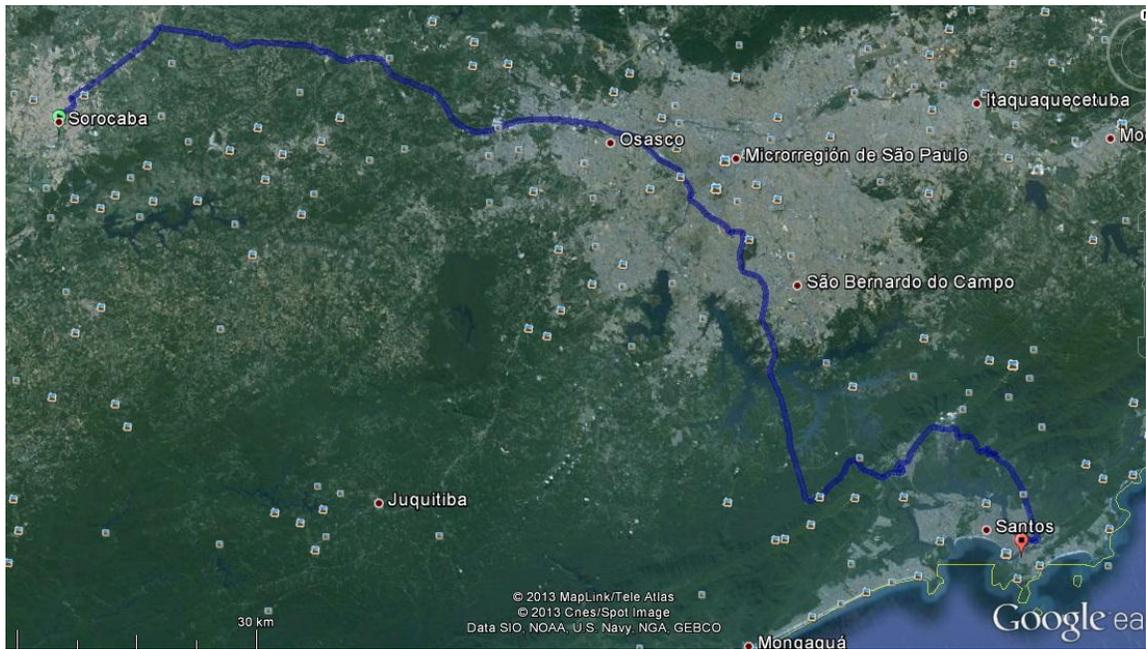


Figura 3.4.18 Ruta Puerto Santos de Brasil vía Corumbá – Bolivia. Terrestre. 2.
“Fuente: Información Pública”.

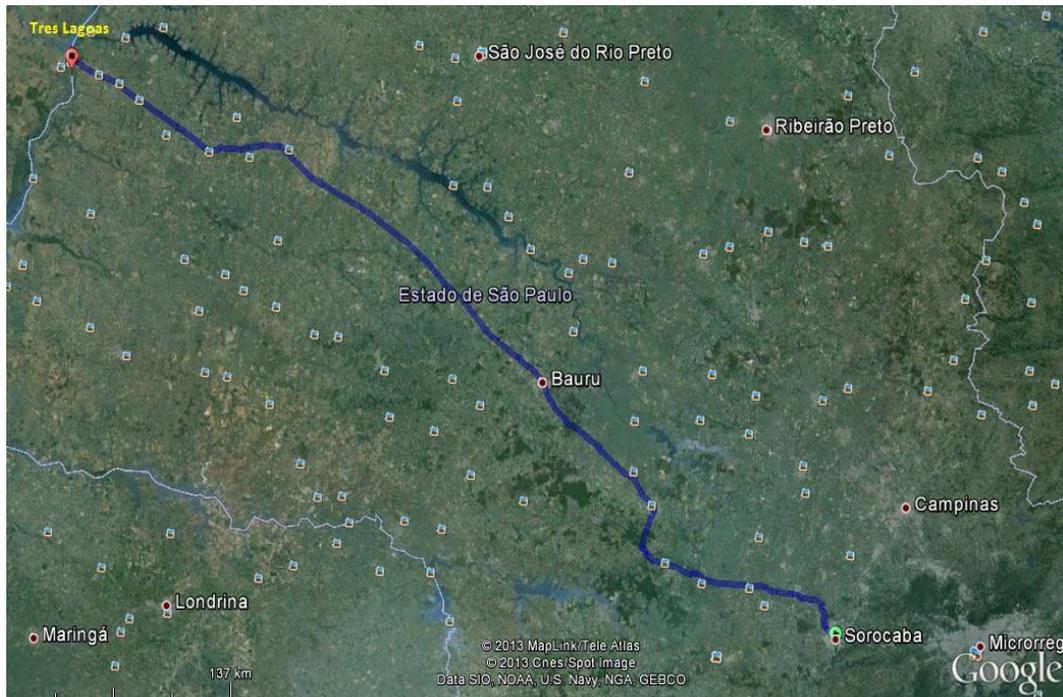


Figura 3.4.19 Ruta Puerto Santos de Brasil vía Corumbá – Bolivia. Terrestre. 3.
“Fuente: Información Pública”.

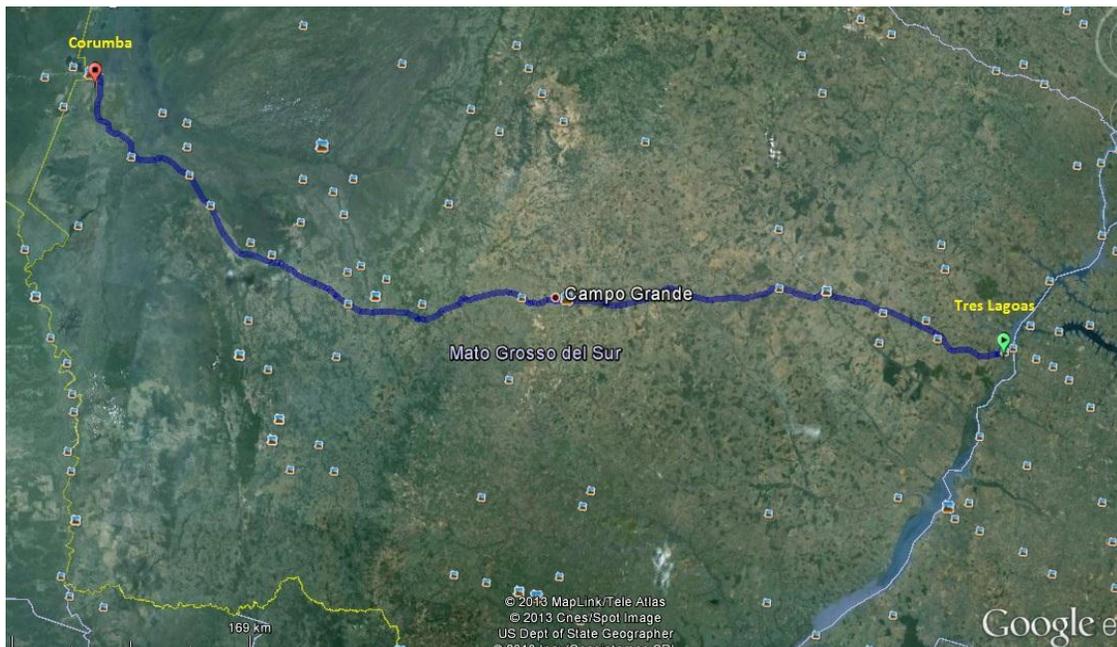


Figura 3.4.20 Ruta Puerto Santos de Brasil vía Corumbá – Bolivia. Terrestre. 4.
“Fuente: Información Pública”.

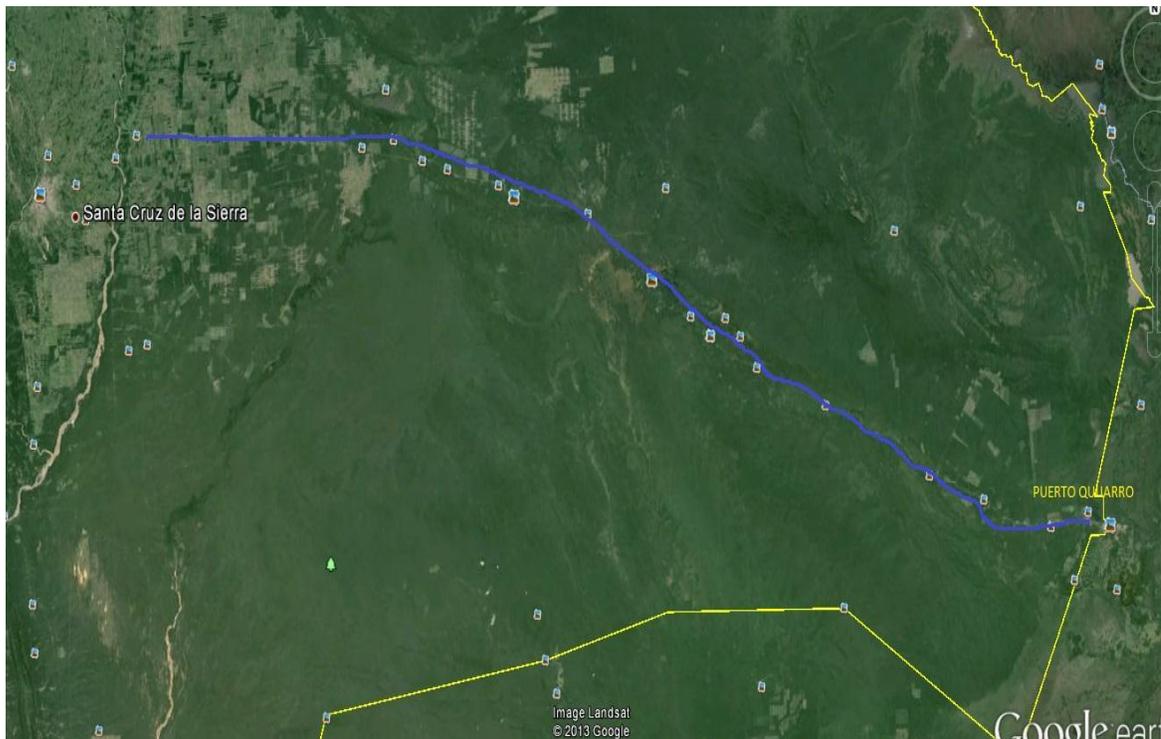


Figura 3.4.21 Ruta Puerto Santos de Brasil vía Corumbá – Bolivia. Terrestre. 5.
“Fuente: Información Pública”.



El tiempo estimado por embarque es de 60 días calendarios. Y se asume que el transportista tendrá seis equipos para cargar por embarque.

- **Ruta 5. Campana fluvial. Puerto Río de La Plata, Puerto Zarate, Puerto Rosario (Argentina) – Yacuiba, Bolivia.**

Figura 3.4.22. Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. “Fuente: Información Pública”.



Dimensiones de Cargas Máxima Permitida por carreteras y autopistas	
Largo máximo	30 m
Ancho máximo	5,5 m
Alto máximo	4,6 m
Alto total más equipo de transporte	5,6 m
Peso neto de la pieza máximo	250 Tons
Peso bruto: Tracto camión equipo + carga	360 Tons

Para esta ruta, se deberá considerar también la época de transporte ya que según las estadísticas de los reportes de la Fuerza Naval Boliviana el mes óptimo de transporte sería en los meses de Mayo - Junio - Julio. Donde los niveles de agua son los más óptimos.

Figura 3.4.23 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate-Bolivia. Fluvial-Terrestre. 1. “Fuente: Información Pública”.

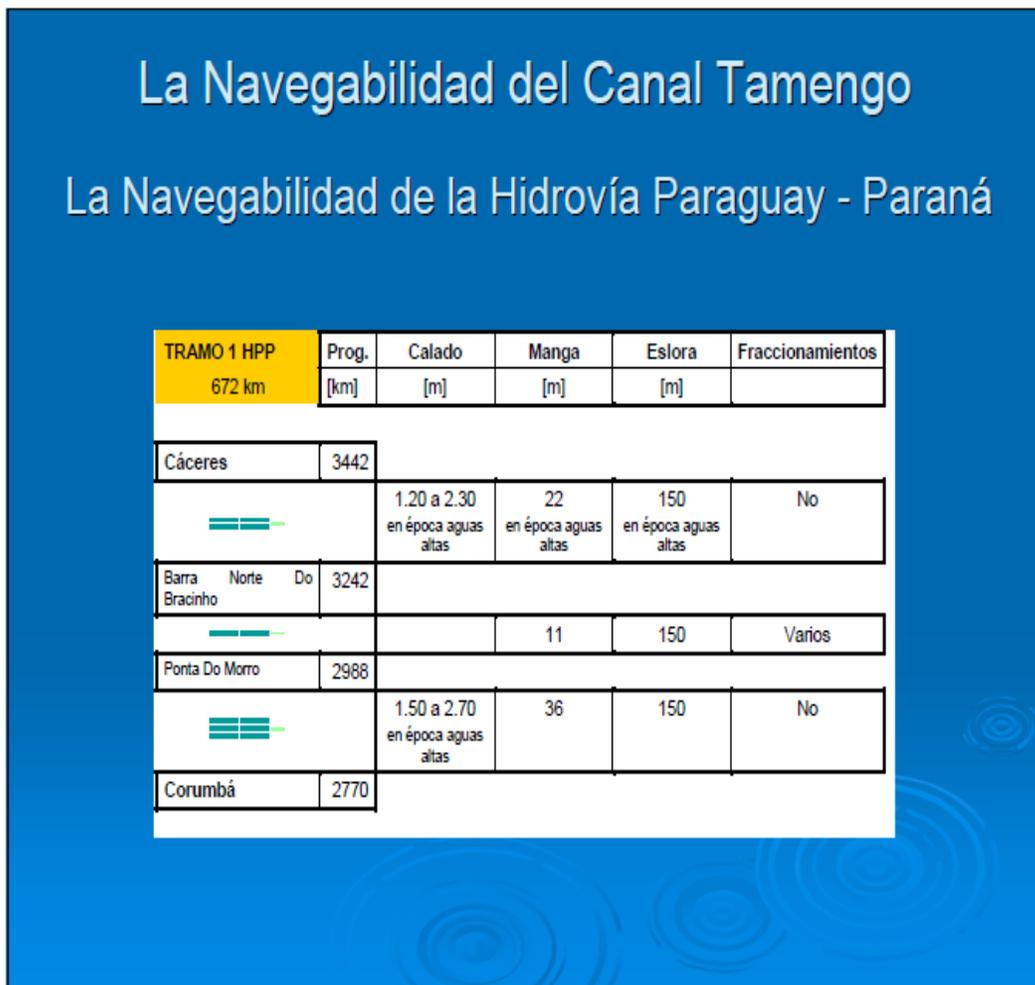


Figura 3.4.24 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 2. “Fuente: Información Pública”.

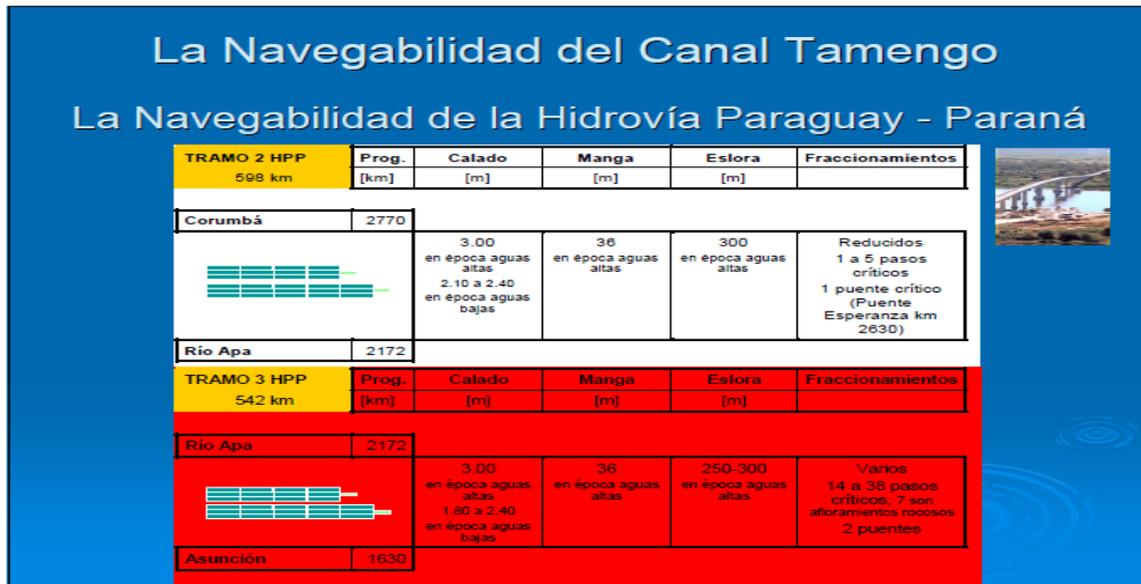


Figura 3.4.25 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 3. “Fuente: Información Pública”.

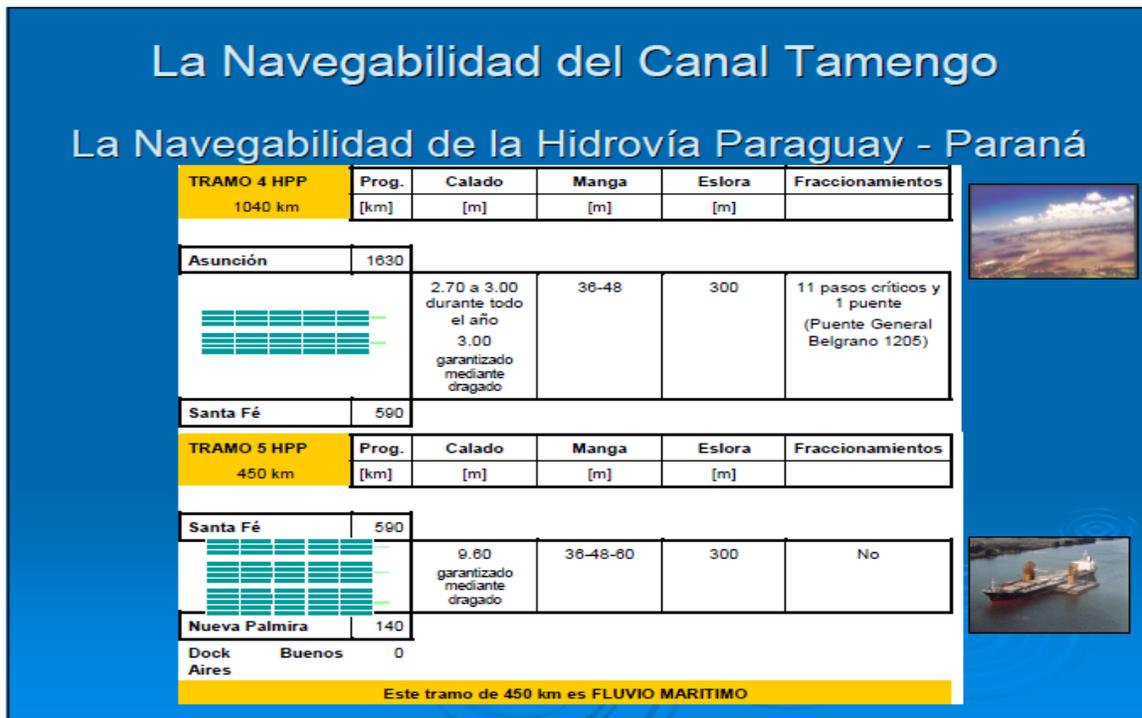


Figura 3.4.26 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 4. “Fuente: Información Pública”.

La Navegabilidad del Canal Tamengo

La Navegabilidad de la Hidrovía Paraguay - Paraná

Lugares de fraccionamiento del convoy

La práctica de realizar fraccionamientos de convoy depende principalmente del nivel de agua en el río, ordenanzas existentes y criterio del Capitán. No existe un número absoluto de veces que un convoy debe fraccionarse.

Periodo de aguas altas entre Abril y Julio
Se practican muy pocos fraccionamientos.

Periodo de aguas medias entre Febrero a Abril y Agosto a Octubre
El número de fraccionamientos depende del Capitán, número de motores, potencia de máquinas, visibilidad y varias otras condiciones. Cada Capitán tiene su criterio y puede flanquear los pasos con 4 a 6 barcazas por vez. Ver cuadro anterior.

Periodo de aguas bajas entre Noviembre a Enero
El agua está en su nivel mas bajo y la navegación es más complicada (mayor número de fraccionamientos)

Figura 3.4.27 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 5. “Fuente: Información Pública”.

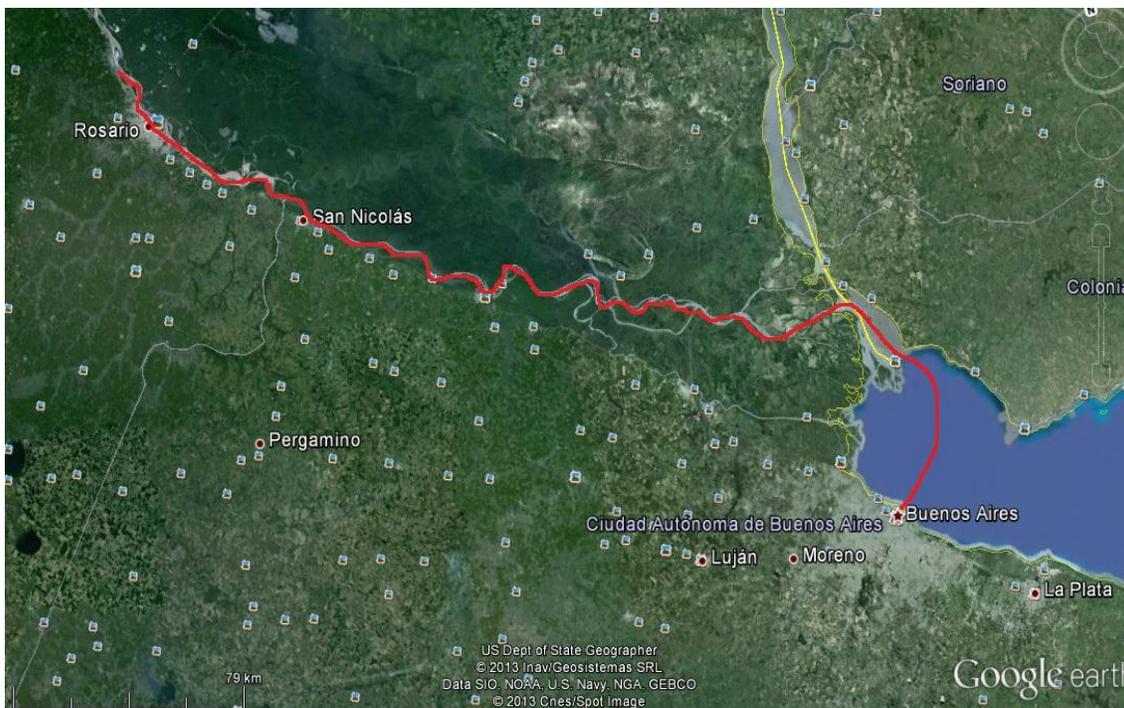


Figura 3.4.28 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 6. “Fuente: Información Pública”.

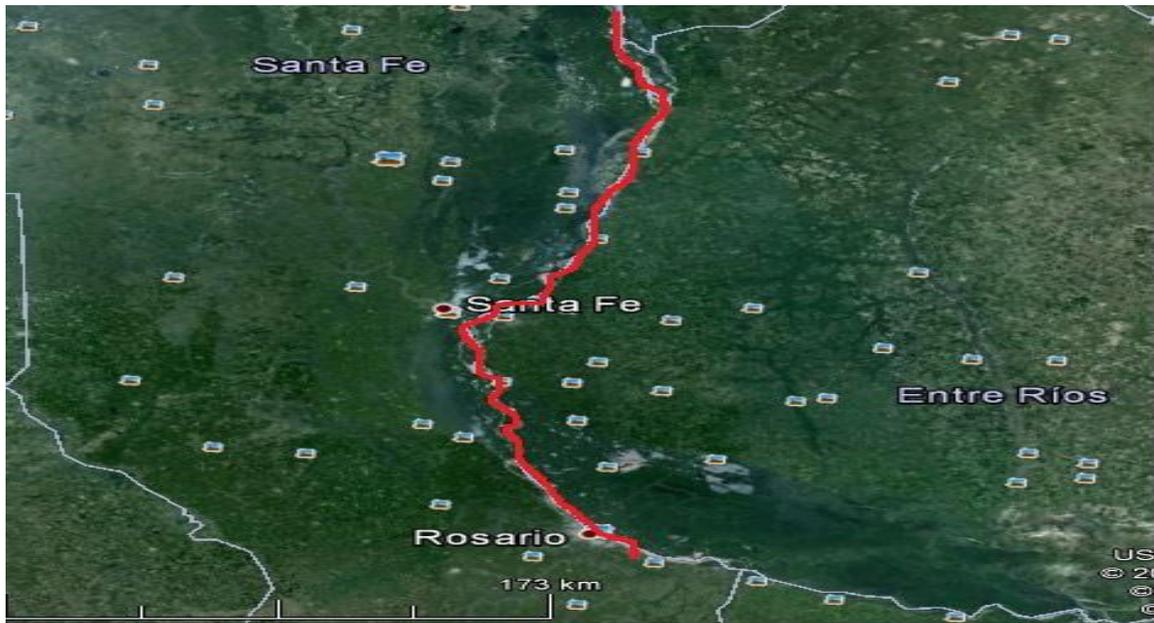


Figura 3.4.29 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 7. “Fuente: Información Pública”.

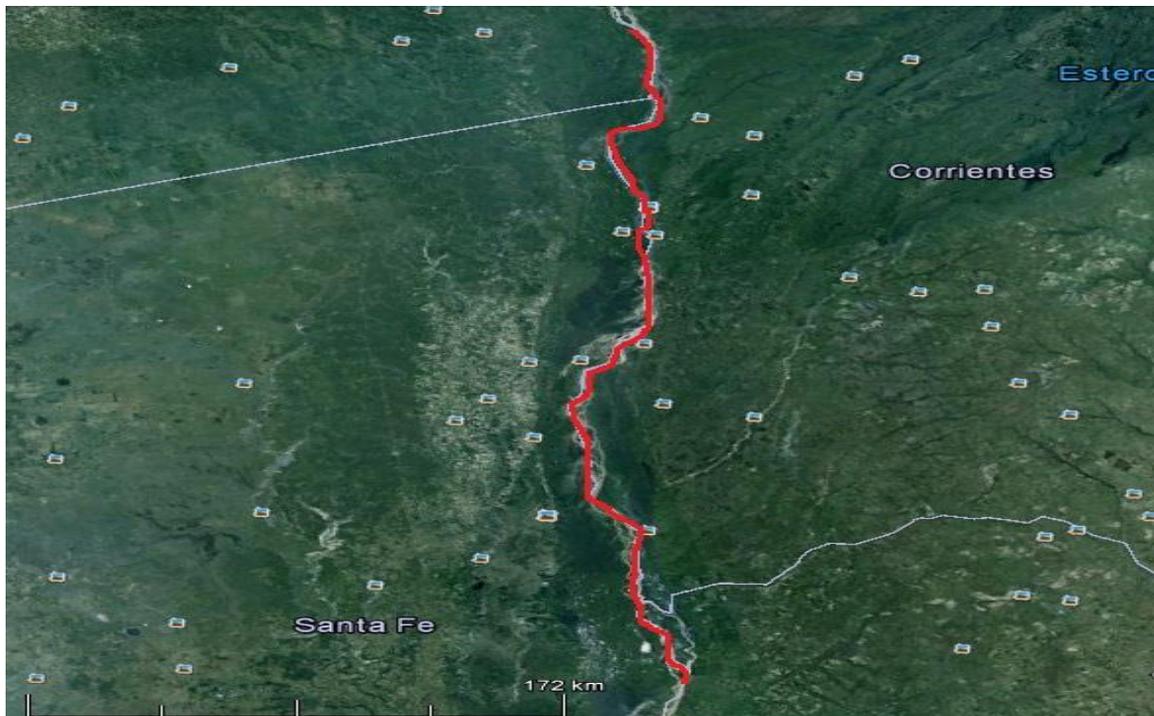


Figura 3.4.30 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 8. “Fuente: Información Pública”.

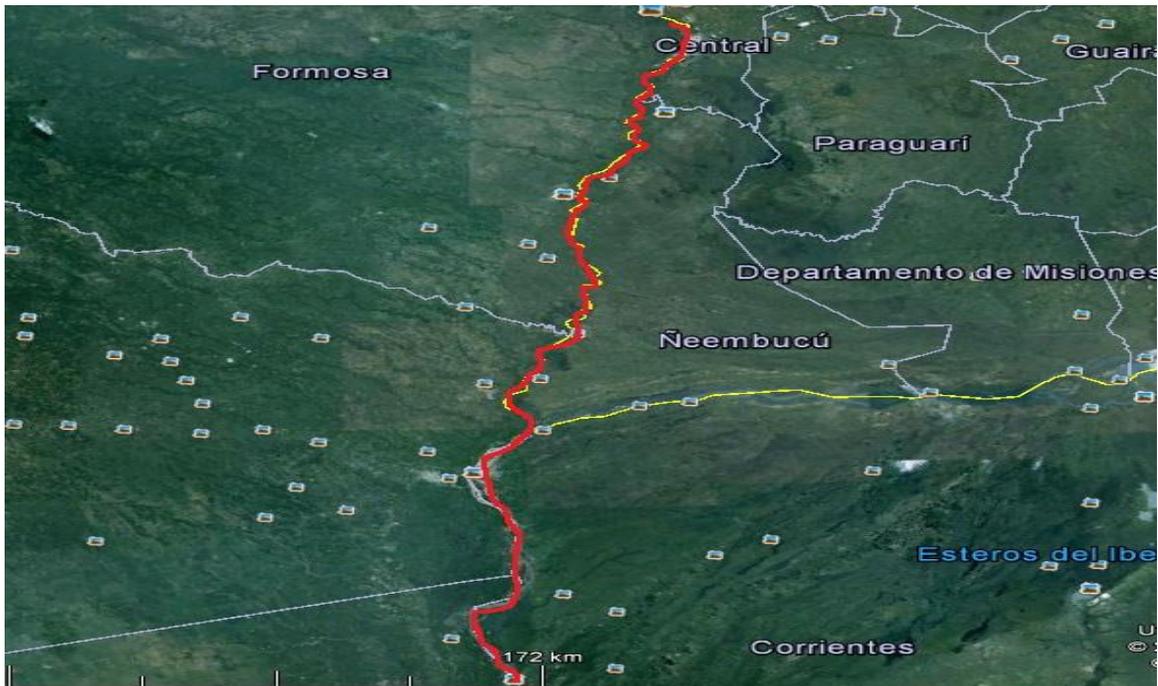


Figura 3.4.31 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 9. “Fuente: Información Pública”.

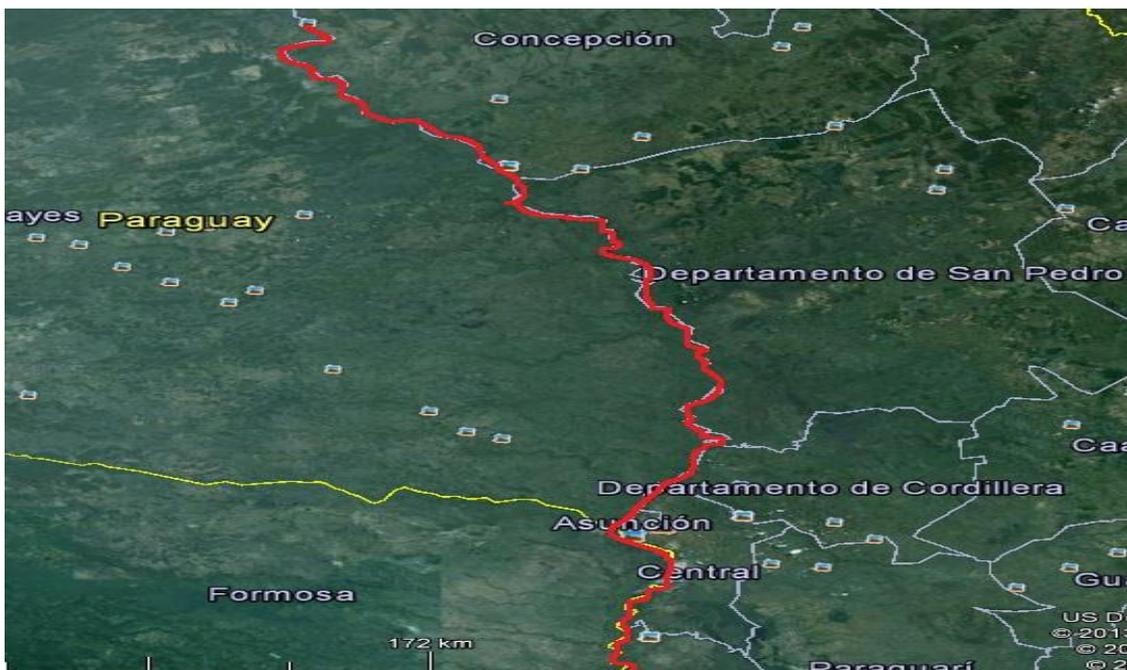


Figura 3.4.32 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 10. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.33 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 11. “Fuente: Información Pública”.

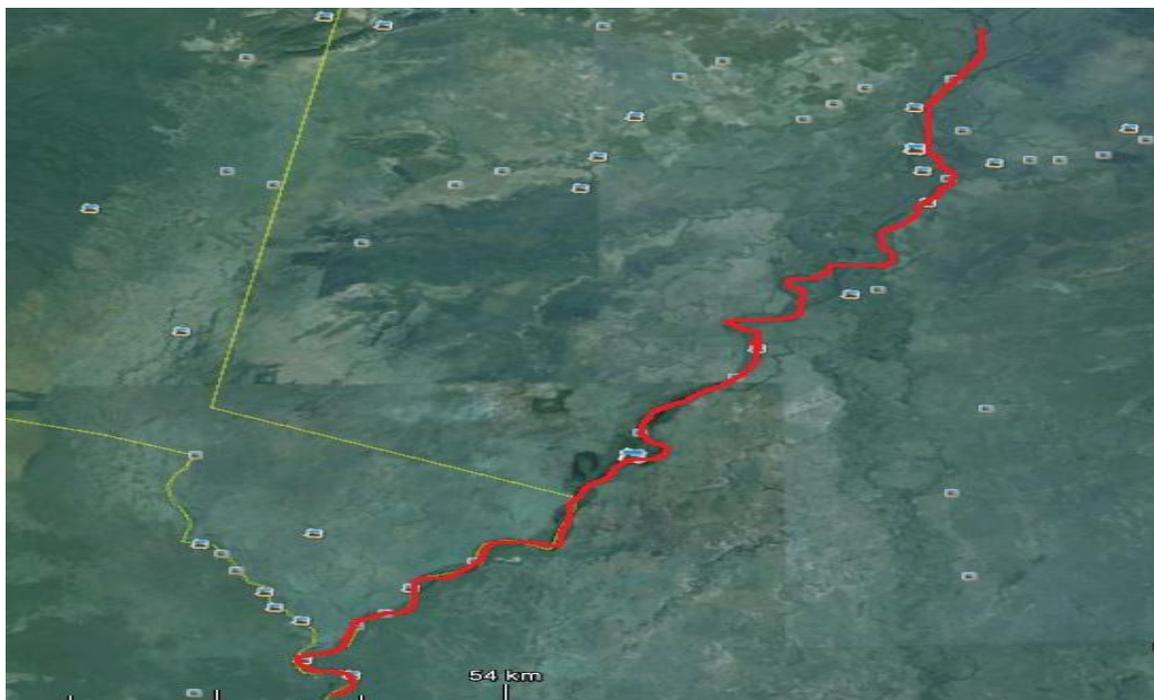


Figura 3.4.34 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 12. “Fuente: Información Pública”.

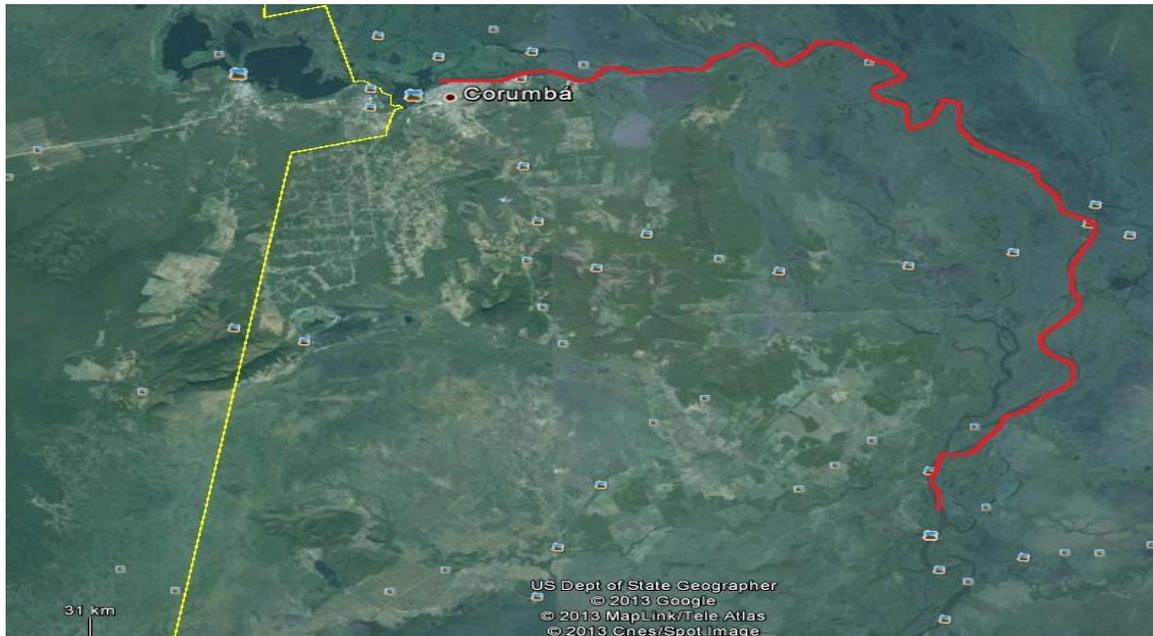


Figura 3.4.35 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 13. “Fuente: Información Pública”.

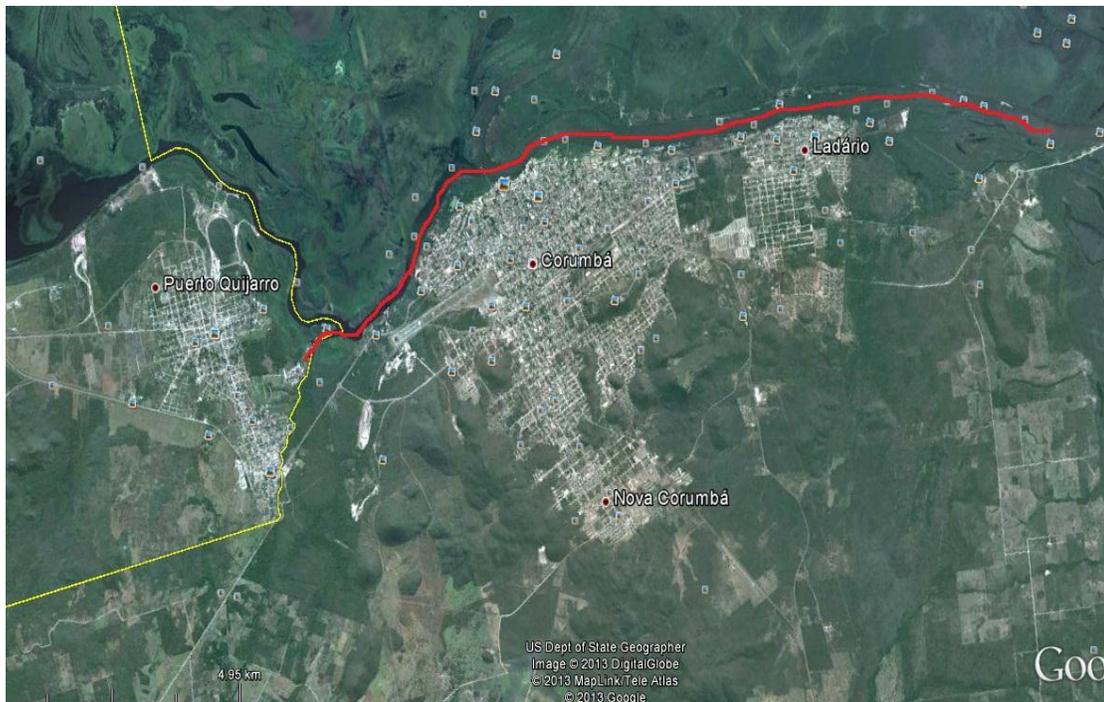


Figura 3.4.36 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 14. “Fuente: Información Pública”.

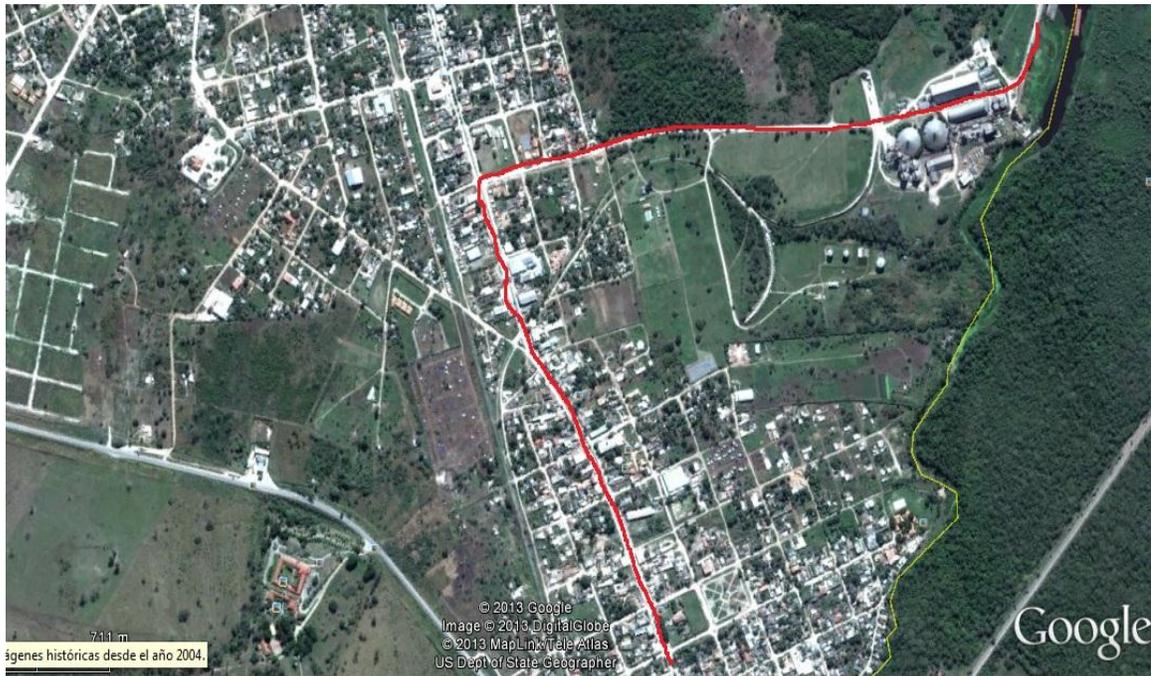


Figura 3.4.37 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 15. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.38 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 16. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.39 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 17. “Fuente: Información Pública”.

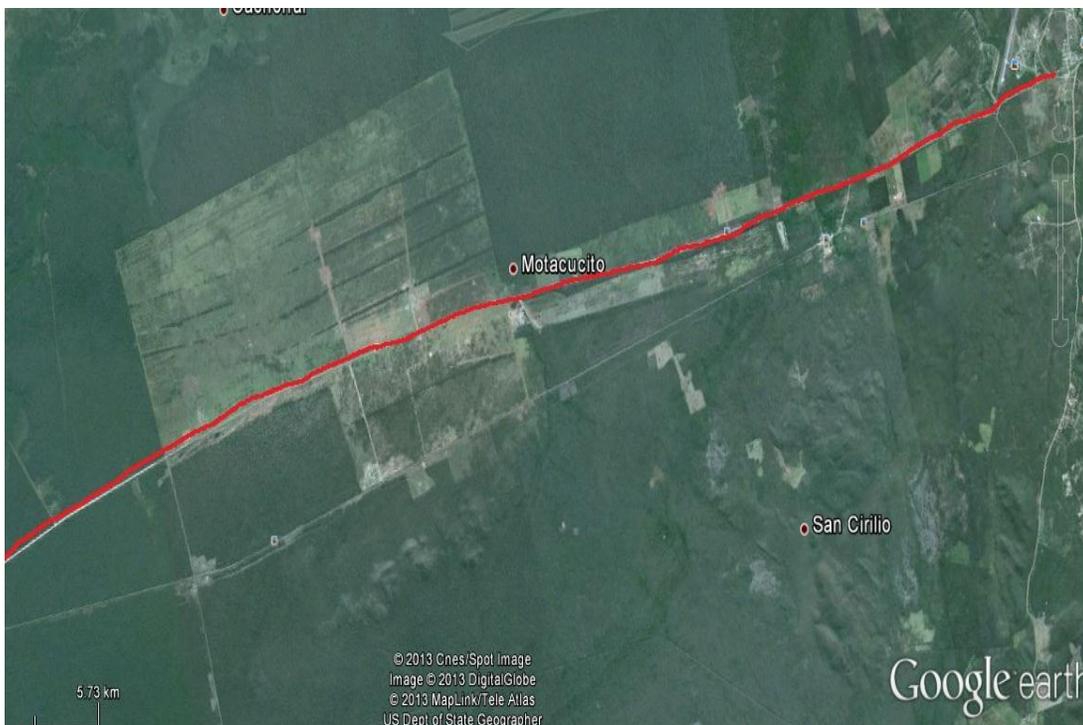


Figura 3.4.40 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 18. “Fuente: Información Pública”.

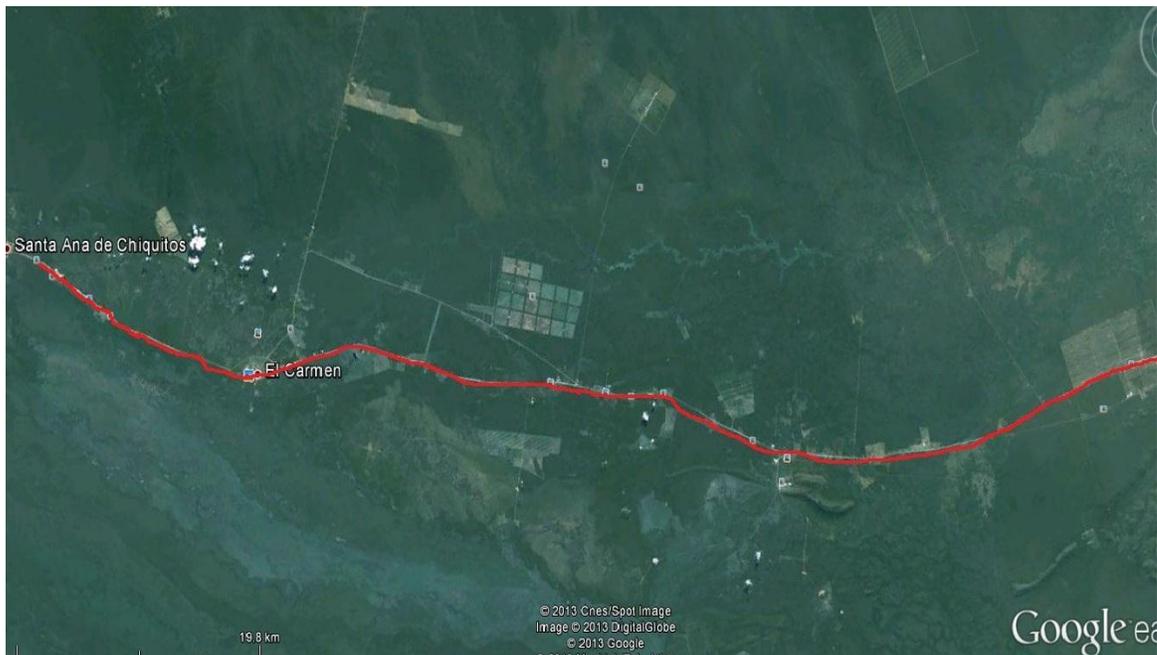


Figura 3.4.41 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 19. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.42 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 20. “Fuente: Información Pública”.

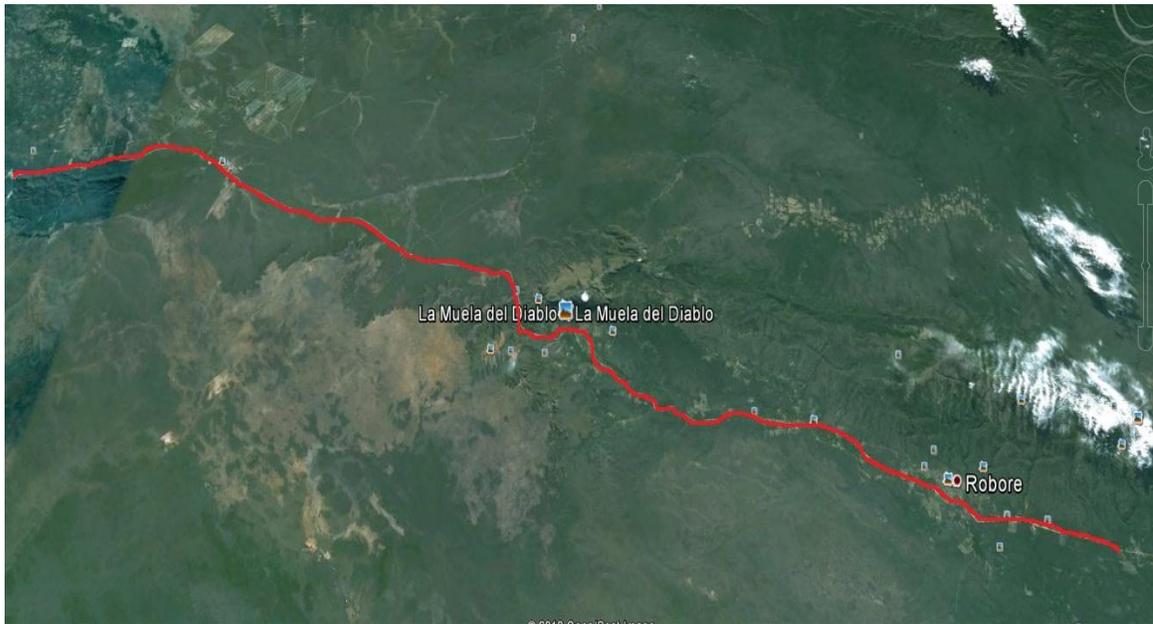


Figura 3.4.43 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 21. “Fuente: Información Pública”.

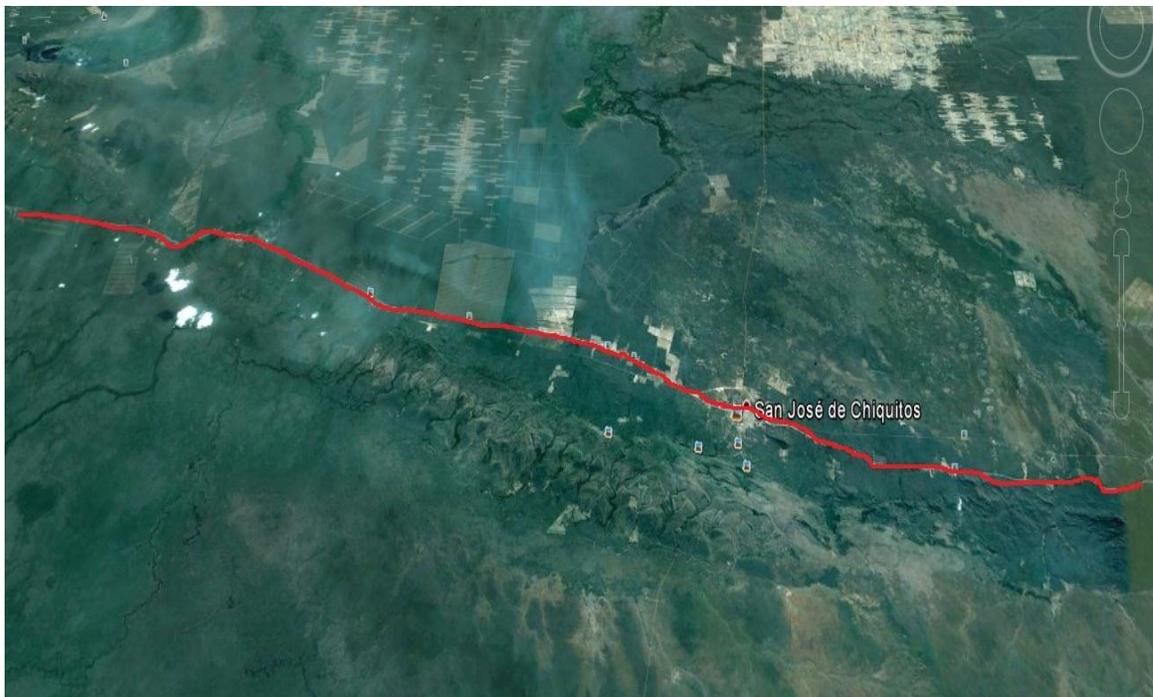
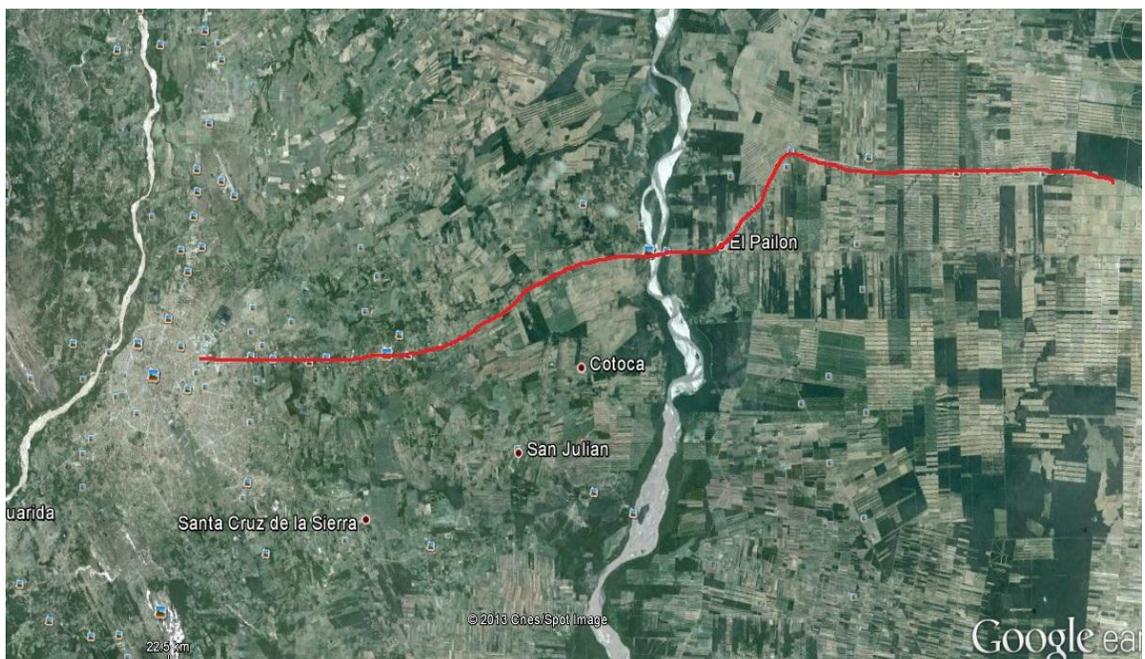


Figura 3.4.44 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 22. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.45 Ruta Campana fluvial. Puertos Río de La Plata, Rosario y Zarate – Bolivia. Fluvial-Terrestre. 23. “Fuente: Información Pública”.



El tiempo estimado por embarque es de entre 45 y 50 días calendarios. Y se asume que el transportista tendrá seis equipos para cargar, camión de tracción y carros rodantes hidráulicos de auto giro. Se asume 6 equipos por embarque.

Aun cuando este estudio está basado principalmente en las rutas arriba mencionadas, existen otras rutas que se podrían usar como alternativas a fin de mejorar el tiempo de transporte de equipos y materiales, éstas, sugeridas en el estudio de YPFB. El límite para el uso de estas rutas es el poco peso que permiten. 80 toneladas.

Figura 3.4.46 Puerto de Iquique, un poco más al sur de Arica. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.47 Puerto Angamos, Mejillones. Oeste centro de Chile. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.48. Puerto de Antofagasta. Oeste centro de Chile. “Fuente: Información Pública”.



Para el transporte por cualquiera de estas tres opciones se debe tener en cuenta que el largo máximo posible a transportar es de 22 metros, 5,5 metros de ancho, 5,2 metros de alto y 80 toneladas de peso.

**Figura 3.4.49. Ejemplo transporte columna fraccionadora de 60 metros de largo.
“Fuente: Información Pública”.**



Figura 3.4.50 Ejemplo de transporte de equipos en barcazas o gabarras. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.51 Ejemplo de transporte de equipos en barcazas o gabarras. “Fuente: Información Pública”.

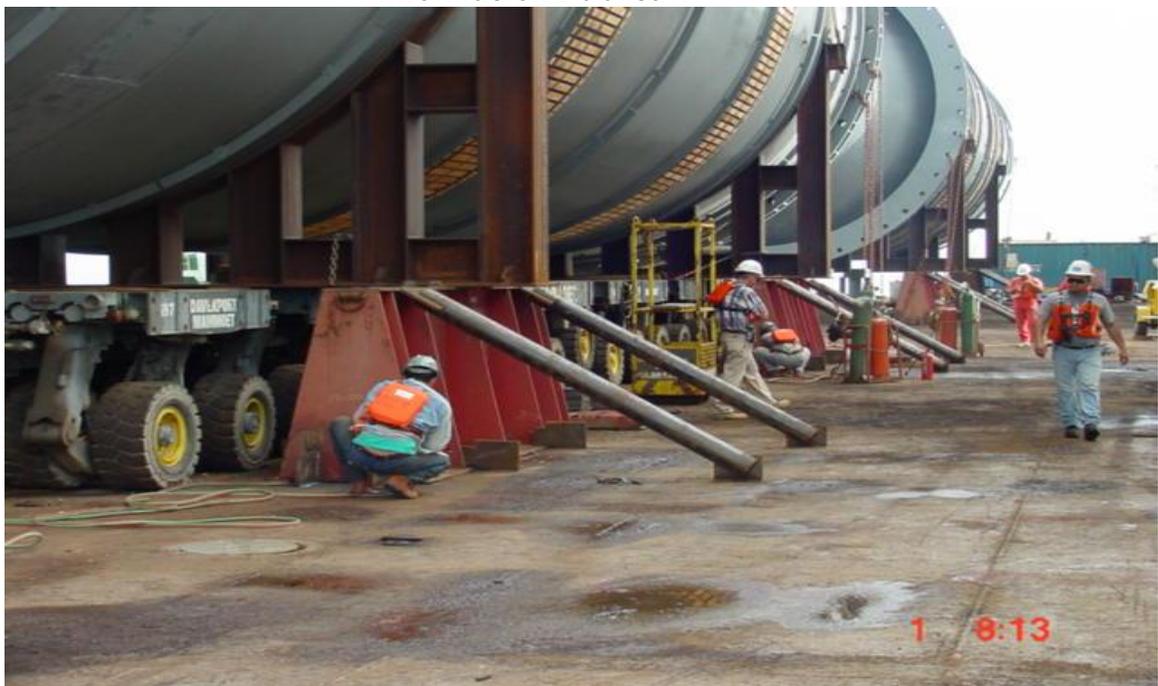


Figura 3.4.52 Ejemplo de transporte de equipos en barcazas o gabarras. “Fuente: Información Pública”.



Se define como transportes especiales aquellos cuyas cargas exceden las 30 hasta 250 toneladas, peso impuesto por las limitaciones de las rutas y las leyes de transporte de Bolivia.

Figura 3.4.53 Ejemplo de transporte de equipos en barcazas o gabarras.



Se define como transportes convencionales aquellos cuyas cargas están dentro de lo permitido por las leyes de transporte. Usualmente entre 30-40 toneladas.

Figura 3.4.54 Ejemplo de transportes convencionales 1. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.55 Ejemplo de transportes convencionales 2. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.56 Ejemplo de transportes convencionales 3. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.57 Ejemplo de transportes convencionales 4. “Fuente: Información Pública”.





TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Figura 3.4.58 Cronograma de transporte.

Puerto	Eq	MESES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rosario. 40 días de recorrido. 96 Embarques especiales. Se asume que en cada embarque van 6 equipos o secciones	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
Embarques convencionales	516										
Zarate. 40 días de recorrido. 96 Embarques especiales. Se asume que en cada embarque van 6 equipos o secciones	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3			Embarque 4
	6										
Embarques convencionales	516										
Arica. 20 días de recorrido. 168 Embarques especiales. Se asume que en cada embarque van 6 equipos o secciones	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5	Embarque 6	Embarque 7	Embarque 8	Embarque 9	
	6										
	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5	Embarque 6	Embarque 7	Embarque 8	Embarque 9	
	6										
	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5	Embarque 6	Embarque 7	Embarque 8	Embarque 9	
	6										
	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5	Embarque 6	Embarque 7	Embarque 8	Embarque 9	
	6										
	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5	Embarque 6	Embarque 7	Embarque 8	Embarque 9	
	6										
Embarques convencionales	516										
Santos. 60 días de recorrido. 90 Embarques especiales. Se asume que en cada embarque van 6 equipos o secciones	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3		Embarque 4	
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3		Embarque 4	
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3		Embarque 4	
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3		Embarque 4	
	6										
	6	Embarque 1			Embarque 2			Embarque 3		Embarque 4	
	6										
Embarques convencionales	516										
Rio Parana/Paraguay. Campana Fluvial. 45 días de Recorrido. 91 Embarques especiales. Se asume que en cada embarque van 6 equipos o secciones	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5					
	6										
	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5					
	6										
	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5					
	6										
	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5					
	6										
	6	Embarque 1	Embarque 2	Embarque 3	Embarque 4	Embarque 5					
	6										
Embarques convencionales	516										

Embarques Especiales	541
Embarques Convencionales	2580
Total embarques	3121

Se harán 563 viajes en cada ruta. Se toman 6 meses promedio. Son 94 viajes por mes. Se toman 22 días hábiles por mes. Da aproximadamente 4,3 viajes por día.

Vías Férreas

Como alternativa a los embarques convencionales donde se manejan pesos de hasta 30 toneladas, está la de usar las vías férreas existentes en Bolivia. La red oriental va desde Puerto Quijarro hasta Yacuiba.

Puerto Quijarro está muy cerca de Corumba, sitio de recepción de equipos que viajan a través de la ruta fluvial de los río Paraná y Paraguay y lo que vendría desde Brasil, de la ruta 4, desde Santos. La distancia desde Puerto Quijarro hasta Yacuiba es de 1.196 kilómetros.

Figura 3.4.60 Vías Férreas. “Fuente: Información Pública”.

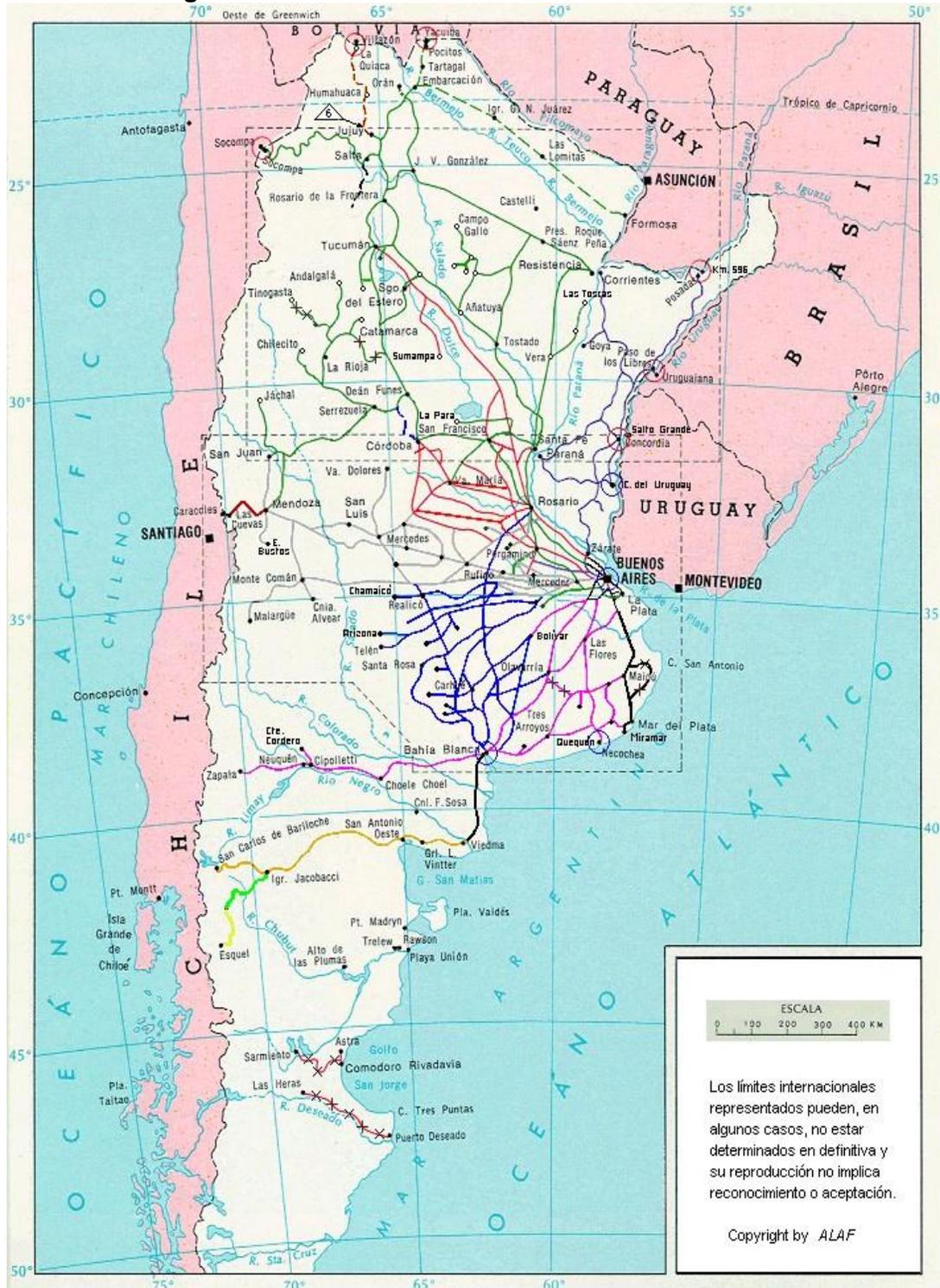


En la medida que los niveles del río, permitan el transporte de cargas en cantidades considerables hasta Puerto Quijarro, se podrían tomar muchas de estas cargas, y ser transportadas en los trenes disponibles, siempre que se cumpla con las limitaciones que imponen las dimensiones aceptables de los vagones de los trenes. Esto permitiría rebajar las cantidades de camiones a usar y reducir los costos de transporte

El acceso mediante ferrocarril desde Argentina: puertos de Río de Plata, Zarate y Rosario tienen conexión con Yacuiba a través de la concesión F.C Belgrano, S.A, la cual llega hasta Pocitos al lado de Yacuiba.

**ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS A REALIZAR
PARTE B – ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD**

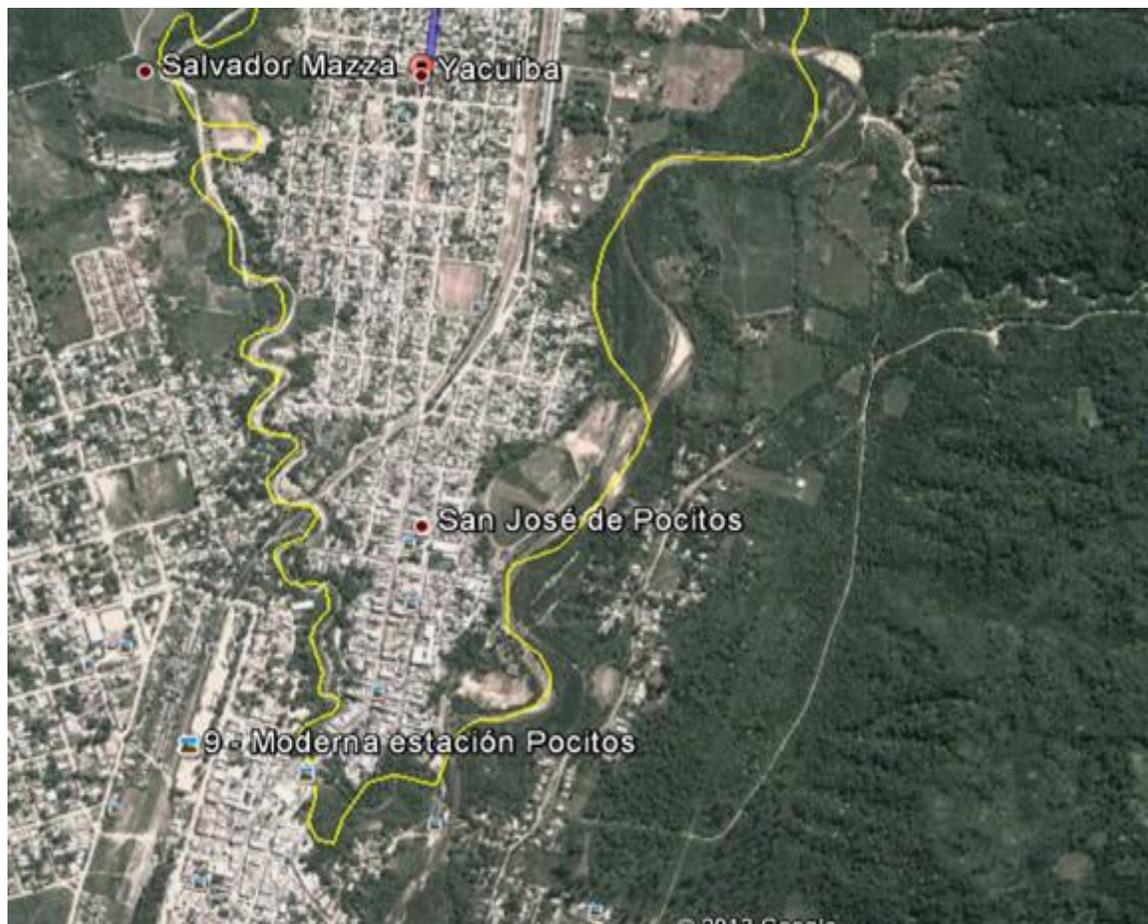
Figura 3.4.61 Vías Férreas. “Fuente: Información Pública”.



ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS A REALIZAR
PARTE B – ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD

El uso de trenes para cargas convencionales ayudaría a que la cantidad de camiones a contratar por día no sea tan representativa. Dependerá del análisis en el estudio de transportabilidad del CONTRATISTA y de su logística, que equipos y /o materiales son llevados por camiones y que es enviado vía férrea. Ambas son alternativas viables a utilizar en este proyecto.

Figura 3.4.62 Detalle de la estación de tren Pocitos con llegada a Yacuiba.
“Fuente: Información Pública”.



Importante resaltar que en este estudio se **recomienda la Modularización o ensamblaje** en unidades paquetes hasta un cierto límite. Esto, debido a la complejidad y limitaciones que tienen las vías de comunicación para llegar a Bolivia.

De igual forma, una vez en sitio deberá verificarse la factibilidad, en el ensamblaje de estas unidades paquetes. Mientras mayores sean los tamaños, mayores serán las fundaciones necesarias debido a mayores pesos.

Lo que se puede transportar por las vías terrestres deberá estar de acuerdo con las

dimensiones establecidas en los estudios de las rutas sugeridas y que se confirmaran con los estudios realizados por el CONTRATISTA detallados de las rutas que se harán posteriormente.

Figura 3.4.63 Ejemplo de transporte de unidades paquetes. 1. “Fuente: Información Pública”.



Figura 3.4.64 Ejemplo de transporte de unidades paquetes. 2. “Fuente: Información Pública”.



Los grandes recipientes a presión, tales como columnas de destilación, reactores deberán llevarse en secciones y serán ensambladas en el sitio de la obra.

Figura 3.4.65 Ejemplo de transporte de torre fraccionadora. “Fuente: Información Pública”.



4. PLAN DE LOGISTICA DE MONTAJE E INSTALACIONES IN SITU DE LOS EQUIPOS CRITICOS.

Para efectos del presente estudio, se establece como base que la construcción del proyecto para las unidades de proceso se llevará a cabo como un solo proyecto por el CONTRATISTA bajo la modalidad de “Suma Global “. Un valor estimado compuesto y a las horas hombres directa e indirecta usado para los estimados de costo del proyecto.

Los resultados de los estudios relacionados deberán estar reflejados en el estimado de Coto Clase II.

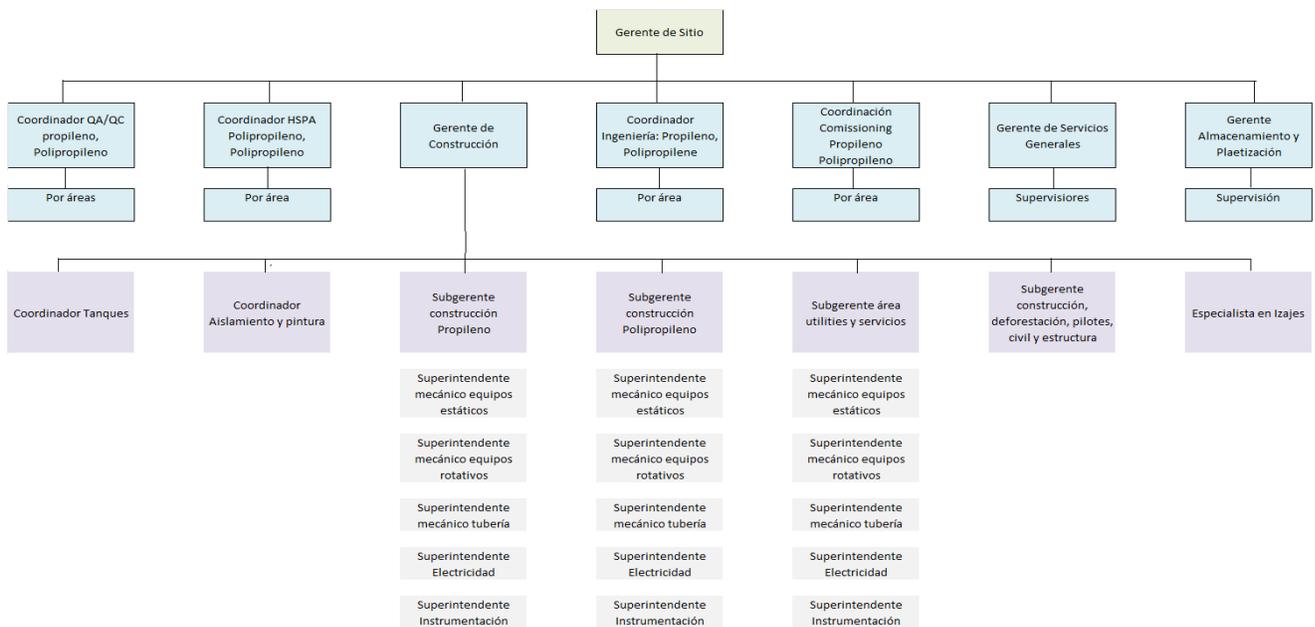
4.1. ORGANIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CONTRATISTA Y DE YPFB.

A fin de cumplir con el objetivo propuesto se requiere hacer el estudio de la organización de la Gerencia de Construcción del CONTRATISTA, para llevar a cabo la ejecución de la obra, en cuanto a la cantidad y el tipo de personal necesario y poder así cuantificar las facilidades de obras temporales requeridas en el presente proyecto. La estructura organizativa que se diseñe para la gestión del proyecto, no solamente será importante en términos del logro de las metas, sino que tendrá efectos en las inversiones y en el costo del proyecto.

La organización sugerida en este estudio se presenta en la figura 4.1.1, Organigrama de Gerencia de construcción del CONTRATISTA, el cual es referencial, preparado solo para los fines específicos de este estudio. En el organigrama se refleja la Gerencia de Construcción y la Gerencia de Sitio que trabajarán directamente en la obra y reportara a la Gerencia de PCPPP.

Personal de nómina mensual: Se considera el personal de dirección, supervisión, control, inspección, entre otros, de la obra, incluyendo asistentes, los cuales tienen carácter de personal indirecto: el número de personal será determinada en el estudio realizado por el CONTRATISTA.

Figura 4.1.1 Organigrama de Gerencia de construcción del CONTRATISTA.





**PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LAS
PLANTAS DE PROPILENO Y POLIPROPILENO**

No. Documento:
3753-KK-SG-0000001
Rev.: A
Fecha: 18-Abril-2016

**ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS A REALIZAR
PARTE B – ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD**

Las principales funciones de este equipo serán:

- a. Ejecución de la ingeniería
- b. Revisión de la ingeniería en campo.
- c. Coordinación del montaje de las instalaciones provisionales. GGC, YPFB y Contratistas.
- d. Supervisión y coordinación de los contratistas en las diferentes disciplinas:
 - Deforestación.
 - Movimiento de tierra para nivelación del terreno de campo
 - Mejoramiento del suelo. (Si aplica, luego del estudio de suelos.)
 - Trabajos civiles.
 - Pre fabricación y Montaje de Estructuras.
 - Pre fabricación y Montaje de tuberías. Limpieza y lavado.
 - Montaje de Equipos y Recipientes a presión. Pruebas.
 - Trabajos de Aislamiento.
 - Trabajos de Recubrimientos y Pintura.
 - Pre fabricación y Montaje de Tanques y Esferas.
 - Trabajos de Electricidad e Instrumentación.
 - Instalación, Pruebas y Puesta en marcha de las unidades.
 - Instalación del sistema contra incendio y equipo de Detección
- e. Garantizar que el sistema de calidad este operativo durante todo el proyecto.
- f. Garantizar el cumplimiento de los requisitos de seguridad del personal, salud ocupacional, protección física, resguardo y protección del medio ambiente.
- g. Almacenamiento, conservación de los equipos, durante la fase de construcción.

Adicionalmente, a esta organización, cada contratista en cada especialidad, tendrá una organización similar, de personal indirecto supervisor. Este personal estará ubicado en las facilidades temporales destinadas para cada Subcontratista.

4.1.1. Fuerza Laboral

Se puede anticipar que en un proyecto, el CONTRATISTA dividirá el alcance de los trabajos de construcción, de cada una de las plantas en los siguientes paquetes:

- Deforestación.
- Movimiento de tierra para nivelación del terreno de campo
- Mejoramiento del suelo. (Si aplica, luego del estudio de suelos.)
- Trabajos de construcción civil.
- Trabajos de construcción de estructuras.
- Trabajos de instalación de tanques.
- Trabajos de instalación mecánicos. Estáticos, rotativos y de tubería.
- Trabajos de instalación Eléctricos.
- Trabajos de instalación de Instrumentación.



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

- Trabajos de instalación de Aislamiento.
- Trabajo de aplicación de recubrimientos, pintura.
- Trabajos de Pruebas y Arranque.

Se puede también dar el caso y sin limitar el alcance, que un solo contratista pueda tener varias disciplinas. Ejemplo de esto, contratistas electromecánicos.

Personal de nómina diaria directo: Se considera personal que trabaja directamente en la obra con las diferentes contratistas como capataces, maestros, ayudantes, operadores de equipos, obreros, entre otros. Se estimarán cantidades por disciplina, para efectos de tener idea de poder prever los servicios necesarios para el personal.

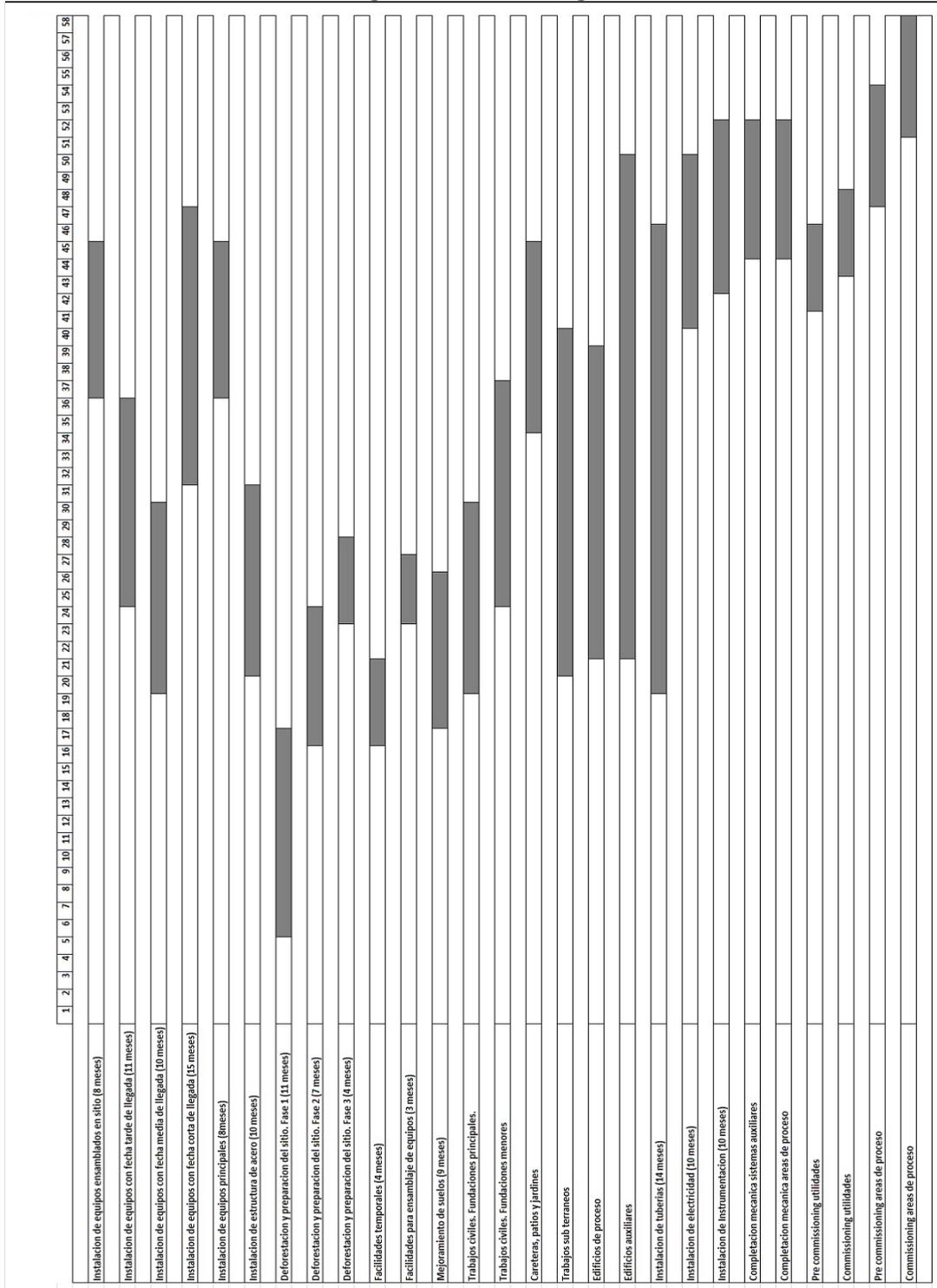


PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LAS PLANTAS DE PROPILENO Y POLIPROPILENO

No. Documento:
3753-KK-SG-0000001
Rev.: A
Fecha: 18-Abril-2016

**ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS A REALIZAR
PARTE B – ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD**

Figura.4.2.1 Cronograma de construcción





**PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LAS
PLANTAS DE PROPILENO Y POLIPROPILENO**

No. Documento:
3753-KK-SG-0000001
Rev.: A
Fecha: 18-Abril-2016

**ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS A REALIZAR
PARTE B – ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD**

4.1.2. Histograma de Labor directa con secuencia y Cantidades Estimadas.

El CONTRATISTA deberá elaborar un histograma de labor directa con secuencia y cantidad estimada acorde al cronograma de actividades.

4.1.3. Abandono y cierre de construcción.

Es importante destacar que el CONTRATISTA es responsable de las áreas provisionales que serán utilizadas durante toda la etapa de construcción de la Planta, por tanto el CONTRATISTA deberá devolver las áreas utilizadas en las mismas o mejores condiciones de acuerdo a lo establecido en la Licencia Ambiental, en función a los estudios de deforestación y de mitigación presentados.

El propósito de la mitigación es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por el proyecto. Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos. Medidas de intervención dirigidas a reducir o atenuar el riesgo.

Se deberán tomar en cuenta el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo del proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Surgen del Estudio de Impacto Ambiental y se incorpora su seguimiento en el Plan de Gestión Ambiental. Las medidas de mitigación pueden ser de implementación previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.

4.1.4. Facilidades Temporales Para Construcción.

Acceso a las instalaciones.

Se entiende como obras temporales todas las facilidades de oficinas, baños y estacionamientos del personal de dirección, supervisión, inspección y administración del CONTRATISTA, así como comedores, vestuarios y baños del personal obrero indirecto, almacenamiento de materiales y equipos, talleres, entre otros; requeridos para la construcción, los cuales tendrán carácter temporal ya que deberán ser retirados una vez terminada la obra.

Para determinar el área de las facilidades temporales el CONTRATISTA deberá tomar en cuenta la programación de la fuerza de trabajo estimada en la obra, la programación de equipos necesarios y programa de ejecución, derivados de la preparación técnica del proyecto, entre otras variables.



**PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LAS
PLANTAS DE PROPILENO Y POLIPROPILENO**

No. Documento:
3753-KK-SG-0000001
Rev.: A
Fecha: 18-Abril-2016

**ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS A REALIZAR
PARTE B – ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD**

El área para la construcción del PCPPP abarcara casi toda el área disponible, 75 Ha aproximado, se dividirá de acuerdo a las necesidades del PCPPP en:

- Vías de acceso: Áreas marcadas con negro. Accesos nuevos o acondicionar los existentes.
- Facilidades para YPFB.
- Facilidades CONTRATISTA.
- Estacionamientos.
- Facilidades temporales para el Subcontratistas: Electricidad, Instrumentación. Tuberías, Equipos, Civil, Tanques, etc.
- Portones de acceso
- Taller de Pre Fabricación
- Facilidades temporales contratista Deforestación.
- Facilidades temporales contratista Mejoramiento suelos.
- Facilidades temporales contratista Aislamiento.
- Facilidades temporales contratista Recubrimiento y Pintura.
- Áreas para Almacenaje.
- Etc.

4.1.5. Facilidades Provisionales Para Construcción.

Cumpliendo con la legislación laboral vigente de Bolivia, las áreas deberán estar perfectamente diferenciadas: Oficinas, Comedor, Depósito y custodia de materiales y herramientas, Baños, Enfermería y Generación eléctrica. Todas las áreas deberán estar equipadas totalmente con el mobiliario adecuado Nevera, escritorio, silla, estantes, aire acondicionado, servicio de Internet, televisor, baño (con su respectivo equipos de limpieza), etc.

Se ha considerado Módulos pre fabricados para oficinas. De igual forma se usaran módulos para las oficinas de YPFB.

Como una propuesta organizativa se plantea el Plot Plan de distribución de la Planta de Propileno y Polipropileno, y sus servicios auxiliares (ver figura 4.1.5.1.).

De acuerdo a este Plot Plan preliminar el CONTRATISTA deberá realizar un estudio y determinar las ubicaciones de las oficinas de construcción tanto para el Contratista, YPFB y todas las facilidades temporales asociados a la construcción de la Planta o en cambio se deberá definir la ubicación de las facilidades temporales de construcción dentro de los predios de YPFB cuando se tenga el Plot Plan general aprobado en la fase FEED.

Figura 4.1.5.1 Plano “Plot Plan” preliminar de distribución de la Planta PCPPP

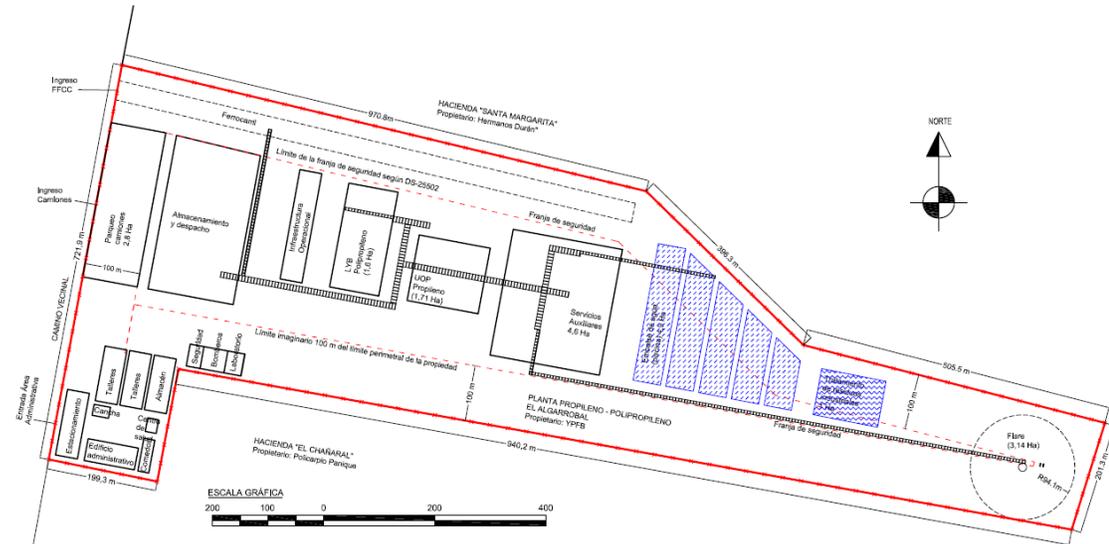


Figura 4.1.5.2 Típica facilidad de oficina. “Fuente: Información Pública”.



El CONTRATISTA debe estimar el área de estacionamiento para vehículos y autobuses, utilizando espacios creados para la entrada, la circulación, y espacios de estacionamiento, como factor de planeamiento y estimación de costos típicos.

El CONTRATISTA debe estimar la capacidad de las plantas de generación eléctrica (KVA),

El CONTRATISTA debe tomar en cuenta: que una vez terminada la ejecución de la obra, todas las obras de infraestructura que sirvieron para edificar las instalaciones provisionales sean removidas del sitio, y que todos los gastos incurridos en acondicionar, mantener y remover las mismas, se incluyan en los precios del presupuesto de construcción de la obra. Estos gastos deberán ser presentados en las partidas de movilización y desmovilización de las oficinas y facilidades temporales para construcción.

4.1.6. Área de Construcción. Plantas del PCPPP.

Esta área será definida una vez que los respectivos estudios de suelos estén terminados y se haga la selección de las tecnologías, determinando el área exacta de cada planta.

4.1.7. Área del Subcontratistas por Especialidades.

Se entiende que el CONTRATISTA y Subcontratista deberán armar sus facilidades temporales de construcción, con todas las facilidades necesarias para satisfacer los requerimientos de apoyo a las actividades de construcción en el sitio de la obra, de manera segura a los trabajadores.

Aun cuando la responsabilidad será del Subcontratista, el CONTRATISTA, velará por que se cumplan los requerimientos básicos y legales tales como comedores, vestuarios, sanitarios, etc.

Se habla de una organización promedio de entre 200 a 1.000 trabajadores para un Subcontratista típica, se requerirán:

- a) Comedores y vestuarios. Se requerirá aproximadamente 65 comedores modulares, con capacidad de 16 personas c/u y de 50 vestuarios modulares.
- b) Sanitarios. Se ha considerado el uso baños portátiles con servicio de limpieza diaria, a base de agua, los cuales se contratarán con el servicio de limpieza incluido, evitándose así el uso de pozos o tanques sépticos. Se consideran necesarios un total de 100 baños para una cantidad de 800 a 1.000 personas de nómina diaria aproximadamente, por contratista. Estas cantidades se repetirán para cada contratista en cada especialidad.

Se sugiere que las carreteras perimetrales se hagan con anchos suficientes, que puedan servir de estacionamientos a la gran cantidad de autobuses que prestarán servicio de transporte al personal directo, durante las horas de ingreso y egreso del personal. Se deberá prever de un área lejos del área de construcción, donde se estacionarán dichos autobuses durante el día o la noche.

4.1.8. Facilidades de Talleres de Tubería, Limpieza por Chorro de Arena y Pintura

En lo posible se pedirá que tanto, las planchas para la construcción de tanques, estructuras varias, recipientes a presión y tramos de tuberías lleguen al sitio de la obra



con su respectiva limpieza externa y capas intermedias de recubrimiento protector. Sin embargo, se dispondrá de un área, para realizar retoques de chorro de arena y pintura. Siempre tomando en cuenta que sea lo menos posible, con el fin de evitar posible contaminación al ambiente.

La estructura metálica prefabricada deberá llegar al sitio de la obra con todas las capas de pintura terminadas. Listas para ser montadas.

De igual forma, todos los equipos mecánicos tales como compresores, bombas, turbinas, recipientes a presión, etc., llegaran al sitio de la obra con la pintura final hecha por el fabricante. Se completara en campo el resto de sistema de pintura y retoques con el mismo RAL de pintura definido en el PCPPP, cuando los equipos lleguen dañados en sus capas de pintura.

Tubería prefabricada fuera del área de construcción, llegara como mínimo con la capa intermedia de pintura. Resto de capas y retoques se harán en el sitio de la obra. Tubería fabricada en el sitio de la obra, se le aplicara choro de arena y pintura en el sitio.

No se permitirá el uso de tubería doblada que reemplace a codos.

4.2. SERVICIOS DE APOYO A LA CONSTRUCCIÓN

Para la presente evaluación preliminar, se asume que el CONTRATISTA, suministrará los servicios de apoyo a las oficinas de sitio suyo y las de YPFB. Se deberá contar con, Servicios de agua potable, Facilidades Sanitarias, Generación de energía eléctrica, Orden y limpieza, Iluminación de seguridad (referida a los alrededores del sitio de la planta y facilidades temporales), Recolección de basura, Equipos de protección personal, Equipos de Control y Combate de Incendio, Seguridad de todas las instalaciones y las áreas bajo el control del CONTRATISTA, Primeros auxilios y facilidades de protección, etc.

4.2.1. Agua Potable, agua de servicio y tratamiento de aguas residuales.

La provisión de agua, tanto potable como de servicio, será por cuenta del CONTRATISTA, para sus facilidades temporales y el de YPFB.

Trabajos Civiles, Tuberías y Construcción de tanques y esferas, que es donde más consumo de agua puede haber, las necesidades deberán preverse desde el comienzo. Sobre todo el agua para la limpieza de las tuberías (flushing) y pruebas, limpiezas químicas, así como para las pruebas de los tanques. El CONTRATISTA deberá realizar el suministro de agua para todas las actividades anteriormente mencionadas. Como también será de responsable de los estudios que se realizara durante la etapa FEED para la ubicación y su disposición final de estas aguas.

En caso de que el CONTRATISTA realice el aprovechamiento de aguas subterráneas está condicionado a que no afecte a los acuíferos utilizados para dotar de agua a las comunidades y otros aspectos que puedan causar malestar social y reclamos posteriores.

El CONTRATISTA se deberá analizar la prospección de acuíferos a partir de 400 m, aislando los utilizados actualmente. Su explotación deberá ser aprobada por YPFB.

Lo que sí debe quedar claro es que YPFB no suministrará ningún tipo de agua para las actividades de construcción. De manera que las responsabilidades de todo el consumo de agua, será por parte del CONTRATISTA.

De igual forma se deberá prever sistemas de tratamiento de aguas servidas. Existen en el mercado, plantas depuradoras de aguas residuales compactas portátiles de fácil uso. Será responsabilidad del CONTRATISTA, garantizar el uso de estas plantas para asegurar que se cumplan los requerimientos de Medio Ambiente y evitar la contaminación.

FIGURA 4.2.1.1. Plantas depuradoras portátiles. “Fuente: Información Pública”.



Figura 4.2.1.2. Plantas depuradoras portátiles. “Fuente: Información Pública”.

Plantas de Tratamiento tipo Compactas



Planta de Tratamiento Compacta tipo Monotanque

- 100% fabricada en taller
- Fácil de transportar
- Cero Corrosión



Tecnología:
Lodos Activados en Aereación Extendida

Capacidades:
De 10.000 a 250.000 L/D

Población:
50 a 1.250 personas



4.2.2. Energía Eléctrica Para la Obra.

El CONTRATISTA es responsable del suministro eléctrico para todas las etapas de construcción del PCPPP.

El CONTRATISTA deberá realizar un informe y presentar la selección del suministro de energía eléctrica en base a costos y confiabilidad para la aprobación de YPFB, entre las diferentes alternativas posibles:

- Generación propia (generadores a diésel, gas, etc.)
- De la red administrada por ENDE

En cualquier caso, cabe destacar que el CONTRATISTA es responsable de realizar la logística necesaria para el suministro de energía eléctrica para el PCPPP. Sin embargo, tanto el CONTRATISTA, como los sub contratistas por especialidades, deberán prever tener en sitio generadores diesel de respaldo, en caso de cortes de emergencias o apagones.

En caso de que YPFB, aprueba la conexión del ramal eléctrico, el CONTRATISTA, hará todos los arreglos necesarios para hacer las conexiones necesarias en cada instalación provisional.



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

El CONTRATISTA será responsable de suministrar todos los materiales para el conexionado de energía eléctrica para sus facilidades y para los trabajos que ejecuten que requieran consumo eléctrico. Así como el tendido eléctrico hasta donde se necesite para el cumplimiento de los trabajos.

En el caso que se decida por alguna razón trabajar en horarios nocturnos, también será por cuenta del CONTRATISTA el suministro de todas las facilidades necesarias para la prestación de este servicio.

.El sistema de iluminación temporal deberá ser instalado y mantenido por el CONTRATISTA según sea necesario para satisfacer los requisitos mínimos de seguridad y protección. Los sistemas de iluminación temporal deberán ser adecuados para la iluminación de todas las áreas de trabajo.

Cuando el trabajo se esté realizando en la noche, la iluminación de todas las áreas debe estar configurada a satisfacción del Gerente de Construcción de la obra. Todas las áreas de trabajo en obra deben estar adecuadamente iluminadas, incluyendo las áreas de vigilancia y personal de emergencia.

Una vez se finalicen los trabajos en obra, el contratista deberá retirar todo el equipo eléctrico, cableados e iluminación temporal. El CONTRATISTA deberá restaurar y reacondicionar las áreas del sitio dañadas o alteradas por las instalaciones temporales.

El CONTRATISTA, debe determinar la capacidad de energía eléctrica necesaria para las obras de construcción en sus diferentes fases.

4.2.3. Aire para Construcción.

Todo el requerimiento de aire comprimido en el uso de herramientas neumáticas, pruebas neumáticas, soplado de tuberías, limpieza, etc. Deberá ser provisto por el CONTRATISTA.

4.2.4. Teléfono y Redes

El CONTRATISTA, deberá proveer las conexiones telefónicas y de Internet para sus facilidades y las de YPFB con capacidad suficiente para llevar a cabo el alcance del trabajo de la obra del PCPPP. El CONTRATISTA será responsable por la instalación, operación y mantenimiento del sistema de telefonía y comunicaciones.

El CONTRATISTA deberá proporcionar un máximo ancho de banda disponible de internet. Así como también el uso de aparatos de radio de corto y mediano alcance, con sus antenas respectivas para poder comunicarse con personal de obra trabajando en Yacuiba, con alcance mínimo de 100 kilómetros

4.3. TRABAJOS PRELIMINARES

Se entiende como trabajos preliminares las obras de limpieza del terreno y preparación del sitio. Las áreas que serán ocupadas para las construcciones de las plantas y todas aquellas necesarias para apoyo al proceso de construcción, deberán limpiarse, quitar la maleza des-arrraigamiento de árboles, arbustos, troncos, raíces y pastos, así como la remoción de todo impedimento natural o artificial y prever desagües necesarios.

No se usarán productos químicos para la limpieza que puedan contaminar los suelos. Y estará prohibida la quema de árboles y arbustos.

Todo el material de desecho proveniente de la limpieza deberá llevarse a sitios destinados para tal fin y sus costos correrán por cuenta del CONTRATISTA cumpliendo con lo establecido en la Licencia Ambiental. Estos trabajos serán informados y aprobados por YPFB.

4.3.1. Trabajos de topografía, replanteos, nivelaciones y estudios de suelo.

En paralelo, el CONTRATISTA, tendrá topógrafos que verificarán los trabajos hechos por la topografía de los diferentes subcontratistas. Los trabajos topográficos de replanteo tendrán lugar inmediatamente después de la aprobación del contrato de ejecución del proyecto, dichos trabajos se referirán inicialmente a la conformación del terreno, atendiendo a las pendientes y drenajes de aguas. Los trabajos de topografía continuaran a lo largo de la construcción, atendiendo al replanteo y nivelación de bancadas, zanjas de tuberías, canalizaciones de drenaje, fundaciones, edificaciones, montaje de equipos, etc.

Se harán los respectivos estudios de suelo para determinar la capacidad del terreno para soportar las cargas previstas. Deberá verificarse el área de construcción donde se instalará las plantas, el taller de pre fabricación donde se ensamblaran los equipos críticos, así como también el área de almacenaje y las rutas por donde pasaran estos equipos.

Los estudios deberán realizarse hasta profundidades mínimas según la normativa de suelos aplicables, de acuerdo a análisis de cargas máximas, estratos afectados por las cargas máximas. Estos estudios deben considerar los métodos adecuados y más recomendables para el tipo de terreno, debiendo expresamente utilizarse vanguardia en la tecnología a aplicarse.

4.3.2. Preparación del Sitio y Movimiento de Tierra

El CONTRATISTA deberá definir:

- Sitios para disposición de material. O buzones destinados para este uso, en el plan de manejo de desechos, aprobado por los organismos pertinentes en Bolivia”.
- Sitios para la obtención de material de préstamo para relleno.

- Laboratorio para medir compactación del terreno y características del material de préstamo para relleno.

Los trabajos de preparación del terreno, en caso de ser requerido, deberán zonificarse. La idea es que al terminar el 50 % del trabajo, esta área se le pueda entregar a la Subcontratista civil, para que comience con las actividades. Se deberá hacer un plan de trabajo que dará las prioridades en la secuencia de los trabajos y las áreas que se liberaran.

En la preparación del sitio y movimiento de tierra, una vez que los trabajos terminen, tendrán prioridad las áreas correspondientes a las obras provisionales, a fin de facilitar la movilización al sitio del personal, equipos, herramientas y material de construcción. Simultáneamente se deberá proceder al replanteo, cortes y rellenos necesarios en el área de la planta, a fin de obtener las cotas de terreno y las pendientes de escurrimiento previstas en el diseño.

De igual forma, se le debe dar prioridad a la construcción de la vialidad o mejoramiento de la misma sugerida en el plano de implantación. Esto permitirá el fácil acceso de los equipos para las instalaciones provisionales de cada Subcontratista, así como también el acceso a los materiales para el taller de pre fabricación y los almacenes.

4.3.3. Movilización al Sitio de Trabajo

La movilización al sitio de personal y equipos de construcción, debe tomar lugar inmediatamente después de la aprobación del contrato, teniendo en cuenta la preparación de las obras provisionales.

4.3.4. Construcción de Obras para Facilidades Temporales

Esta es una de las actividades que el CONTRATISTA deberá atender con mayor prioridad de ejecución, a fin de que pueda realizarse la movilización de personal y equipo de construcción por completo.

Se debe considerar la preparación de las vías de acceso como primera actividad a realizar. Mientras se va planificando la ubicación definitiva de donde ira cada subcontratista y sus respectiva especialidad

Es importante decidir de forma definitiva al comenzar los trabajos, el área de ubicación de las facilidades temporales de cada Subcontratista y proceder prioritariamente con las actividades requeridas de preparación del sitio.

Dentro de las prestaciones el CONTRATISTA deberá prever protección contra las malas condiciones climáticas. Los Subcontratistas deberán proporcionar una adecuada protección contra el clima, sobre todo en caso de lluvia, en las áreas abiertas de trabajo protegiendo personal, equipos y materiales dentro del área de la construcción.

4.4. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS.

En el plano de implantación se sugieren áreas para almacenaje. Deberá hacerse un plan detallado con las áreas donde se ubicaran los materiales y equipos por especialidad.

El CONTRATISTA tendrá la responsabilidad y custodia de los materiales y equipos en sus instalaciones, una vez que se reciba los materiales y equipos en sus instalaciones deberán proteger, preservar y cuidar los equipos a instalar.

Adicionalmente, el CONTRATISTA deberá tener su propio almacén de materiales y equipos.

Figura 4.4.1.1 Ejemplo de edificios provisionales. “Fuente: Información Pública”.



4.4.1. Almacenamiento de Materiales y Equipos Menores

Para el almacenamiento de materiales a la intemperie, como puede ser el caso de tuberías, bombas, tuberías, transformadores, etc., se almacenaran en el área destinada para almacén, cumpliendo las recomendaciones y requisitos de almacenaje del fabricante y las buenas prácticas recomendadas.

Para el almacenamiento de materiales que requieran estar bajo techo y en lugar más seguro, tales como cables, accesorios eléctricos, materiales de instrumentación, etc. se recomienda el uso del galpón de materiales.

En el caso de materiales eléctricos que requieran cuidados especiales tales como control de humedad, el CONTRATISTA deberá cumplir como mínimo los requisitos establecidos por los fabricantes de los equipos. En especial, se deberá proteger

materiales y equipos de difícil reposición y aquellos que puedan dañarse durante su transporte, almacenaje o montaje. De igual forma, al hacer entrega de los equipos especiales eléctricos y de instrumentación a los Subcontratistas, se velará que estos Subcontratistas cuenten con las instalaciones adecuadas para continuar manteniendo estos equipos en las mejores condiciones.

4.4.2. Almacenamiento de Equipos Mayores

Una buena planificación, control y coordinación entre la construcción de fundaciones y la procura de equipos, debe garantizar que la mayor parte de los equipos y en especial los de mayor dimensión y mayor peso, puedan ser colocados directamente sobre sus fundaciones ya ejecutadas y liberadas los trabajos por parte de YPFB (obtenida la adecuada resistencia del concreto), para el momento de su llegada, a fin de evitar el almacenamiento y doble manejo de los mismos con grúas, lo cual será más costoso. Sin embargo, con los equipos mayores que no se pueda cumplir tal proceso y que por lo tanto deban ser almacenados, se recomienda el uso del patio destinado para almacenaje.

Al terminar el ensamblaje de los equipos críticos en el Taller de Pre Fabricación, si no se pueden instalar directamente sobre sus fundaciones, se transportarán al sitio de almacenaje.

El CONTRATISTA, deberá entregar a YPFB, los planos y procedimientos para el almacenamiento, operación y mantenimiento.

4.5. LOGÍSTICA E IZAMIENTO.

4.5.1. Procedimientos.

Será responsabilidad del CONTRATISTA, toda la logística para el izamiento de los equipos del proyecto. Cada izamiento, deberá tener un plan de izaje aprobado por YPFB conforme al anexo de SMS de PCPPP (PG-PPP-YPFB-014 Seguridad Medio Ambiente y Salud), antes que se realice la operación o actividades de izajes.

Durante el desarrollo de FEED, el CONTRATISTA desarrollará un Procedimiento para Izajes tanto de tuberías, equipos, etc., determinando la criticidad de los mismos. En el mismo deberá presentar planes de Izajes típicos acorde a la estrategia de constructibilidad.

Dicho procedimiento debe contener como mínimo:

- Alcance de la maniobra.
- Descripción detallada del proceso.
- Características de la pieza a izar.
- Características de la grúa a utilizar.
- Cálculo de distancias y pesos con las respectivas tablas de las grúas.

- Estudio de acceso y colocación de los equipos en el sitio de izaje.
- Certificados vigentes de grúas y elementos de izaje.

El CONTRATISTA deberá presentar los certificados de inspección correspondientes para todos los equipos de izaje, los mismos que deberán ser aprobados por una entidad competente acreditada.

En cumplimiento con la ley 16998 Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar, que establece que todos los aparatos para izaje deben ser inspeccionados y aprobados completamente por lo menos una vez al año por una entidad competente certificada.

4.5.2. Izajes de Tuberías y Accesorios.

Para el izaje de tramos de tuberías usualmente se necesitan grúas pequeñas de fácil acceso a las instalaciones, grúas medianas con plumines instalados para obtener mayores alcances y grúas grandes en menor cantidad para tramos de tuberías pesadas y a distancia, como es el caso de las torres de proceso.

4.5.3. Izajes de Equipos Mecánicos

Importante resaltar que es necesario que una gran cantidad de equipos estén instalados para poder terminar la instalación de las tuberías, sobre todo el acople de bridas a los equipos. Esto hace necesario que exista una estrecha coordinación entre las grúas y plataformas elevadoras a usar.

Para equipos grandes se harán procedimientos de izaje para cada maniobra. Se prevén maniobras para izar equipos de hasta 800 toneladas. Se prevé grúas de 1.500 y 3.000 toneladas para estos izajes. Reactores que irán en una sola pieza con una grúa capaz de levantar la carga. Torres donde se usaran dos grúas, grúa principal y grúa de cola.

Para concretar la información de grúas grandes, se sugiere tomar contacto con empresas, tales como: IMBOLPACK, MAMMUT, ALANOCA, NIÑO DIVINO (BOL), SARENS (VENEZUELA).

Fotos de referencia de algunos ejemplos del uso de grúas en el izaje de equipos mecánicos:

Figura 4.5.3.1 Ejemplos de Izajes. “Fuente: Información Pública”.



Figura 4.5.3.2 Ejemplo de Izajes. “Fuente: Información Pública”.



Figura 4.5.3.3 Ejemplo de Izajes. “Fuente: Información Pública”.



4.5.4. Izajes de Equipos Eléctricos y de Instrumentación

La mayoría de los equipos eléctricos y de instrumentación se montan con grúas pequeñas, con la excepción de los transformadores. Con buena coordinación se podrán usar las grúas destinadas a montar tuberías y equipos.

Figura 4.5.4.1 Plataformas elevadoras. “Fuente: Información Pública”.



4.5.5. Equipos necesarios para el equipo de Puesta en marcha y arranque.

Se recomienda colocar en el alcance del Subcontratista de tuberías y montaje de equipos, mecánicos, la asistencia al personal de puesta en marcha. Usualmente en la remoción de tramos de tubería para la limpieza de estas. Así como el suministro de bombas para soplado y material para la fabricación de tramos de tuberías provisionales. Usualmente para la fase de arranque ya la planta contara con equipos ya probados y personal de operaciones que podrán dar apoyo al grupo de arranque del CONTRATISTA.



4.6. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS EN SITIO.

4.6.1. Equipos y Alojamiento.

No existe en Bolivia el total de la mano de obra calificada para atender un proyecto de esta magnitud. De manera que habrá que hacer un estudio detallado para dotar de todos los servicios al área donde se desarrollara el proyecto. Se estima tener un pico de trabajadores en su fase más crítica de aproximadamente 5.000 personas. Se tendrá que definir la logística de transporte del personal directo e indirecto y el alojamiento de trabajadores que vendrán de otras regiones.

En caso de que se incluya en la negociación el suministro de facilidades de alojamiento para el personal, se deberá prever lo siguiente:

- La CONTRATISTA deberá proveer el campamento para el personal de supervisión del PROPIO, Subcontratista y YPFB, determinando: El área necesaria, consumo de agua, mensual, manejo de logística y mantenimiento, limpieza de áreas, costos de instalación, entre otros. incluyendo asfaltado de vías de ser necesario.

Dichos campamentos deberán contar con las siguientes facilidades y servicios durante los meses que dure la construcción:

- Transporte para el personal.
- Plantas de generación de energía eléctrica diesel.
- Recolección de residuos. Tratamiento de aguas servidas.
- Agua potable, baños y duchas con sus respectivos equipos de limpieza
- Mobiliario, aires acondicionados, servicio de suministro de ropa de cama y de baño, y el servicio de recambio diario.
- Comidas.

**Figura 4.7.1.1 Estructura típica para dormitorio usada actualmente en Bolivia.
“Fuente: Información Pública”.**



**ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS A REALIZAR
PARTE B – ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD**

**Figura 4.7.1.2 Estructura típica para dormitorio usada actualmente en Bolivia.
“Fuente: Información Pública”.**



4.7. SUB CONTRATOS Y PROVEEDORES.

A los efectos de la presente evaluación, se supone que la construcción del proyecto para las nuevas Plantas, se llevará a cabo como un proyecto “llave en mano” con un CONTRATISTA, seleccionado del proceso de contratación. Para los Subcontratos se propone la preparación de paquetes de trabajo que serán empleados para la estimación de costos, de modo de tener en cuenta el uso de cualquier asociación o trabajo artesanal requerido en la obra. El plan de ejecución de la construcción que se presenta en este informe supone los trabajos asociados a la instalación, montaje, pruebas de todos los componentes y elementos que conforman el PCPPP hasta la prueba de rendimiento de los equipos como trabajos del Contrato.

Como plan general de referencia se asume que la CONTRATISTA dividirá el trabajo de la construcción de la planta en los siguientes paquetes de trabajo principales:

- **Mejoramiento del terreno** - Este paquete cubriría todo lo necesario para poner el terreno en condición óptima para soportar los cimientos de las instalaciones de proceso, (en caso de requerirse).

Los estudios de suelos respectivos, determinaran que tipo de preparación se hará en el terreno, así como la preparación y compactación del terreno del área donde se prevé almacenar los equipos críticos muy pesados.

- **Movimiento de tierra para nivelación del terreno.** Incluirá toda la deforestación y nivelación del terreno.
- **Construcción Civil** - Este paquete cubriría todos los trabajos relacionados con la preparación del sitio para la obtención de las elevaciones necesarias, para la colocación de las fundaciones para equipos permanentes, edificios y tanques; y las fundaciones de equipos, instalación y pavimentación de las carreteras necesarias y la preparación de las áreas de materiales y cercas. Instalación de fundaciones de edificios permanentes, tanques y equipos de la planta, instalación de tuberías subterráneas, banco de ductos, conductos y la erección de edificios diversos, estructuras de concreto y cerramientos.
- **Construcción de Estructuras** - Este paquete cubriría proveer cubiertas de metal y acero estructural, incluyendo la erección de las grúas pórticos. montacargas permanentes. Armado de edificios hechos de estructuras metálicas.
- **Instalación de Tanques** - Este paquete abarcará el suministro y la instalación de los tanques y esferas de almacenamiento.
- **Construcción Mecánica** - Este paquete cubrirá instalar sistemas mecánicos, incluyendo ajuste, alineación, nivelación de equipos tales como patines, compresores, ventiladores, y bombas. El montaje de los grandes equipos de proceso, tales como torres de proceso y rectores. El contrato también incluye la instalación de todas las tuberías a instalar de grandes y pequeños diámetros, aéreas y subterráneas, incluyendo las correspondientes válvulas y soportes. Este paquete incluiría la responsabilidad de arranque y puesta en marcha de todos los sistemas mecánicos.
- **Protección contra incendios** - Este paquete cubriría proveer e instalar los equipos de protección contra incendios y las tuberías requeridas por un contratista de competencia para la instalación del sistema contra incendio.
- **Construcción Eléctrica e Instrumentación** - Este paquete cubriría todos los trabajos relacionados con la instalación de equipos eléctricos de alta, media y baja tensión, iluminación, calefacción trazado, cable, entre otros y de instrumentación y controles. Servicios de Pruebas de Instrumentación y Electricidad - Este subcontratista sería responsable de hacer las pruebas básicas de instrumentación y electricidad y asegurar que las señales lleguen al sistema de control distribuido (DCS). Este paquete incluiría la responsabilidad de la mano de obra, equipamiento para las pruebas de los elementos y componentes de los sistemas de la planta.
- **Pintura** - Este paquete cubriría todos los revestimientos protectores en todas las nuevas instalaciones de la planta y equipos permanentes que requieren una protección de las superficies.

- **Aislamiento** - Este paquete cubriría el trabajo asociado a proveer e instalar todo el trabajo del sistema de protección de aislamiento que se ejecutará en el lugar del proyecto. Esto incluye el aislamiento de los equipos permanentes, tuberías y conductos y la protección pasiva de las estructuras.
- **Paisajismo y Acabado final. Jardinería.** - Este paquete abarcará actividades del sitio de construcción para su entrega final. La definición de los paquetes de trabajo se realizará en más detalle en las próximas etapas del proyecto.

4.8. FACTORES EXTERNOS.

Como factores externos que pueden incidir en la construcción del PROYECTO están:

- El clima.
 - Lluvia. El CONTRATISTA, deberá considerar una precipitación pluvial máxima por día de 60 mm/día y tomar todas las previsiones para proteger a su personal y sus instalaciones, de manera que no haya daño considerable, en caso de lluvias sostenidas.
 - Sol en el sitio de la obra. De igual forma, tanto sus facilidades temporales tales como comedores, vestuarios, etc., deberán estar protegidos de los rayos del sol y evitar reclamos de los trabajadores.
- Otros proyectos que se desarrollen simultáneamente a este.
- Niveles de agua muy altos en los ríos en la estación de lluvia que no permitirán el paso de los transportes de los equipos.

5. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA SOLDADURA DE LOS EQUIPOS QUE INGRESEN EN PARTES Y DEBAN SOLDARSE EN EL SITIO DEL PROYECTO.

Algunos de los equipos pertenecientes al PCPPP, por sus dimensiones y pesos (torres y recipientes a presión) no podrán ser transportados por las rutas recomendadas, debido a limitaciones tanto del recorrido, como puentes y viaductos, los cuales no permiten el paso de estos equipos en una sola sección. Por esta razón, estos equipos una vez seccionados, deberán transportarse en secciones y luego terminar de armarlas en el sitio de la obra. Se sugiere la estrategia de realizar la orden de compra de un equipo que tenga que transportarse en secciones, está tenga bien descrita la especificación y descripción de cómo el fabricante deberá entregar el equipo y hasta dónde llegará su responsabilidad y los pasos siguientes para terminar de ensamblar el equipo en el sitio del proyecto. El fabricante del equipo deberá ser el responsable de todo el proceso de fabricación del equipo hasta su ensamblaje en el sitio final. Con lo anterior, se recomienda que se tengan pocos fabricantes de los equipos, de manera que estos puedan movilizarse al sitio de la obra a terminar sus equipos.

5.1. TALLER DE PREFABRICACIÓN.

Es necesario edificar un taller de prefabricación en el sitio de la obra para ensamblar estas estructuras el cual deberá cumplir con todas las normas requeridas.

Lo primero que se debe considerar es hacer un estudio de suelo en el área donde se instalara este taller de fabricación y definir el área requerida para ese taller.

El CONTRATISTA deberá realizar un análisis para definir la alternativa favorable de montar talleres de prefabricación dentro y fuera de las instalaciones del PCPPP. Este análisis deberá ser presentado en la fase FEED.

Figura 5.1.1.1 Estructura provisional para taller de fabricación. “Fuente: Información Pública”.



Se deben considerar los equipos necesarios para trabajar en forma simultánea, (posicionadores o viradores, motrices, locos, otros)

El estudio de suelo se hace necesario debido a los grandes pesos de los recipientes que se manejarán. Habrá que verificar si con la compactación del terreno con material idóneo es suficiente para obtener la densidad deseada del terreno para soportar el peso de los equipos o si es necesario colocar pilotes para darle mayor soporte a la superficie donde se trabajara.

La superficie donde se trabajara podrá ser una losa de 20 centímetros de espesor o una capa igual de piedra granzón.

Si se usa piedra, en los apoyos de los equipos se colocaran secciones de planchas metálicas para que ni los equipos, ni sus sillas se, apoyen directamente sobre las piedras.

Se estima que todo el material que llegara a la obra estará preparado en dimensión, cortado y pre ensamblado, y que sólo se hará armado, soldadura y pruebas de aceptación en este taller en el sitio de la obra.

Se usaran grúas para mover las secciones y colocarlas sobre posicionadores giratorios. Una vez soldados, se moverán con carros especiales que soportaran el peso de los equipos.

Figura 5.1.2 Ejemplo de movilización de torre de proceso. “Fuente: Información Pública”.



Sera muy importante indicar a los suministradores de equipos y recipientes a presión que estos equipos se armaran en el sitio de la obra, que deberán preparar la entrega de las secciones del equipo, se preparan libros, dossiers de información, y toda la secuencia e instrucciones y planos que serán usados por sus mismos técnicos en el sitio del ensamblaje que permitirán el ensamblaje final del equipo. Todo el material deberá estar bien identificado, de manera que se garantice la trazabilidad de las piezas.



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Para la terminación de los equipos, deberá quedar bien claro el tipo de negociación que se hará con los talleres que inicialmente fabricaran los equipos. Deberán estar certificados y cumplir con los códigos y normas establecidas para el proyecto. (y los licenciantes de las tecnologías).

De alguna forma el CONTRATISTA tendrá bajo su responsabilidad la implementación del sistema de calidad, que avale el cumplimiento del código a usar. Los talleres seleccionados darán el aval y supervisarán que se mantenga el sistema de calidad y estampara los equipos con su licencia según se requiera. Sólo como ejemplo, ASME, lo permite como una extensión en su código.

El proceso de fabricación y suministro de los equipos vendrán de varios talleres de muchas partes del mundo, Europa, América o Asia, siempre dando prioridad a las sugerencias de los licenciantes de las tecnologías etc. La idea es que estos talleres transmitan la mayor cantidad de información de cómo fabricaron las secciones de los equipos que se armaran en la obra y se puedan terminar con el personal idóneo en el sitio de la obra.

El CONTRATISTA y YPFB, tratarán de minimizar el número de suministradores y fabricantes de manera de minimizar las interferencias en el sitio del ensamblaje final.

Habrá, que buscar algún tipo de consorcio o asociación con los talleres fabricantes, aprobados internacionalmente con los códigos a usar y deberán cumplir con las normas y códigos especificados en el proyecto. (Por ejemplo el código ASME).

Como referencia es importante destacar que el proceso de obtener el código ASME empezando desde cero es bastante largo y tedioso y no habrá tiempo para solicitarlo. Sin embargo, se recomienda al CONTRATISTA, que al firmar el contrato comience con la gestión para obtener el código para el taller, como plan B, en caso de no llegar a un acuerdo con los talleres establecidos para el uso del código. El CONTRATISTA deberá garantizar en todo momento el aseguramiento de calidad para construcción de todos los equipos.

Para el momento de preparación de este documento, se pudo detectar que solo una empresa tiene el código ASME implementado en sus talleres en Santa Cruz, Bolivia, la cual habrá que visitar y definir una asociación con ella en la próxima etapa de este proyecto. De no poder llegar a un acuerdo con esta empresa, se recomienda iniciar la búsqueda de talleres de fabricación de equipos, recomendados por los licenciantes. Evaluar las opciones comerciales para la implementación de la gestión y supervisión del código de calidad que será usado en el taller de prefabricación y reconocido internacionalmente.

Por ejemplo, el código ASME la responsabilidad de la fabricación y estampe de los equipos son del taller que tiene el código. Con esto se quiere resaltar, que la asociación con un taller, comprenderá la supervisión de la implementación del código en el taller, lo cual se hace con auditorías periódicas y la preparación de equipo para su estampado el taller, por el inspector autorizado ASME. El taller es quien contrata la supervisión del inspector acreditado ASME en Bolivia.

El taller con el código, tendrá que implementar la administración del código en el taller de fabricación en el sitio de la obra.

El fabricante (quien posee el certificado para el estampe) puede hacer contratos individuales o acuerdos para los servicios de soldadura en el sitio que aparece en el certificado y en áreas de campo (si el certificado lo permite) para la construcción de recipientes a presión o partes de estos siempre y cuando se cumplan las condiciones del código. Toda la construcción bajo el código bien sea en taller o en el sitio de campo, será responsabilidad del fabricante.

El CONTRATISTA FEED-ECP deberá estudiar la viabilidad de usar edificaciones temporales vs edificaciones permanentes en lo que se refiere a talleres. De decidirse ir directamente por la construcción de edificaciones permanentes que se utilizaran también en el desarrollo constructivo del proyecto, se diseñaran con columnas, cerramientos y grúas puentes. Se colocara de primero en la programación de la construcción y se podrá usar para el armado de las torres y equipos. Representaría un ahorro en los gastos de inversión de YPFB ya que, al construir un taller provisional para armar los equipos, los costos, necesariamente, estarían incluidos en los gastos generales de la oferta del CONTRATISTA.

5.2. EQUIPOS REQUERIDOS.

Tal y como se indicó y como primera recomendación, todas las secciones llegarán, ya cortadas, roladas y con la mayor cantidad de armado posible, ejemplo: en el caso de las conexiones y bocas de entrada. Si estas no están instaladas, por restricción del transporte, por lo menos los huecos deberán estar con acabado y biselados. De igual forma, el bisel circunferencial de cada virola o sección, también debería estar listo y acabado.

El trabajo en el sitio de la obra se concretara a ensamblar las secciones, soldadura, instalación de internos y pruebas.

No habrá curvado en el sitio de la obra y lo referente a corte de material será lo mínimo posible, ya que se realizara con equipos de corte portátiles y de forma manual. Ejemplo, algún rigidizador o soporte.

En tal sentido este taller debería contar con los siguientes **equipos mínimos**.

- Posicionadores o viradores giratorios.
- Máquinas de soldar. 300-400 Amp o similar.
- Máquinas de soldadura de arco sumergido Portátiles 400 Amp.
- Máquinas de soldadura para electrodos 400 Amp.
- Máquinas de corte portátiles oxígeno y acetileno.
- Máquinas para corte portátiles plasma.
- Antorchas para pre calentamiento.
- Sopletes y accesorios de corte
- Equipos de izamiento: Grúas 25, de 50 ton y de 200 ton. Grúas sobre camión, etc.
- Taladros manuales.
- Posicionadores de diferentes medidas, de brazo largo y altura variable con tracking

- longitudinal y con 2 cables de soldadura de 1000 A.
- Maquinas portátiles para alivio térmico, controlado por computadora, con suficientes resistencias para cubrir los diámetros previstos, con sus respectivas resistencias y termopares.
 - Equipo de mantenimiento varios, como tornos, lonas, etc.
 - Esmeriles de 4½ pulgadas. Esmeriles de 7 pulgadas.
 - Discos para esmeril de 4½, discos para esmeril de 7", discos de corte de 4½ y discos de corte de 7", esmeriles tipo rimer
 - Esmeriles de banco.
 - Pórticos estructurales con señoritas hidráulicas.
 - Equipo para Pruebas hidrostáticas. Bombas de alta presión y alto caudal.
 - Equipo para generación eléctrica.
 - Compresores de aire comprimido.
 - Equipos para control de calidad:
 - Líquido penetrante
 - Partículas magnéticas. Magna flux (Yoke Type).
 - UT Testing con capacidad de almacenamiento computarizado.
 - Ensayo de Dureza.
 - Rayos X (Subcontratado).
 - Detectores de humedad con almacenamiento.
 - Ensayo espesor de pintura.
 - Equipo para medir la adherencia de la pintura.

5.3. VERIFICACIÓN DE COMPONENTES DE EQUIPOS A ENSAMBLAR.

Todos los componentes estructurales asociados o pertenecientes a los recipientes a ensamblar se les harán una **inspección visual y control de la geometría de la pieza**. Por lo general, los pasos a seguir son los siguientes:

- Control dimensional de plantillas.
- Chequeo de al menos una de las series de las piezas detalladas previo a su presentación final.
- Chequeo de operación de limpieza y esmerilado.
- Chequeo geométrico de la disposición de los huecos para cada elemento fabricados con control numérico.
- Chequeo aleatorio de la aspereza de la superficie de corte.
- Verificación del armado, cuando aplique.
- Chequeo del procedimiento de soldadura y calidad de la misma.
- Verificar el pre-ensamblaje, chequeo de intercambiabilidad de piezas, chequeo de la precisión con que fue fabricado.
- Líquido penetrante o partículas magnéticas y ultrasonido. Hacer radiografías en caso que aplique.
- Limpieza general, marcaje, limpieza de soldadura y esmerilado se debe chequear.

- Preparación de la superficie, aplicación de pintura, ensayos de medición de espesor de película seca de recubrimientos (Dry Film Thickness - DFT) se llevan a cabo al inicio o a la terminación de la fabricación de acuerdo con los requerimientos. Se usara equipo para ensayos de adherencia de pintura.
- Verificación de certificados de calidad de procedencia y de fabricantes.

Talleres fabricantes que envíen piezas sueltas pertenecientes a los equipos a ensamblar deberán emitir un certificado de calidad de fabricación parcial, el cual necesariamente deberá contemplar un **control dimensional de la pieza y anexar la documentación necesaria**. Especificaciones de fabricación y planos.

La persona encargada de control de calidad deberá presentar un **informe de todas las pruebas y chequeos hechos a todas las partes sueltas y partes internas de los equipos**.

Estos documentos formaran parte de la carpeta de historia de fabricación del equipo.

5.4. SISTEMAS DE INSPECCIÓN Y CONTROL.

Los planes de inspección y control, deben de estar de acuerdo con las normas y especificaciones que se establezcan para el proyecto, y de acuerdo con los requerimientos establecidos por los licenciantes de las tecnologías seleccionadas.

El Fabricante, Constructor, Proveedor, o Contratista, deberá elaborar un plan de inspección y pruebas de acuerdo con su Plan o Manual de Calidad y código de construcción del equipo para cada Recipiente o Componente, indicando el proceso o actividad de **diseño, fabricación, construcción e inspección, el Procedimiento, el tipo de verificación e inspección** (documental o física, de observación, de punto de espera, atestiguada o no atestiguada, entre otros), **el método de verificación o inspección, la intensidad de la verificación o inspección, los criterios de aceptación y el registro de resultado**.

El Plan de inspección (Inspection and Test Plans - ITP's) debe contener al menos las siguientes actividades o procesos a verificar o inspeccionar.

- Cálculo, Ingeniería de detalle y de construcción.
- Adquisición de materiales y consumibles certificados.
- Comprobación de cumplimiento de los materiales y consumibles con su respectivo Certificado del material.
- Rastreabilidad y estampado de materiales.
- Exámenes y pruebas en juntas antes de soldar.
- Preparación de juntas antes de soldar.
- Especificación de procedimientos de soldadura (WPS), Registro de Calificación de Soldadura (PQR), Mapas de Soldadura.
- Ensayos no destructivos (NDT) después de soldar, incluyen pruebas de dureza y metalografía según aplique.
- Inspección dimensional antes de tratamiento térmico



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

- Tratamientos térmicos.
- Ensayos no destructivos (NDT) después de tratamientos térmicos, incluyen pruebas de dureza y metalografía según aplique.
- Prueba Hidrostática y de Fuga final.
- Ensayos no destructivos (NDT) después de la prueba hidrostática, incluyen pruebas de dureza y metalografía según aplique.
- Inspección dimensional final
- Limpieza, aplicación de recubrimientos o pasivado.
- Exámenes NDT a recubrimientos
- Limpieza final, barrido, carreado y Embalaje
- Liberación para envío o embarque.
- Revisiones de amarre y seguridad, de transportación.

En el caso del código ASME y solo como ejemplo, en el código, Sección VIII, “Reglas para la construcción de recipientes a presión (Rules for Construction of Pressure Vessels)” cuando se refiera a “El Inspector”, siempre se referirá a un inspector ASME, autorizado y empleado por una organización acreditada y garante en la aplicación del código.

Usualmente una compañía de seguros acreditada para tal fin, ejemplo “Lloyd Register”.

 001 Accredited to ISO/IEC 17021:2011 to provide environmental management systems certification to ISO 14001:2004	<p align="center">Schedule of Accreditation issued by United Kingdom Accreditation Service 21 - 47 High Street, Feltham, Middlesex, TW13 4UN, UK</p>
	<p align="center">Lloyds Register Quality Assurance Limited Issue No: 100 Issue date: 12 December 2012</p>

Lloyds Register Quality Assurance Limited is recorded as issuing UKAS accredited certificates in a range of accredited schemes to organisations in the countries listed below. This list is current at the time of issue of this schedule.

Albania	Antigua & Barbuda	Argentina	Australia
Austria	Bahamas	Bahrain	Bangladesh
Barbados	Belgium	Bolivia	Bosnia-Herzegovina
Brazil	Brunei	Bulgaria	Canada
Chile	People's Republic of China	Colombia	Costa Rica
Croatia	Cuba	Cyprus	Czech Republic
Denmark	Dominican Republic	Egypt	Estonia
Fiji	Finland	France	French Guiana
French Polynesia	Gabon	Germany	Ghana
Gibraltar	Greece	Guadeloupe	Guatemala

Toda inspección requerida por el código ASME, será hecha por un inspector debidamente autorizado ASME, quien adicionalmente tendrá la obligación de auditar el sistema de calidad implantado en el taller de fabricación, de acuerdo a ASME VIII, apéndice 10.

El encargado del taller de fabricación de la CONTRATISTA deberá hacer los arreglos para que el inspector del código que aplique, tenga acceso a todas las áreas del taller que tengan relación alguna con la fabricación de partes y equipos que estén bajo las normas y códigos establecidos para el proyecto.

Durante el proceso de fabricación, el inspector verificara que todos los materiales usados en la construcción, serán chequeados por imperfecciones no detectadas en las fábricas y adicionalmente constatará que los trabajos marchan de acuerdo a lo previsto.

En el caso de que se tenga que instalar conexiones, bocas de visita, refuerzos, etc., en el sitio de la obra a los equipos, la abertura deberá ser inspeccionada dimensionalmente y se chequearán los espesores asegurándose que concuerdan con la curvatura de la virola del equipo. UG-82 (ASME VIII).

Cuando las condiciones así lo permitan, una inspección interna tan completa como se pueda, deberá realizarse antes del cierre del equipo. La inspección externa podrá hacerse durante la prueba hidrostática o neumática.

Si se diese el caso de trabajar con equipos con recubrimiento internos (cladding), todas las soldaduras de transición deberán ser verificadas, así como también inspección visual de irregularidades.

El sistema de calidad implementado en el taller de fabricación, deberá incluir como mínimo:

- Control administrativo y técnico completo de la supervisión de los soldadores contratados.
- Evidencia de autoridad para asignar y quitar soldadores dependiendo de los resultados, sin que la organización se involucre.
- Asignación de identificación-.estampe del soldador.
- Evidencia que el sistema instalado en el taller de prefabricación es aceptado por la agencia autorizada que provee el servicio de inspección del código.
- El taller de pre fabricación será responsable de cumplir con el código para la fabricación de recipientes a presión, incluyendo el estampado del equipo y la entrega del libro de datos (Data Book), debidamente firmado por el inspector autorizado para el cumplimiento del código.

5.5. FABRICACIÓN O ARMADO Y SOLDADURA.

El armado de los recipientes a presión, tuberías y otros deberán ajustarse a las normas del proyecto.

Se hará un Programa de Fabricación o Construcción, que debe presentar de una forma clara, ordenada, secuencial y calendarizada las siguientes actividades, eventos o procesos como mínimo, según aplique, manteniendo correlación con el plan de inspección (ITP), indicando los puntos de espera de resultados (hold points), como del atestiguamiento de YPFB, entre otras.

- Ingeniería de diseño, detalle y construcción.
- Adquisición de materiales y arribo de materiales, incluyendo internos si aplica.

- Corte, habilitado, rolado y formado de cuerpo, cubiertas, boquillas, internos fijos, soportes principales y secundarios, de estructura secundaria.
- Presentación, alineación y ensamble canutos y cubiertas
- Procesos de soldaduras longitudinales y circunferenciales de canutos y cubiertas.
- Exámenes y pruebas NDT antes y después de soldaduras, tratamientos térmicos y prueba hidrostática según aplique.
- Aplicación de la técnica PMI (Positive Materials Identification) en tuberías, válvulas bombas, equipos, etc.
- Marcado, Cilindrado e instalación de boquillas
- Marcado e instalación de anillos de refuerzo, internos fijos, soportes de internos y externos.
- Presentación de internos removibles.
- Revestimientos, cuando son requeridos.
- Verificaciones dimensionales
- Tratamiento térmico.
- Limpieza interior y exterior previa a la prueba hidrostática.
- Prueba hidrostática final y de fuga en placas de refuerzo y respaldo.
- Limpieza para aplicación de recubrimientos, o pasivado,
- Aplicación de recubrimientos.
- Instalación de internos removibles, si aplica.
- Verificación dimensional final.
- Limpieza, barrido, cierre, embalaje, inertizado y liberación para envío.
- Carga y Transportación, (indicando todas las etapas o escalas necesarias)
- Arribo al centro de trabajo e inspección de recepción.

El CONTRATISTA es responsables por la calidad de sus soldaduras, en los talleres de fabricación de los equipos, como el taller en sitio que ensamblara los equipos en su organización. De manera de garantizar que el proceso de las soldaduras certifique la calidad de los productos, también deberán probarse los soldadores y asegurarse que cumplen con los procedimientos de soldadura y las máquinas de soldar deben ser calibradas periódicamente.

Para este proyecto, se intentara, en la medida de lo posible, que un solo fabricante sea responsable por todo el proceso de fabricación. Para evitar dividir esta responsabilidad en dos etapas.

5.6. RASTREABILIDAD DE MATERIAL.

Los materiales deben ser habilitados de forma tal que en todo momento del proceso de construcción y aun cuando un componente a presión esté terminado, se tenga identificación y rastreabilidad de los materiales que lo conforman, con relación a su certificado de material de origen de una forma visible, ágil y confiable. La rastreabilidad debe ser por transferencia de marcas originales de identificación en los materiales, y un



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

registro de las marcas en forma de lista de materiales o plano de “**como se fabricó**” coincidentes. La transferencia de marcas debe efectuarse antes del corte, con números de golpe de bajo esfuerzo (punta roma) o estarcido.

Cuando las condiciones de servicio o el tamaño de la pieza no permiten el estampado por golpe o estarcido, los materiales deben ser identificados con marcadores intransferibles de difícil remoción, de tal forma que sólo después de que el Inspector compruebe en el mapa de materiales la ubicación final del material sean removidos. El mapa de materiales debe ser certificado, e integrado al expediente de **integridad mecánica**.

Los componentes formados o habilitados por otro (que no es el constructor), deben mantener su rastreabilidad y suministrados con sus certificados de fabricación parcial o certificado de materiales y pruebas originales.

No se realizara ninguna soldadura hasta tanto se tengan aprobados los procedimientos. Solo, soldadores previamente calificados de acuerdo a la ASME Sección IX, podrán estar en el área de producción.

La Fabricación o Construcción del Recipiente o componente a presión no debe iniciar sino hasta que se tenga la aceptación del plan de inspección, mapa de soldaduras (incluyendo la aceptación de los respectivos Especificación Procedimiento de Soldadura (WPS), Registro de Procedimiento de Soldadura (PQR) y Certificado de Calificación de Habilidad del Soldadores (WPQ) actualizado y certificados de materiales de componentes principales.

No se realizaran soldaduras cuando la temperatura ambiente desciende por debajo de los 5° Celsius, se deberá realizar un precalentamiento 40° Celsius mínimo y todas las uniones que se hagan sujetas a la disposición del código ASME VIII. Superficies húmedas o en la presencia de vientos fuertes. A menos que las superficies y el soldador sean debidamente protegidos.

El Corte de componentes debe realizarse con procesos manuales o automáticos o semiautomáticos de maquinados, térmicos, incluyendo corte por arco de plasma, chorro a presión, corte mecánico por disco o segueta, que no modifique o altere las propiedades físico-químicas del material, donde después del proceso de corte la superficie debe limpiarse por medios mecánicos para eliminar toda escoria, rebabas, decoloración o cual otra impureza o residuo superficial. Los componentes cortados con procesos térmicos como son arco eléctrico y oxi-gas entre otros deben ser esmerilados hasta obtener material sano. Cuando se hagan cortes con soplete, las superficies deben esmerilarse y limpiarse hasta quedar completamente lisas y limpias. **El proceso de corte por golpe o cizallado no es permitido.** Estará permitido el uso de barras, gatos, grapas, puntos de soldadura para sujetar planchas y accesorios. Al final, los puntos de soldadura usados deberán limpiarse con esmeril y no deben dejar marca alguna.

Tolerancias de juntas a soldar a tope deben ser respetadas de acuerdo a UW-32/ASME VIII.

Las superficies a soldar deben estar limpias, libres de grasa, aceite, escoria, oxido, polvo o cualquier otro material contaminante. El método de limpieza será determinado por la calidad de los materiales a soldar y el tipo de contaminación a remover.

Toda soldadura de un Recipiente o Componentes a presión, componente no a presión soldado a un componente a presión, y la soldadura entre estos, deben ser bajo un procedimiento de soldadura "WPS", previamente calificado por un PQR, y efectuados por Soldadores u Operadores calificados.

La superficie de la soldadura terminada será inspeccionada, visual, con radiografía, cuando aplique o cualquier otro método requerido.

Las juntas longitudinales y circunferenciales de las virolas deberán tener **penetración y fusión completa**. Completamente limpias y deberán permitir inspección de líquidos penetrantes y partículas magnéticas cuando los materiales sean ferro magnéticos.

Cualquier deficiencia detectada, grieta, falta de fusión o porosidad, en la soldadura, bien sea por inspección visual, radiografía o prueba hidrostática, debe ser reparada. Se debe quitar completamente la parte afectada por medios mecánicos y se debe re hacer el área de la soldadura afectada de nuevo.

Las soldaduras deficientes, deben ser reparadas, usando el procedimiento (WPS, PQR y WPQ) de reparación previamente aceptada por YPFB, elaborada en base a los requisitos de reparación de soldaduras del código implementado en el taller, como mínimo:

- El mismo procedimiento de soldadura que el empleado para la soldadura producida, incluyendo variables esenciales y métodos de prueba.
- Remover por completamente el defecto.
- Confirmando su remoción con exámenes de partículas magnéticas o líquidos penetrantes.
- Tratamiento térmicamente si es requerido
- Radiografiando de la nueva soldadura, más 50 mm a cada extremo como mínimo.
- Re-examinar la zona reparada y zona afectada por calor con líquidos penetrantes o partículas magnéticas, y radiografiado, cuando la profundidad de la cavidad reparada con soldadura excede el valor menor de 10 mm o 10 por ciento del espesor.

El tratamiento térmico siempre deberá hacerse antes de la prueba hidrostática y después de terminar las reparaciones que se hagan a las soldaduras.

Terminadas las actividades de todas las soldaduras y sus posibles reparaciones y las de tratamiento térmico, se procederá a la prueba hidrostática del equipo.

El Constructor debe probar hidrostáticamente todo Recipiente o Componente a presión de acuerdo con los requisitos del código implementado y la especificación del Recipiente.



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

La prueba hidrostática debe efectuarse en presencia de PFB o su representante, después de que todos los procesos de construcción y pruebas o exámenes estén concluidos y aceptados por YPFB y antes del proceso recubrimiento anticorrosivo, con la finalidad de asegurar la integridad estructural del recipiente y verificar que no existan fugas.

La prueba hidrostática de Fabricación o Construcción, debe conducirse bajo el procedimiento del Constructor previamente aceptado por YPFB, con el Recipiente en posición horizontal debidamente apoyado, sobre una superficie nivelada, conectando directamente al recipiente al menos dos indicadores de presión de carátula (con escala de 1,5 a 2 veces de la presión de prueba), ubicados ambos en lo más alto del Recipiente a una misma elevación y lo más distante uno con respecto del otro. Un indicador de presión será (el oficial) para controlar, registrar y graficar la presión de la prueba hidrostática y el otro como testigo de comparación, donde la diferencia entre indicadores de presión no debe ser mayor al 5 por ciento de la legibilidad del Indicador de presión principal, para que se dé como válida la prueba.

Excepcionalmente la prueba hidrostática de Recipientes o Componentes que por sus grandes dimensiones o características son construidos y armados en sitio en su posición de operación, pueden ser probados en su posición final, los que deben estar diseñados para esa condición de prueba, incluyendo sus apoyos y cimentación.

Antes de la prueba hidrostática el interior y exterior del Recipiente o parte sujeta a presión debe ser limpiada, para que todas las soldaduras y superficies estén libres de escoria, escamas, incrustaciones o cualquier otro residuo, que durante la prueba hidrostática puedan ocultar u obstruir poros, fisuras, fugas, lagrimeos o cualquier otro defecto.

La presión de prueba hidrostática, debe mantenerse después de estabilizada la presión (con bomba apagada y a válvula cerrada), durante todo el tiempo en que se efectúa el examen visual en detección de fugas, lagrimeos o escurrimiento, en todas las soldaduras y superficie del Recipiente o componente a presión, **pero no menor de 30 minutos**. El abatimiento de la presión durante la inspección visual o los 30 minutos, **es causa de rechazo** de la prueba hidrostática.

Terminada la inspección final, el equipo pasa al área de acabado y pintura para su aspecto final.

El recubrimiento anticorrosivo interior y exterior según corresponda debe ser aplicado después de la prueba hidrostática final y el examen visual de aceptación por parte de YPFB o su representante, entendiéndose que liberado el Recipiente o componente para el proceso de recubrimiento anticorrosivo no se permite trabajo adicional que no sea el de ensamble final y preparación para embarque, montaje o instalación.

Usualmente el acabo de la limpieza se logra con chorro de arena. Se aplican las capas de pintura que requiera la especificación contractual del equipo.

5.7. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA, CALIFICACIÓN DE SOLDADORES. DOCUMENTACIÓN DE CALIDAD.

El CONTRATISTA deberá presentar con suficiente antelación y para su aprobación de YPFB los Procedimientos de soldadura WPS/PQR para el PCPPP.

El inspector asumirá que los procedimientos de soldadura empleados en el ensamblaje del equipo han sido calificados bajo el código que este implementado. El encargado de calidad del taller de prefabricación entregara evidencia al inspector que este requisito se cumplió.

Las soldaduras deben ser realizadas bajo los procedimientos de soldaduras siguientes:

- Soldadura de arco metálico protegido “SMAW” (Shielded Metal-Arc Welding).
- Soldadura de arco tungsteno con gas “GTAW” (Gas Tungsten-Arc Welding).
- Soldadura automática de arco sumergido “SAW” (Automatic Submerged Arc Welding).
- Soldadura de arco metálico con gas por roció “GMAW” (Gas Metal Arc Welding Spray or pulse spray transfer nodes).
- Soldadura de arco metálico con gas en transferencia Globular “GMAW-G (Gas Metal Arc Welding with Globular Transfer).
- Soldadura de arco metálico con gas en transferencia por corto circuito “GMAW-S” (Gas Metal Arc Welding on Short Circuit Transfer).
- Soldaduras de arco con núcleo fundente en transferencia globular o por roció “FCAW” (Flux Cored Arc Welding with spray o globular transfer).
- Soldadura de Arco por Plasma “PAW” (Plasma Arc Welding).
- Soldaduras de electro escoria “ESW” (Electroslag Welding) y Soldaduras de electro gas “EGW” (Electrogas Welding).

Los WPS y PQR de procesos con modos de transferencia de metal como son GMAW y FCAW deben indicar el tipo de modo de transferencia de metal.

Los WPS y PQR deben indicar la composición y flujo del gas de protección y del gas inerte de respaldo, cuando sean usados.

Los gases empleados para procedimiento de soldadura son una variable esencial para los WPS.

Los PQR de un Fabricante o Constructor no califica el WPS de otro Fabricante.

El Fabricante o Constructor deben mantener actualizado el mapa de soldaduras y registro de los soldadores y operadores de máquinas de soldar, con datos de su identificación, fecha, resultado de la calificación del soldador y exámenes realizados a las juntas soldadas. Estos registros deben ser certificados por el Inspector del Fabricante y Subcontratista, e integrado al expediente de integridad mecánica del Recipiente o Componente a presión.

Toda imperfección o deficiencia debe **documentarse** con un mapa que incluya la imperfección original, el procedimiento de reparación, los resultados de los exámenes aplicados antes y después de la reparación, e incluirse en el expediente técnico de integridad mecánica.

5.7.1. Calificación de soldadores

La Certificación de los Inspectores de Soldadura deberán ser conforme AWS, los procedimientos de soldadura (WPS, PQR) deberán ser desarrollados por un Inspector de soldadura SCWI, y aprobados por un Inspector de soldadura AWS (CWI o SCWI). El CONTRATISTA deberá homologar y certificar mediante un Inspector de soldadura CWI o SCWI a todos los soldadores y operadores de máquinas de soldar conforme a la norma ASME IX, AWS y normas de construcción aplicados al proyecto PCPPP (ASME BPVC, ASME B31, etc.). Para la fabricación de recipientes a presión deberá ser realizado por un Inspector ASME. El CONTRATISTA deberá dar una copia certificada del registro de la prueba de calificación de cada soldador y máquina. El inspector, podrá en todo momento realizar una prueba que certifique la habilidad de un soldador.

Cada fabricante, montador o contratista, deberá calificar a cada soldador u operario para cada proceso de soldadura usado en producción. Con el objeto de llevar un control sobre el personal calificado y al mismo tiempo identificar el trabajo de cada soldador u operario de soldadura, se le asignara, a cada uno de ellos, un número o letra o combinación de ambos, que será usado para individualizar el trabajo realizado.

La calificación de la habilidad de soldadores y operarios de soldadura para todos los tipos de proceso de soldar manuales y de máquinas permitidos en distintas posiciones de soldar deberán estar conforme a la norma ASME IX (QW-122, QW-131, QW-132)

En el caso de tener que realizar soldaduras con una orientación especial, puede realizarse el ensayo para la calificación de habilidad en esa específica orientación. Tales calificaciones serán solo válidas para la posición plana y para las posiciones realmente ensayadas, excepto si es superado el ángulo de desviación de ± 15 grados que el permitido en la inclinación del eje de la soldadura y en la rotación de la cara soldada.

Los ensayos de calificación tienen como objetivo determinar la habilidad del soldador u operario de soldadura en el desempeño de su trabajo. Cada fabricante, montador o contratista deberá calificar a cada soldador u operario de soldadura para cada proceso de soldadura usado en la producción. El ensayo de calificación deberá ser realizado de acuerdo con especificaciones del procedimiento de soldadura (WPS), excepto cuando estas se realicen de acuerdo con una WPS (Especificación de Procedimiento de Soldadura) que requiera tratamiento de precalentamiento o pos-calentamiento, esto puede ser omitido.

El representante de las empresas, responsable de la calificación soldadores u operadores de soldadura, deberá **identificar** a cada uno de los soldadores u operadores que serán



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

evaluados, y el inspector responsable por la calificación deberán verificar las identificaciones de los cuerpos de prueba con la identificación del soldador u operador, y el marcado en la parte superior del cuerpo de prueba y también la orientación, cuando esta deba ser conocida, con el fin de extraer las probetas.

El ensayo de calificación deberá ser realizado de acuerdo con alguna Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS). La WPS que será usada durante la calificación deberá ser comparada por el inspector actuante para identificar todas las variables esenciales, los rangos de espesores calificados, el metal de aporte, si bien estos últimos no precisan ser idénticos pero deberán ser adecuados para permitir soldar los cuerpos de prueba. Alternativamente se podrá acordar el uso de un WPS sencilla que cubra todo el rango de las variables esenciales a ser seguida en la calificación de soldadores u operadores. También se podría realizar, en el caso de no existir esta especificación, preparar una y al ejecutar el primer soldador el primer cuerpo de prueba se estará calificando, simultáneamente, el WPS.

Los criterios de aceptación de los cuerpos de prueba para la calificación de soldadores u operadores, **comienzan con una inspección visual completa** de cada cuerpo de prueba para determinar si es aceptable; Por otra parte, después del examen visual y cuando los cuerpos de prueba son preparados y ensayados por un laboratorio independiente, el informe del laboratorio puede ser usado como informe básico de aceptación, cuando los cuerpos de prueba son evaluados radiográficamente, el informe radiográfico podrá ser usado como informe básico de aceptación.

El inspector de calidad del taller de fabricación certificara que las soldaduras hechas en los recipientes que se ensamblan, han sido hechas por soldadores previamente calificados y certificados de acuerdo a la ASME Sección IX. De igual forma, se certificara que las máquinas de soldar también fueron debidamente calibradas. Se podrá demostrar en todo momento que solo soldadores y máquinas de soldar debidamente certificados fueron usados en el proceso.

5.7.2. Documentación de calidad

Las Pruebas y exámenes no destructivos se deben realizar bajo procedimientos previamente aceptados por el Contratante.

El **Personal, Procedimiento, Aparatos, Equipo e Instrumentos**, usados en pruebas o exámenes deben estar acreditados y certificados según corresponda, para el método y técnica emplear.

Los procedimientos de NDT's deberán ser aprobados por un inspector Nivel III de ASNT y deberán estar conforme al artículo correspondiente de ASME V (VT, UT, PT, MT, RT, etc.). Las pruebas, exámenes e interpretaciones, de los ensayos NDTs deben ser realizados por personal certificado **nivel II o III**, los cuales deberán tener las certificaciones de Inspectores de Ensayos no Destructivos conforme ASNT- SNT-TC-1A.

La experiencia específica de los Inspectores de Calidad que formaran parte del Área de Control y Aseguramiento de Calidad no deberá ser menor a 5 años.

En el caso de las pruebas, exámenes e interpretación de la aplicación de pintura en equipos, tuberías y estructuras metálicas deberá ser realizado por un personal certificado según la NACE.

El CONTRATISTA es responsable de examinar y verificar los materiales o componentes que integran el Recipiente o parte sujeta a presión, para verificar la conformidad de estos con respecto sus certificados de materiales, así como realizar los NDT adicionales requeridos por el código implementado y la especificación del Recipiente, para detectar imperfecciones que pongan en riesgo la integridad del Recipiente.

Todas las pruebas y exámenes destructivos y no destructivos, realizados a los materiales, durante los procesos constructivos y la prueba final de aceptación deben ser registrados, anexando los resultados, en el expediente de integridad mecánica, de acuerdo con este código.

El CONTRATISTA y cada uno de los Subcontratistas deben generar y proporcionar a YPF, toda la documentación del: **diseño, construcción e inspección y pruebas del Recipiente o Componente a presión**, de acuerdo con esta Norma de Referencia, La especificación del Recipientes, las bases de Licitación y Contrato.

5.7.3. Manual de Calidad

El Subcontratista, Proveedor, Fabricante o Constructor debe contar con Sistema de gestión de Calidad certificado de acuerdo con el código implementado, **ASME, o ISO 9001:2008**, con sustentabilidad y cuidado al medio ambiente ISO 9004:2000, así como un plan de calidad basado en ISO 10005:2005, conteniendo al menos los siguientes puntos, el cual debe estar a disposición de YPF o **su representante/inspector**, y **proporcionar para su revisión y comentarios**.

- Se establezca una separación clara y autónoma de las responsabilidades de la unidad de calidad e inspección, mediante identidad organizacional, donde el personal no debe involucrarse en cualquier actividad que puede entrar en conflicto con su independencia de juicio e integridad (con relación a sus actividades de inspección).
- La unidad o departamento de calidad e inspección, deben proveer salvaguardas dentro de la organización para asegurar la adecuada segregación de las relaciones y las responsabilidades delegadas en provisión de los servicios de verificación e inspección para la organización, donde no deben existir condiciones indebidas de financiamiento u otras condiciones que limiten su independencia, o administre de manera discriminatoria.
- Revisión de la especificación del recipiente, bases de licitación y contrato,

contiene la información mínima necesaria en base a esta Norma de Referencia para que pueda proceder con los servicios o suministro del bien en términos del Contrato.

- Se elabore, un programa de ejecución que incluya Ingeniería, Inspección, Fabricación y Construcción según corresponda, mostrando la ruta crítica y eventos de pago. Registrando los incumplimientos o eventos vencidos, generando el plan de mitigación y recuperación para que no se incumpla con la ruta crítica y fecha de entrega.
- Que los Cálculos, Ingeniería de detalle y construcción, Construcción e Inspección, cumplan con las normas y códigos establecidos en el proyecto, Bases de licitación, Contrato y Especificación del recipiente.
- Adquisición, suministro y uso de materiales certificados, en la Fabricación o Construcción de Recipientes a presión o partes de Recipientes a presión, como comprobación de cumplimiento de los materiales con su respectivo Certificado del material.
- Adquisición y uso de consumibles con registro de calidad, como gases empleados en procesos de soldadura entre otros, que se usen en la construcción de Recipientes a presión o partes de Recipientes a presión.
- Que los materiales que se empleen e integren al Recipiente o Componente, estén de acuerdo con la Ingeniería desarrollada, llevando y manteniendo un registro de todos y cada uno de los materiales (o Mapa de materiales) y consumibles, que incluya su rastreabilidad, elaborando para cada uno de ellos el reporte de Conformidad o No Conformidad.
- Que el personal esté calificado o certificado según corresponda, para la tarea, actividad, proceso, examen o prueba que efectúa y que éstas estén bajo un procedimiento o práctica aprobada y probado, llevando y manteniendo un registro de toda la maquinaria, equipo, instrumento y personal que interviene en la Fabricación, Construcción e Inspección del Recipiente o Componente.
- Que todo proceso o tarea de Ingeniería, Procuración, Fabricación y Construcción, cuente con al menos un punto de verificación o inspección, antes de pasar a la siguiente, con registro de Conformidad o en su caso de No Conformidad.
- Que todo examen y prueba, se realice bajo procedimiento aprobado, con personal calificado nivel II o III según ASNT y personas acreditadas según la aplicación de los códigos especificados para el PCPPP, verificando que los resultados estén dentro de los criterios de aceptación, elaborando para todo examen o prueba un registro de Conformidad o en su caso de No Conformidad.
- Que todos los equipos, instrumentos, y servicios de metrología cumplan con la Ley Metrología y Normalización, que aplique.
- Que se registren, atiendan y cierran toda No Conformidad, interna o externa, notificando a YPFB o su representante.
- Que se cumplan y hagan cumplir las Normas de Seguridad y Protección al Personal y Medio Ambiente.

- Se integre el expediente técnico de integridad mecánica, desde la aceptación del contrato, asignando el número de serie o tarea, al bien o servicio, integrando la información y documentos históricos como se generen, hasta la recepción del Equipo o Componentes por YPFB o su representante y cierre del contrato o proyecto.
- Que el expediente técnico de integridad mecánica, esté firmado por el Ingeniero responsable del Recipiente o Componente, el Personal de aseguramiento de calidad del Constructor y por el personal acreditado de exámenes o pruebas NDT, así como por el Inspector o Representante del contratante según aplique.
- El procedimiento que describa la elaboración y custodia del expediente de integridad mecánica en poder del Fabricante o Contratista o el Ingeniero Responsable. El que se deberá conservar al menos por cinco años después de la vida útil del equipo.

El Constructor, Proveedor o Contratista, debe elaborar y someter a revisión y aceptación de YPFB o su representante, los documentos indicados en los siguientes incisos, como mínimo, para cada Recipiente o Componente a presión, debidamente identificados (cada uno de ellos) con la siguiente información.

- Nombre y Rótulos del Fabricante, Constructor o Proveedor.
- Nombre del PCPPP.
- Número de Contrato del Contratante.
- Título del documento.
- Número de identificación del documento.
- Número de revisión.
- Descripción de la revisión.
- Fecha de la revisión.
- Nombre y firma del Ingeniero Responsable del Recipiente o componente a presión.
- Nombre y firma del responsable de calidad e inspección del Fabricante, Constructor o Proveedor.
- Nombre y servicio del Recipiente o Componente.
- Clave del Recipiente o Componente.
- Número de serie del Recipiente o Componente.
- Lista del contenido y paginación consecutiva.

Memoria de Cálculo, que debe elaborarse y presentar considerando los requisitos indicados en esta Norma de Referencia, la especificación del Recipiente o Componente, bases de licitación y Contrato, incluyendo lo siguiente:

- Cálculo mecánico-estructural de todos los componentes sujetos a presión, que incluya espesor requerido, espesor mínimo requerido, presión máxima admisible de trabajo (interna y externa), presión máxima permisible (interna y externa), temperatura mínima de diseño del metal, presión de prueba

hidrostática de taller y sitio.

- Cálculo de esfuerzos locales en boquillas, soportes, grapas, entre otros.
- Cálculo mecánico-estructural de los componentes no sujetos a presión, como soportes del Recipiente, orejas de levantamiento, soportes de internos, Grapas, entre otros.
- Cálculo que determinan las cargas, fuerzas y momentos transmitidos al recipiente, como son viento, sismo, térmicas, bajantes, caídas de presión, entre otras.
- Cálculo de anclas y anclaje.
- Cálculo del peso de:
 - Embarque y de levantamiento para instalación si son diferentes.
 - Vacío en posición de operación, completamente ensamblado, incluyendo recubrimientos, internos, tuberías, equipos adosados, plataformas, escaleras, pescante, entre otros.
 - Peso en operación.
 - Peso lleno de agua en posición de operación completamente ensamblado, incluyendo recubrimientos, internos, tuberías, equipos adosados, plataformas, escaleras, pescante, cerramientos, entre otros.
 - Cálculo por condiciones de transportación, incluyendo silletas temporales y condiciones marítimas cuando aplique.
- Cálculos de levantamiento (izado) para embarque, e instalación final si los pesos son diferentes.

Dibujos de diseño y detalles constructivos, deben contener al menos la siguiente información que puede estar mostrada en un sólo dibujos o en tantos dibujos como sea necesario, claramente identificados y referenciados entre estos. Todos los dibujos y detalles deberán estar dibujados a escala, haciendo la indicación de la escala correspondiente.

- Plano y cuadros de referencia.
- Datos de operación:
- Producto(s) o sustancias a contener.
- Presiones de operación interna y externa, y sus correspondientes temperaturas de operación.
- Presión de calibración de los dispositivos de alivio de presión positiva o negativa.
- Niveles de líquidos máximo, normal, mínimo (pueden representarse en el dibujo).
- Densidad del producto(s) a contener.
- Servicio crítico (ejemplo, Ácido sulfhídrico severo, pH 0,3 kPa – 10pH., o H₂ a 400 kPa)
- Grado y tipo de riesgos de la(s) sustancia(s) a contener.

Datos de diseño:

- Norma de Diseño y Construcción.
- Presión o presiones de diseño interna y externa, y sus correspondientes temperaturas de diseño.
- Tipo de barrido y correspondiente presión y temperatura.
- Presión o presiones máximas permisibles de trabajo y su correspondiente temperatura.
- Temperatura o temperaturas mínimas de metal y sus correspondientes presiones.
- Corrosión o corrosiones permisibles.
- Presión o presiones de prueba hidrostática.
- Tratamiento o tratamientos térmicos, indicando si es por servicio (ejemplo, tratamiento térmico por Servicio).
- Eficiencia de costuras circunferenciales y longitudinales.
- Radiografiado de costuras circunferenciales y longitudinales.
- Viento, indicando documento base, velocidad regional, Clasificación de la Estructura según su importancia, Clasificación de la Estructura según su respuesta y Categoría del Terreno según su rugosidad.
- Sismo, indicando documento base, Zona Sísmica, Tipo de Suelo y Coeficiente Sísmico.
- Cortantes y Momentos a la base, por viento, sismo y los que apliquen.
- Materiales, incluyendo grado, tipo, requisitos suplementarios, tratamientos térmicos. (Cubiertas, Envoltentes, Boquillas, Cuello de boquillas, Espárragos y Tuercas interiores y exteriores, Placas de respaldo o refuerzo, Internos fijos, Internos removibles, Soporte principal, Anillos de refuerzo, Grapas externas, Anclas, entre otros).
- Revestimiento(s). (Por depósito de soldadura o chapas integrales, entre otros).
- Recubrimiento(s). (Térmicos “Aislamiento, Protección contra fuego, Refractarios” anticorrosivos “interiores o exteriores”, entre otros).
- Limpieza interior y exterior.
- Pesos de Embarque, Vacío, Operación y Lleno de agua (lleno de agua con todos sus componentes, internos, recubrimientos, plataformas, escaleras entre otros, en su base y posición de operación).
- Normas, o documentos extranjeros complementarios.
- Notas de diseño y construcción que complementen las características y requisitos para su fabricación, e Inspección, como sea necesario.
- Dibujo en elevación, planta o vistas laterales.
- Todo componente, parte o pieza fija o removible que integra el Recipiente o componente a presión, debidamente dimensionado e identificado. (Cuando los internos o externos removibles son suministrados por otro diferente al Constructor del Recipiente, el Constructor del Recipiente deben dibujar estos

fielmente, en sus dibujos, indicando la referencia al número de documento del fabricante o proveedor de estos).

- Todas sus dimensiones principales y secundarias.
- Espesores mínimos (dm) de todos sus componentes.
- Toda acotación necesaria para ubicar o dimensionar partes o componentes, referidas a la línea de tangencias inferior o línea de tangencia al norte o este, o línea de centros, según corresponda.
- Elevación, Localización u orientación de toda boquilla, internos fijos o removibles, externos fijos o removibles, anillos de refuerzo, costuras principales, soportes o grapas, entre otros.
- Dimensiones de soportes del Recipiente, incluyendo placa base, cartabones, placas o anillos de compresión, cantidad y diámetro de anclas, diámetro de círculo de anclas, orientación o localización o disposición de anclas, según corresponda.
- Elevación y localización de plataformas y escaleras, así como las dimensiones de éstas.
- Identificación o Marcas de materiales con referencia a lista de materiales.
- Símbolo de indicación de coordenadas cardinales donde el 0° geométrico debe corresponder con el Norte del centro de trabajo.
- Tabla de boquillas, indicando:
 - Identificación o marca.
 - Servicio.
 - Diámetro nominal.
 - Tipo de conexión, con tipo de cara, clase, material.
 - Cuello, con cédula o espesor, material
 - Placa de refuerzo, con diámetro exterior, espesor y material.
 - Cargas y momentos permisibles en boquillas incluyendo diagrama de simbología.
- Proyección exterior e interior (referida a línea de centros o línea de tangencias, este requisito puede ser mostrado en detalles de boquillas).
- Notas que indiquen requisitos adicionales, como tapas, pescantes, internos, entre otros.
- Lista de materiales, conservando la identificación o marca mostrado en el dibujo o detalle como en el registro de materiales, indicando:
 - Identificación o marca.
 - Descripción.
 - Dimensiones diámetro o ancho, longitud, espesor nominal y mínimo cuando sea necesario.
 - Especificación del material incluyendo grado, tipo, requisitos suplementarios y tratamientos térmicos cuando es requerido.
 - Cantidad de piezas o componentes.
 - Peso unitario y peso total.
 - Detalle de costuras circunferenciales y longitudinales.
 - Detalles constructivos, de todos los componentes o partes que integran el

Recipiente, incluyendo internos fijos o removibles, y externos soldados o no a partes a presión, como escaleras, plataformas, pescantes, entre otros, mostrando:

- Juntas soldadas con simbología de acuerdo con la norma ANSI/AWS A2.4 en su última edición (incluyendo adendas).
- Dimensiones y cotas principales y secundarias.
- Identificación o marca de materiales con referencia a la lista de materiales.
- Notas complementarias.

5.7.4. Mapa de soldaduras

El mapa de soldaduras debe mostrar y contener de una forma clara y rastreadable, lo siguiente:

- Todas las juntas soldadas del recipiente incluyendo partes no a presión soldadas a componentes a presión.
- Las NTD en la junta antes del depósito de soldadura, con rastreabilidad a los resultados.
- El WPS y su correspondiente PQR, con el que se deposita la soldadura.
- La clave y WPQ, del soldador u operador que realiza la soldadura.
- Precalentamiento de la junta y temperatura entre pasos durante el proceso de soldadura.
- Los puntos de RT, con rastreabilidad tanto a soldadores u operadores como a los resultados y películas del radiografiado, antes y después de tratamientos térmicos según corresponda.
- Las soldaduras o zonas a examinar con NTD, pruebas de dureza y metalografías, como se requiera, con rastreabilidad a los resultados, antes y después de tratamientos térmicos y prueba hidrostática según corresponda.
- Registro y localización de soldaduras reparadas con rastreabilidad a los procedimientos de reparación y soldadura, como a los resultados de NDT.

5.7.5. Otros procedimientos.

Adicionalmente el fabricante debe contar con los siguientes procedimientos a título enunciativo pero no limitativo:

- Procedimiento de Tratamientos Térmicos.
- Procedimientos de NTD, Pruebas de dureza, Pruebas de impacto y metalografía.
- Procedimiento de Prueba Hidrostática.
- Procedimiento de secado
- Procedimiento de Pruebas de fuga.
- Procedimientos de Limpieza y Recubrimiento anticorrosivo.

- Procedimientos de reparación.
- Procedimiento de cierre y embalaje.
- Procedimiento de Construcción.
- El Certificado de Fabricación o Construcción.

Cabe mencionar que el CONTRATISTA deberá genera todos los Procedimientos Generales de Construcción dentro de la etapa FEED.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones de la revisión del concepto de Constructibilidad:

- Con bastante antelación el CONTRATISTA, deberá instalarse en los puertos de las rutas sugeridas para acometer el envío de los equipos.
- El CONTRATISTA deberá evaluar la disponibilidad del terreno para desarrollar las facilidades de construcción, tales como, área para oficinas tráileres o módulos, áreas destinadas a estacionamiento y recepción de materiales y equipos y área para prefabricación son adecuadas para la construcción del alcance del PCPPP, pero la ubicación dificulta el traslado de grandes y pesados equipos al sitio del proyecto.
- De igual forma, la obtención de servicios, contratación de equipos y subcontratistas se verá normada por la falta de los servicios en el área, creando la necesidad de traer los servicios de otras localidades.
- Se asume en esta etapa del proyecto que la construcción de las plantas es simultánea, por lo que el acceso a las áreas por los equipos pesados, tales como camiones de transporte y grúas se verá afectada y se requerirá un plan detallado de ingreso y movimiento entre las áreas. De igual forma los accesos de los transportes de personal y materiales para la obra estará muy ligado al plan detallado.
- Servicios de construcción tales como recolección de aguas servidas, suministro de agua potable e agua industrial, energía eléctrica, teléfonos y comunicaciones de datos, no estarán disponibles para el CONTRATISTA, ni para las diferentes contratistas que harán vida en el proyecto, de manera que, habrá que planificar que todos esos servicios deberán llevarse al sitio de la obra para el desarrollo del proyecto y deben ser definidos con antelación.

Este estudio recomienda desarrollar el sitio de la obra para la construcción del proyecto tal y como se indica en el Plano de Implantación, Figura 4.3.1. Plano de implantación preliminar sugerido. Este define las mejores ubicaciones según lo estudiado y la información disponible en esta fase del proyecto. El alcance del trabajo deberá incluir la preparación del área de trabajo empezando por la deforestación del área y la obtención de los permisos aplicables con suficiente anterioridad a la movilización del CONTRATISTA.

- Áreas adecuadas para la construcción se muestran en el Plano de Implantación, como una referencia. El CONTRATISTA, debe dar el mejor uso de estas áreas para apoyar su plan de ejecución de la construcción.
- Durante el desarrollo del FEED y una vez definidas las tecnologías con los equipos



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

necesarios con sus respectivos pesos y dimensiones, se debe hacer la actualización, adaptándolo a las premisas reales, de manera de poder cuantificar los tiempos necesarios para cumplir con el cronograma general del PCPPP.

- Las actividades de preparación y armado en sitio de los equipos críticos que por su tamaño no pueden transportarse en una sola pieza, se pueden planificar hasta el detalle, minuciosamente, lo que representara un ahorro en tiempo y recursos, ya que se podrá anticipar la mayoría de los problemas que se tendrán.
- Se recomienda minimizar el número de proveedores y fabricantes de los equipos para el PCPPP, para optimizar el uso de los talleres de fabricación en el sitio final.