



## Planta de GNL, ESR y Cisternas




### Especificación de la comunicación entre ESRs - Cisternas y Planta GNL

Doc. No: P227538-USIIN2-GEN00-SP-0010

Revisión: A


Fecha: 16/01/2014

Control de Firmas		
Realizado	Realizado	Realizado
J.S.X/M.R.L	R.V.C	J.L.L
16/01/2014	16/01/2014	16/01/2014
Fecha y firma	Fecha y firma	Fecha y firma
Aprobado electrónicamente mediante ruta		

  	<p align="center"><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 2 de 40</p>
---	--	---

REGISTRO DE CAMBIOS

Rev.	Fecha	Autor	Sección Afectada	Razones del Cambio/ Emitido para
A	16/01/2014	J.S.X/M.R.L	-	Documento inicial Para Comentarios

  	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 3 de 40</p>
---	--	---

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCION .....	5
1.1.	Descripción general del proyecto .....	5
1.2.	Alcance .....	6
1.3.	Identificación y simbología .....	7
1.4.	Unidades de Ingeniería .....	7
2.	CODIGOS Y NORMAS .....	8
3.	DATOS AMBIENTALES Y SISMO .....	10
4.	SISTEMA DE CONTROL PARA ESR .....	11
4.1.	General.....	11
4.2.	Arquitectura .....	13
4.2.1.	Criterios de diseño .....	15
4.2.2.	Sistema HMI .....	16
4.2.3.	Posición de fallo y mínima tensión .....	17
4.3.	Comunicaciones.....	17
4.4.	Modos de Operación.....	20
4.5.	Diagramas funcionales .....	21
4.6.	Adquisición de datos y monitorización.....	21
5	CISTERNAS .....	23
5.1	Funcionalidades.....	23
5.2	Comunicaciones.....	25
5.3	Equipos .....	26
6	APLICACIÓN DE GESTIÓN GLOBAL (ESR + CISTERNAS).....	28
6.1	Arquitectura funcional.....	28
6.2	Comunicación de los equipos .....	29
6.3	Operación.....	30
7	PRUEBAS .....	34
7.1	Pruebas FAT Sistema de Control .....	34

   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°.:P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 4 de 40</p>
---	--	--

7.2	Pruebas SAT Sistema de Control .....	35
7.3	Pruebas de comunicaciones remotas ESR.....	36
7.4	Pruebas de comunicaciones de las cisternas .....	36
8.	DOCUMENTACIÓN .....	37
9.	TRANSPORTE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO .....	38
10.	ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO APLICABLES.....	39
11.	ANEXO ARQUITECTURA DE CONTROL Y COMUNICACIONES ESRS Y CISTERNAS .....	40

   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 5 de 40</p>
---	--	---

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Descripción general del proyecto

El objeto del presente documento es presentar los criterios generales de diseño, fabricación, suministro, transporte, montaje, supervisión del montaje y pruebas de verificación y de puesta en marcha, para los sistemas de: comunicaciones y control para las Estaciones Satelitales de Regasificación (en adelante ESR), así como para los equipos y sistemas de comunicaciones y geo-localización integrados en las cisternas.

El presente documento también se presentan las especificaciones para los sistemas de operación local y remotas de las ESR, así como de las especificaciones de plataforma de gestión global de cisternas y ESR; conjuntos y sistemas que serán suministrados por la Unión Temporal de Empresas formada por SENER INGENIERIA Y SISTEMAS e INDOX, en adelante UTE SENER-INDOX (o COMPRADOR), para el desarrollo de la Planta de Gas Licuado, Estaciones Satélites y Adquisición de Cisternas, que Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, en adelante YPFB.

Si a lo largo de la vida del proyecto se identifica, por parte de YPFB o UTE SENER-INDOX, la necesidad de incluir modificaciones, se realizará la revisión oportuna.

El SUMINISTRADOR será responsable no sólo de cumplir los requisitos especificados en este documento, sino también del diseño, de la correcta elección de los materiales, de una adecuada fabricación, del montaje, puesta en marcha y pruebas, para una operación segura y fiable, y de acuerdo con los códigos, normas y requerimientos legales aplicables Bolivianos regionales y locales, así como con las especificaciones y demás documentación asociada.

El SUMINISTRADOR, en función de su experiencia y garantizando los requerimientos funcionales establecidos en la Especificación, podrá presentar una oferta alternativa que mejore la competitividad del Suministro. En caso de que estas alternativas representen modificaciones en los requerimientos, éstos deberán ser cuantificados a parte de la línea base.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 6 de 40</p>
---	---	---

## 1.2. Alcance

El alcance incluirá la realización y suministro por parte del SUMINISTRADOR de todos aquellos trabajos, materiales, diseño o servicios en general, incluyendo aquellos no indicados expresamente en el texto pero que sean necesarios para el correcto funcionamiento de las comunicaciones, el sistema de control, los sistemas de gestión, así como la operación de las plantas ESR en modo local y remoto, alcanzando hasta la entrega de la misma en condiciones de utilización y perfecto funcionamiento. Cualquier componente o servicio cuyo suministro resulte necesario para el funcionamiento satisfactorio de las ESR, será proveído por el SUMINISTRADOR.

El suministro incluirá todos los elementos auxiliares para su manipulación, montaje, desmontaje, transporte y funcionamiento. El SUMINISTRADOR dispondrá de servicios de asistencia técnica y mantenimiento adecuados.

Los equipos utilizados para la implementación de las funcionalidades y las prestaciones definida en este documento, serán nuevos e incorporarán los últimos avances de la técnica en su campo convenientemente probados en utilizaciones similares (no se admiten prototipos).

El SUMINISTRADOR estará obligado a cumplir todo lo dispuesto en la Legislación Laboral, Seguridad Social y Seguridad y Salud, así como en la legislación medioambiental, debiendo poner a disposición del COMPRADOR, cuando éste lo requiera, los documentos que así lo acrediten.

Las modificaciones o prorrogas en el suministro de los equipos que integran el ESR o en la documentación de ingeniería asociada al mismo sólo tendrán validez si constan por escrito firmado por ambas partes.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2-GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 7 de 40</p>
--	---	--

### 1.3. Identificación y simbología

La documentación generada, tanto en fase de diseño como la documentación entregada al COMPRADOR para los futuros mantenimientos, será generada siguiendo la representación y simbología estándar, tomando como referencia la estandarización ISA e IEC.

### 1.4. Unidades de Ingeniería

Las unidades de ingeniería utilizadas en toda la documentación relativa en el proyecto, serán las unidades del sistema internacional de medida, cumplimentado el valor con otras unidades en aquellos casos donde la referencia de la medida utilizando un sistema de unidades distinto al internacional, aporte valor para la comprensión de la información mostrada en la documentación.


Variable	Unidad
Distancia:	- Metros [m]
Velocidad:	- Kilómetros por hora [km/h]
Tiempo	- Segundos [s]
Hora:	- Hora : Minuto : Segundo (UMT+4)
Unidad de transferencia de datos:	- Bits por segundo [bps] - Bytes por segundo [Bps]
Unidad almacenamiento de datos:	- Bytes [B]
Potencia radio comunicaciones:	- Decibelios [dB]
Temperatura	- Grados Centígrados [°C]

  	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 8 de 40</p>
---	--	---


## 2. CODIGOS Y NORMAS

Los códigos y normas de referencia son los siguientes:

Referencia	Título
• API	(American Petroleum Institute)
API RP 500	Prácticas Recomendadas para Instalaciones Eléctricas en Áreas Clasificadas para Facilidades Petroleras Clasificadas como Clase I, División 1 y División 2
• ISA (Instrument Society of America)	
ISA 5.1	Instrumentation Symbols and Identification
ISA 5.2	Binary Logic Diagrams for Process Operation
ISA 5.3	Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation Logic and Computer Systems.
ISA S50.02	Fieldbus
• IEC (International Electro-technical Commission)	
IEC 60079-0	Explosive Atmospheres (General Requirements)
IEC 60079-1	Explosive Atmospheres (Equipment Protection by Flameproof Enclosure 'D')
IEC 60079-7	Explosive Atmospheres (Equipment Protection by Increased Safety 'E')
IEC 60079-10	Electrical Apparatus for Explosive gas Atmospheres. (Classification of Hazardous Area)
IEC 60079-11	Explosive Atmospheres (Equipment Protection by Intrinsically Safe 'I')
IEC 60079-15	Electrical Apparatus for Explosive gas Atmospheres. (Construction, Test and Marking of Type of Protection "N" Electrical Apparatus)
IEC 60228	Conductors of insulated cables
IEC 60331	Test for Electric Cables Under Fire Conditions - Circuit Integrity

  	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 9 de 40</p>
---	--	---

IEC 60332	Test on Electric Cables Under Fire Conditions
IEC 61000	Electromagnetic compatibility (EMC)
IEC 61131	Programmable controllers
IEC 61158	Industrial communication networks - Fieldbus specifications
IEC 61537	Cable management - Cable tray systems and cable ladder systems
IEC 60038	IEC standard voltages
IEC 60068	Environmental testing
IEC 60352	Solderless Connections
IEC 60364	Low-voltage electrical installations
IEC 60445	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification
IEC 60529	Degrees of Protection Provided By Enclosures (IP Code)
IEC 60654	Operating conditions for industrial process Measurement and control equipment
IEC 60754	Test on gases evolved during combustion of materials from cables
IEC 60811	Insulating and sheathing materials of electric and optical cables-common test methods
IEC 62305	Protection against lightning

  	<h2>Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 10 de 40</p>
---	--	--

### 3. DATOS AMBIENTALES Y SISMO

Los equipos e instalaciones de la ESR serán adecuados para su desempeño en condiciones nominales bajo las condiciones descritas en los documentos:

“YPFB-004-IBE-01-001-001-CBASE Condiciones Base de Diseño”

“P227538-USIME1-GEN00-CD-0001 Bases de Diseño Procesos”

  	<p style="text-align: center;"><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 11 de 40</p>
---	---	--

#### 4. SISTEMA DE CONTROL PARA ESR

Cada ESR contará con su propio equipo de control dedicado, sus sistemas de medida, todos los instrumentos necesarios, drivers, controles analógicos y digitales, elementos de potencia, cables de control e instrumentación, cabinas de interconexión y alarmas necesarias para una correcta y segura operación. El SUMINISTRADOR deberá diseñar, suministrar y garantizar un sistema fiable, cuyos componentes hayan sido probados y cuenten con un diseño robusto que facilite además labores de mantenimiento y reparación.

##### 4.1. General

El sistema de control instalado será un sistema de mercado proveído por una marca comercial reconocida y con implementación internacional, que disponga de servicio técnico y de soporte en el país donde se construya la planta. El sistema especificado en esta oferta es de tipo generalista, y dispone de las características y los requerimientos exigidos para el control de plantas industriales de esta naturaleza.

Los sistemas instalados serán de fiabilidad contrastada, requisitos que se exigirán al proveedor de los equipos, quien deberá de garantizar el cumplimiento de los requisitos exigidos.

El controlador principal de las ESR será de formato y tipo Industria PLC (Programable Logic Controller). El controlador será de tipo modular y en el cual podrán utilizarse módulos de periferia descentralizada dentro del cuadro de control. Todos los módulos de entrada, salida y comunicaciones, estarán controlados por una misma CPU. El conjunto PLC, incluyendo CPU, módulos de I/O y módulos de comunicaciones se encontrará instalado dentro del armario de control.

El controlador estará formado por uno o varios bastidores donde se ubicarán los slots para la conexión de las tarjetas de periferia I/O. El controlador estará dimensionado para permitir la ampliación de los periféricos en un 20%.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 12 de 40</p>
---	--	--

La unidad central de proceso del controlador CPU dispondrá de la suficiente memoria para almacenar el código de programa y operación, así como las principales variables de proceso necesarias para la correcta operación de la planta. Igualmente el controlador dispondrá de memoria de backup del programa que permita un almacenamiento mínimo de 1 día en caso de fallada del suministro de la alimentación de red.

La tensión de alimentación del controlador se proveerá directamente del cuadro de control; alimentación que será normalizada a 220 VCA 50 Hz. El cuadro de control dispondrá de sistemas de alimentación ininterrumpida tipo SAI (UPS) que permitirán al sistema de control llevar la planta un modo de operación seguro y estable en caso de fallo de la alimentación principal de red. El sistema de control se alimentará a la tensión industrial de control será normalizada de 24VDC. Las fuentes de alimentación que alimentarán al sistema de control se alimentarán directamente del sistema de alimentación ininterrumpida SAI o UPS.

En la fase de diseño se reservará un mínimo del 20% de espacio disponible para futuras ampliaciones, 10% de señales de reserva de cada tipo completamente cableadas a bornes así como un 30% de espacio en memoria para programa.

El sistema de control estará diseñado para operar de forma continua y segura sin supervisión constante de personal de operación.

Todos los equipos y componentes del sistema de control, deberán estar conformes a la normativa internacional de protección e inmunidad frente a interferencias radio eléctricas, descargas electrostáticas y transitorios de alimentación debidos a conexiones y desconexiones de carga; tal y como lo dictamina la normativa de aplicación IEC 61000. Conforme a ello todos los equipos instalados en el sistema de control deberán de aportar los debidos certificados en cumplimiento a la presente normativa.

En el caso de necesitarse buses de comunicación de campo para aumentar las prestaciones, la flexibilidad y la seguridad del sistema, los buses de campo a implementar serán del tipo Modbus TCP/IP, Profibus DP, Profinet, o Ethernet Industrial; siguiendo la arquitectura de control implementada así como utilizando las estándares más recientes y avanzados.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 13 de 40</p>
---	---	--

El sistema de control completo estará formado por:

1. Controlador PLC
2. Periféricos de Entrada / Salida.
3. Fuentes de Alimentación.
4. Tarjetas de comunicación
5. Paneles de operación HMI.
6. Sistemas de protecciones diferenciales y térmicas.

Todos los componentes del sistema de control, detallados anteriormente, se instalarán dentro del armario de control, destinado a tal fin.

El sistema de control dispondrá de un sistema de comunicaciones, que permita la comunicación del sistema de control con el exterior. Dicho sistema de comunicación podrá permitir la monitorización y el control remoto de la planta, para la supervisión del correcto funcionamiento de las mismas, así como la operación remota de la planta ESR en el caso que fuese necesario. Este sistema de comunicación dispondrá de un sistema de acceso seguro, y de las protecciones firewall necesarias que eviten el intrusismo en el sistema. El acceso remoto el sistema estará protegido de forma que solo pueda realizarse con una conexión segura, con identificación del usuario y contraseña.

#### 4.2. Arquitectura

La arquitectura de control que se instale cumplirá con el diagrama de arquitectura de control y comunicaciones adjunto en el Anexo.

La arquitectura de control integrada ofrecerá una solución global que permitirá disponer de una forma íntegra de las funciones de: control de proceso y de la planta; monitorización, supervisión y análisis de variables de proceso y control de operación de planta de forma general y segura.

La arquitectura de control se estructurará en diferentes niveles de control. En cada uno de los niveles se integrarán los sistemas, equipos y componentes que cubren los requerimientos y especificaciones de control requeridas en dicho nivel. Los niveles en que se estructuran la arquitectura de control propuesta son los siguientes:

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 14 de 40</p>
---	---	--

1. Nivel de campo: nivel donde se integran todos los instrumentos, actuadores y accionamientos que se encuentran instalados en campo, y que interactúan directamente con el proceso y los equipos de proceso.

Los equipos, instrumentos y actuadores del sistema de control estarán directamente cableados a las tarjetas de entrada y salida de los controladores correspondientes.

2. Nivel de control: nivel donde se encuentran los controladores, las tarjetas de entrada / salida, variadores de frecuencia, controladores dedicados, y comunicaciones con otros sistemas de control de posibles equipos paquete.


El controlador de tipo PLC implementado en el sistema de control, será un PLC de seguridad especificado para operar plantas de las características de las ESR, con el fin de poder implementar funciones de seguridad, en aquellos puntos donde se considere necesario.

El controlador actuará de forma local e independiente, dispondrá de los correspondientes modos de operación que se definan en el proceso y dispondrá de un sistema de monitorización y supervisión superior que permitirá la operación local y remota de la ESR.

3. Nivel de operación: nivel donde se encuentran los sistemas de monitorización, supervisión y operación remota de la planta. En este nivel se encuentran los paneles de operación así como los sistemas de comunicaciones que permiten la monitorización del estado de la planta así como una eventual operación remota de los procesos.

El sistema de control de la planta dispondrá de los equipos que permitan la monitorización local y remota, así como los equipos y software que permitan la operación local y remota de la planta.

El sistema de control integrará los sistemas de seguridad que garantizan la operación continua del proceso y de los sistemas que lo constituyen; proporciona una interface amigable y confiable hombre-máquina, que facilita la gestión de operaciones y al mismo tiempo protege el sistema frente a posibles errores humanos.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 15 de 40</p>
---	---	--

#### 4.2.1. Criterios de diseño

El sistemas de control instalado estará formado por: sistema de control industrial, fuentes de alimentación, instrumentos, equipos paquete, sistemas de comunicaciones, paneles de operación y accesorios que permitan el correcto funcionamiento, control y monitorización del proceso de las plantas de regasificación.

Todos los equipos eléctricos instalados dispondrán de las protecciones eléctricas reglamentarías según la normativa electrotécnica referenciada. Como mínimo y de forma individual, cada una de las cargas eléctricas de la planta dispondrá, de unas protecciones mínimas en cabecera. Estas protecciones mínimas dispondrán de un sistema de protección diferencial contra contactos indirectos, un sistema de protección por sobre carga del sistema, y un sistema de protección contra corto-circuitos.

El sistema de control dispondrá de las prestaciones necesarias que permita la comunicación con el exterior, de forma segura y fiable. Dicho sistema de comunicación podrá permitir la monitorización y el control remoto de la planta. Este sistema de comunicación dispondrá de un sistema de acceso seguro, y de las protecciones firewall necesarias que eviten el intrusismo en el sistema. El acceso remoto el sistema estará protegido de forma que solo pueda realizarse con una conexión segura, con identificación del usuario y contraseña.

El controlador del sistema será un dispositivo de tipo PLC. El PLC será de tipo modular, lo que permitirá la conexión de diferentes tipos de tarjeta para disponer de:

- Entradas digitales
- Salidas digitales
- Entradas analógicas
- Salidas analógicas
- Comunicación Ethernet

Los módulos de periferia utilizados para los fines indicados podrán ser modulares e integrados en el mismo bastidor de la CPU, o bien en aquellos casos donde sea posible se utilizarán módulos de periferia distribuida. Algunos de los módulos podrán integrar, en ellos mismos, elementos de protección tipo barreras de campo.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOCX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 16 de 40</p>
--	---	--

Además el controlador PLC dispondrá de los puertos de comunicación necesarios para la conexión de la interfaz de operación HMI así como la telecomunicación a la red de infraestructura de comunicaciones (WAN)

La comunicación con la infraestructura de comunicaciones se realizará mediante una red de comunicación Ethernet. El puerto de comunicaciones de la red Ethernet del PLC se conectará a un modem o a un router de comunicaciones que facilita la conexión a la red de comunicaciones (WAN).

La conexión podrá ser directamente a la infraestructura de redes cableada, en el caso de que el proveedor del servicio de comunicaciones dispusiera de red cerca de la zona donde se construya la planta, y facilitar dicha conexión hasta el cuadro de control. En el caso contrario de que no existiera infraestructura WAN cerca de la planta se utilizará un router inalámbrico tipo GRPS / 3G.

Las principales funciones del controlador serán controlar el proceso de regasificación para que se mantenga dentro de los parámetros de funcionamiento. Parte de los parámetros de funcionamiento serán estáticos y dependerán del proceso, por lo cual no podrán variarse; otros parámetros serán dinámicos y podrán modificarse desde la consola de operación o bien desde la sala de control remota.

#### 4.2.2. Sistema HMI

El sistema de comunicación con el usuario HMI (hombre - máquina), será un equipo con panel de operador que estará instalado de forma permanente en la caseta donde este el armario de control. La función del sistema será informar al operador del estado del proceso mediante la monitorización de variables de proceso, registro de alarmas y control de los parámetros de funcionamiento de la planta.

Las pantallas de que dispondrá la aplicación serán:

- Pantalla de información general: pantalla principal del sistema HMI, informará sobre el estado del proceso y de los valores de los principales indicadores. También informará del estado de los actuadores (activos, no activos, en alarma, etc.).

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 17 de 40</p>
---	---	--

Esta pantalla dispondrá de la opción de pasar el sistema a control manual, de forma que el operador, bajo usuario y contraseña, podrá actuar sobre el estado de los receptores: bombas, electo-válvulas, etc.

- Pantalla de parámetros: permitirá modificar parámetros del proceso, como temperatura de consumo del GNL, temperatura del agua de retorno, etc.  
El acceso a esta pantalla estará protegido por usuario y contraseña.
- Pantalla de alarmas: pantalla donde se mantendrá un registro de las alarmas activas del proceso.
- Pantalla de histórico de alarmas: pantalla donde quedaran registradas las alarmas más recientes que han alertado al proceso.

La principal función del panel de operador, será garantizar la operación local de la planta cuando las planta esté funcionando en modo de operación normal, Por lo general del panel de operador estará funcionando con la pantalla de información general.

El panel de operación formará parte de la arquitectura de control de la planta, y este se conectará directamente al PC de operación ubicado en la propia ESR.

#### 4.2.3. Posición de fallo y mínima tensión

El sistema de control estará configurado de tal forma que, en caso de pérdida de potencia eléctrica y/o neumática, la ESR deberá pasar a una posición segura para el proceso y los equipos.

El sistema de control dispondrá de las funciones de supervisión y diagnostico necesarias que permitan llevar la planta a un estado de operación seguro y estable en caso de detección de fallada en cualquiera de los equipos, instrumentos o procesos del sistema. El estado de las señales de proceso en estado de seguridad, serán definidas durante la fase de ingeniería de las ESR.

#### 4.3. Comunicaciones

El sistema de control de la ESR estará provisto con todo el hardware y software que permitan una correcta operación local y remota de la planta, así como requeridos para permitir la

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°.:P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 18 de 40</p>
---	---	---

comunicación entre la ESR y el sistema de control centralizado de la Planta de Gas Licuado situada en Rio Grande.

El SUMINISTRADOR deberá enviar en fase de ingeniería la tabla de intercambio de señales comunicadas, cuyo formato le será remitido por el comprador, con toda la información requerida.


La ESR tendrá capacidad para ser controlada remotamente desde el sistema de control de la Planta de Gas Natural Licuado situada en Rio Grande.

El sistema de control integrará las redes de comunicación necesarias que permitan integrar las comunicaciones con:

1. Paneles de operación locales HMI:
2. Comunicación con la infraestructura de comunicaciones (WAN), para una monitorización y supervisión remota, así como eventuales operaciones de control remoto.

El sistema comunicación utilizado para conectarse a la infraestructura de comunicaciones WAN, será un equipo del sistema de control que deberá de permitir el acceso remoto a la información de la planta de regasificación, permitiendo así la monitorización y el eventual control remoto de la planta. Este sistema de comunicación dispondrá de un sistema de acceso seguro, y de las protecciones firewall necesarias que eviten el intrusismo en el sistema. El acceso remoto el sistema estará protegido de forma que solo pueda realizarse con una conexión segura, con identificación del usuario y contraseña.

El sistema de comunicación instalado utilizará acceso al sistema de comunicaciones mediante conexión inalámbrica, para ello se prevé de utilizar la infraestructura de telecomunicaciones del país. Los sistemas de telecomunicaciones instalados serán de tipo GPRS / 3G; y el aprovisionamiento de su servicio ira a cargo de YPF. En el caso de disponer de la posibilidad de realizar una conexión cableada, será responsabilidad del suministrador facilitar la conexión de la planta a la infraestructura, y para ello proporcionara los equipos necesarios para facilitar dicha conexión, siendo responsabilidad de YPF del aprovisionamiento del servicio así como la llegada de la conexión física hasta los cuadros de control de la planta.

   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 19 de 40</p>
---	--	--

Los equipos instalados serán de tipo industrial proveídos por una marca comercial reconocida y con implementación internacional, que disponga de servicio técnico y de soporte en el país donde se construya la planta. El sistema especificado en esta oferta es de tipo generalista, y dispone de las características y los requerimientos exigidos para la comunicación de plantas industriales.

El sistema de comunicación proporcionará un acceso seguro tipo VPN con el sistema de control de la planta, acceso que estará debidamente protegido por sistemas de seguridad, protegidos con claves de acceso y niveles de usuario. El sistema de comunicaciones implementado proporcionará una red virtual segura de comunicación directa con la planta

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 20 de 40</p>
---	---	--

#### 4.4. Modos de Operación

Todas y cada una de las plantas ESR dispondrán de sus propios sistema de operación, sistemas que seguirán la misma filosofía de operación, control y gestión de la planta, y que solo se diferenciarán según las particularidades de cada una de la plantas ESR, adaptando las funciones de operación a la estructura de proceso para cada una de las plantas.

En todas las plantas se implementarán los siguientes modos de operación:

- Modo de operación MANUAL → Todos los elementos susceptibles de ser manipulados de manera manual podrán ser operados en esta posición desde la estación de operación de la ESR.

El PLC no ejecutará ningún comando sobre el proceso, exceptuando aquellos que por seguridad estén necesariamente incluidos en los esquemas de maniobra y cableados; en cualquier caso sí almacenará los datos de proceso.

- Modo de operación AUTOMÁTICO → Será el modo de operación habitual de la ESR. Responderá a comandos globales de arranque y paro ejecutando el resto de operaciones, secuencias y enclavamientos de manera automática.
- Modo de operación REMOTO → La planta podrá ser operada de forma remota (desde la planta de GNL de Rio Grande), mediante acceso VPN de forma segura, con controles de acceso con diferentes niveles de privilegios y todos ellos protegidos por usuario y contraseña.

La operación en modo REMOTA dispondrá de las mismas funcionalidades que en la operación en modo MANUAL, para ello mediante la conexión VPN los usuarios podrán acceder a los sinópticos de visualización y operación de forma remota, de la misma forma como si estuviesen en la propia planta.

La implementación de las funciones de operación en modo remoto, requieren disponer de un sistema de comunicación que permita el acceso a la planta, para ello el SUMINISTRADOR proveerá de los equipos y sistemas de comunicación que permitan implementar dichas funciones, equipos y sistemas ya incluidos en el alcance de este documento y descritos en los apartados correspondientes para ello.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 21 de 40</p>
---	---	--

#### 4.5. Diagramas funcionales

El lenguaje de programación utilizado para el desarrollo del código de operación y las funciones del sistema de control, será lenguaje estándar conforme la normativa IEC 61131, pudiendo ser en representación booleana, contactos o alto nivel.

Los diagramas lógicos y diagramas de secuencias deberán ser aprobados por el COMPRADOR previamente a ser cargados en el PLC. Las modificaciones debidas a las pruebas así como las debidas a la puesta en marcha deberán ser asimismo aprobadas por el COMPRADOR para su carga y ejecución en el PLC.

El código de control implementado será abierto a disposición del COMPRADOR, para su mantenimiento y operación. Todo el código implementado y entregado estará debidamente documentado, para su correcta interpretación de las funciones y acciones del código. Toda la documentación entregada al COMPRADOR, en todos sus formatos de representación (gráficos, displays, código, etc.) estará debidamente documentada en español.

Toda la información presentada en gráficos, displays y demás será en español.

El sistema estará diseñado y configurado para la máxima disponibilidad y fiabilidad de operación. Tendrá las funciones suficientes para mantener la operatividad del equipo controlada, ante un fallo de comunicaciones, o del control de nivel superior.

Juntamente con la documentación, los diagramas funcionales de operación y el código de programa, también se entregarán al COMPRADOR, las licencias, código fuente, herramientas de mantenimiento, documentación y garantías de software necesarias para la correcta operación y mantenimiento de la planta así como del sistema de control que la gobierna.

#### 4.6. Adquisición de datos y monitorización

El sistema de control dispondrá de un PC de operación, en el cual residirá el HMI de la planta, dicho PC también almacenará de datos del proceso para su posterior visualización.

El sistema de control se suministrará con las herramientas de operación necesarias para la funcionalidad de la ESR, que incluirá una pantalla que permite des de la propia planta

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 22 de 40</p>
---	--	--

realizar las operaciones de monitorización, supervisión, registro de alarmas y modificación de alguna consigna de proceso con los correspondientes niveles de acceso al sistema. El sistema tendrá un acceso jerarquizado para a los diferentes niveles de operación, parametrización y configuración.

El sistema de operación implementado dispondrá de control de accesos que realizará una discriminación del tipo de usuario y de las funciones disponibles para cada modo de usuario. El control de acceso será de tipo jerarquizado y dispondrá de un mínimo de cuatro niveles de acceso, siendo: administrador, ingeniería, mantenimiento y operación, los niveles mínimos implementado. Todos los niveles de acceso estarán protegidos mediante clave de acceso.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 23 de 40</p>
---	---	--

## 5 CISTERNAS

Las cisternas se subministraran equipadas con un sistema de comunicación y geo-localización que facilitará la gestión del transporte i la distribución de GNL entre la planta productora y las plantas de regasificación ESR.

La principal funcionalidad de los equipos será proporcionar información para la monitorización de la localización GPS y información de las cisternas sobre el territorio nacional, así como proporcionar informaciones relevantes sobre al funcionamiento del sistema de distribución en cisternas, con el fin de facilitar la gestión de las cisternas, el transporte de la mercancía, así como la distribución, gestión y operación global de todo el conjunto de producción y distribución de GNL.

Los equipos instalados en las cisternas serán equipos específicos para aplicaciones en equipamientos móviles, de tal tipo como los de aplicación, con buenas prestaciones que garanticen una localización precisa de la cisterna sobre el territorio, con un error mínimo de +/- 5m; las prestaciones de comunicación permitirán la comunicación de datos, vía GPRS en todo momento, siempre y cuando exista cobertura de telecomunicaciones y la cisterna se encuentre en movimiento o bien acoplada con la tractora.

El sistema estará equipado con una batería de soporte que garantizará la autonomía del sistema y de los equipos, por un periodo mínimo de 3 días, sin disponer de alimentación eléctrica directa de la tractora; de esta forma podrá conocerse la ubicación de la cisterna y su movimiento indebido en caso de que se produjese durante los 3 días de autonomía de la batería de soporte.

### 5.1 Funcionalidades

La principal funcionalidad del sistema será proporcionar información sobre el funcionamiento del transporte de la mercancía de GNL, para que el sistema de gestión global pueda proporcionar una visión general de todo el sistema (cisternas + ESR), incluyendo el estado de la distribución, información que provendrá de las cisternas, así como el estado de las plantas de regasificación ESR. La finalidad de todo ello es ofrecer una interfaz de gestión global y

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 24 de 40</p>
---	---	--

única que permita gestionar el sistema de producción y distribución de GNL forma efectiva, y en todo el territorio. Con este fin es necesario de equipar las cisternas con equipos de comunicación que permitan localizar las cisternas, y que provean de información sobre su estado.

El sistema de comunicación y geo-localización de las cisternas generará y transmitirá los datos relevantes de las cisternas que permitan generar conocimiento para la gestión del proceso de distribución y suministro de GNL a las plantas de regasificación ESR. La información mínima generada por el incluirá:

- Geolocalización de las cisternas mediante posicionamiento GPS que integre como mínimo la adquisición de 24 canales de GPS y/o GLONASS; y que permita la localización de la cisterna sobre el mapa nacional, con una resolución mínima de +/- 5m.
- Velocidad de las cisternas a la largo de todo su recorrido.
- Recorridos y trayectos realizados por la cisterna, con el fin de gestionar la rutas de distribución.
- Tiempo de los trayectos, proporcionado por fuente de reloj a tiempo real RTC (Real Time Clock), de control satelital que permita de sincronizar los eventos entre los sistemas.
- Estado de las cisternas (marcha, parada, alarma).
- Información de alarma en caso de accidente o volcado de la cisterna.
- Alarma de movimiento no autorizado de las cisternas (cuando las cisternas no se encuentran acopladas a la tractora de transporte).

Adicionalmente el sistema dispondrá de un puerto de comunicaciones que permita la ampliación de la información adquirida y para dotar el sistema de nuevas funciones mediante la integración de sensórica adicional.

La información generada por el sistema se recopilará en aplicación de servidor on-line, denominada Aplicación de Gestión Global, y mediante la cual se generaran los informes automáticos que permitirán de gestionar la información, y generar el conocimiento para la monitorización y gestión global del sistema de distribución.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 25 de 40</p>
--	---	--

La aplicación como mínimo utilizará la información procedente de las cisternas para generar los siguientes informes y pantallas de monitorización:

- a) Monitorización de la ubicación actual y del estado de las cisternas, con visualización sobre el mapa del territorio nacional.
- b) Generación automática de históricos de movimientos.
- c) Visualización de avisos y alarmas por: desvío de ruta, incremento del tiempo de trayecto o demora de la entrega de la mercancía.
- d) Alarmas por incidencias de colisión, volcado, o manipulación no autorizada de la cisterna.
- e) Generación de informes automáticos de estadísticas e histogramas de los históricos de movimiento de las cisternas, tales como tiempos medios de ruta, velocidades medias, etc.

El sistema de gestión y explotación de la información se integrará conjuntamente con el sistema de monitorización del estado de las ESR con la finalidad de proporcionar un sistema de monitorización y gestión global, único y de acceso multi-usuario que permita una operación global y efectiva del sistema producción y distribución de GNL.

## 5.2 Comunicaciones

Las funciones de comunicación de las cisternas se integrarán en los equipos de geo-localización; equipos en los cuales se integraran las funciones de comunicación GPRS, para la transmisión de la información a los servidores, así como la recepción de las señales GPS (Global Positioning System), para la geo-localización de las cisternas en el territorio nacional.

Las funciones de recepción de datos satelitales GPS permitirá la geo-localización de la cisterna a tiempo real; función que se utilizará con el fin de ubicar las cisternas sobre un mapa del territorio nacional.

Las funciones de comunicación GPRS, permitirán la comunicación de datos entre los equipos de las cisternas y los servidores on-line (servidores de datos donde residirán las Bases de Datos de todos los datos recogidos así como la aplicación de gestión global). Para ello se utilizará la infraestructura local de telecomunicaciones local, en la cual un proveedor local de

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOCX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 26 de 40</p>
--	---	--

telecomunicaciones proporcionará los servicios de cobertura de telecomunicaciones, para todos los equipos, siendo YPFB el responsable del subministro de las líneas de telecomunicaciones, generalmente embebidas en una tarjeta SIM que irán instaladas en los equipos integrados en las cisternas.

La arquitectura de comunicaciones de las cisternas con el sistema de gestión global, seguirá una tipología de red tipo estrella, en la cual el nodo central de comunicación serán los servidores on-line, y todos los equipos de comunicación de las cisternas se conectarán de forma automática y simultáneamente a los servidores de datos on-line, encargados de recoger los datos transmitidos por la cisternas, tal y como se indica en el diagrama de arquitectura de control y comunicaciones en Anexo.

### 5.3 Equipos

Los equipos instalados en las cisternas serán equipos específicos para aplicaciones en equipos móviles, que integren los últimos avances en la técnica para la gestión y localización de equipos móviles y que den cobertura todas las funcionalidades requeridas.

Las prestaciones de los equipos serán altas para que garanticen una localización precisa de la cisterna sobre el territorio, con un error mínimo de +/- 5m; y con buenas prestaciones de comunicación para que garanticen la comunicación de datos vía GPRS en todo momento, siempre y cuando exista cobertura de telecomunicaciones y la cisterna se encuentre en movimiento o bien acoplada con la tractora.

Los equipos dispondrán de memoria interna para el almacenamiento de información que permita almacenar la información de trazabilidad de la cisterna, así como su posterior volcado en servidores, con la finalidad de mantener la integridad de los datos y para que un error en las comunicaciones GPRS, no pueda afectar al resultado de los datos para la plataforma de operación. La capacidad de la memoria interna será la mínima que garantice el funcionamiento de los equipos durante 30 días sin conexión para la descarga de datos.

Los equipos dispondrán de un puerto de comunicación de automoción de tipo CAN o LIN que permita la futura ampliación de las prestaciones y funcionalidades del sistema, con integración de sensores o disposición de nuevos equipos de comunicación.

  	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°.:P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 27 de 40</p>
---	--	---

Los equipos se conectarán directamente a la toma de alimentación de la tractora, por lo cual se alimentarán a 24 VDC y deberán de disponer de las protecciones habituales de los equipos del sector de automoción para soportar los transitorios de la alimentación de baterías, normales para este tipo de instalaciones.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 28 de 40</p>
--	---	--

## 6 APLICACIÓN DE GESTIÓN GLOBAL (ESR + CISTERNAS)

El sistema de gestión y visualización global, permitirá la monitorización y el control general de todo el proceso de distribución de GNL, incluyendo la información procedente de las cisternas, así como la información relevante procedente de las ESR. Todo ello se estructurará para utilizar la actual infraestructura de telecomunicaciones nacional, que permitirá la cobertura de comunicaciones en todo el territorio nacional.

### 6.1 Arquitectura funcional

La aplicación de gestión residirá en servidores privados on-line, inicialmente ubicados en centros de computación privados en los cuales se alquilaran servidores privados VPS dedicados a este fin, tal como se refleja en el diagrama de arquitectura de control y comunicaciones en Anexo. El SUMINISTRADOR, proporcionará hasta la recepción de la planta los servicios de VPS en centros privados dedicados para este fin, aun así el COMPRADOR podrá decidir de ubicar la aplicación en servidores propios, siempre y cuando garantice el acceso y los servicios requeridos por el SUMINISTRADOR para todos los servicios de instalación, puesta en marcha, validación funcional y mantenimiento, así como los requerimientos de acceso y servicios de mantenimiento de datos.

Los servidores privados on-line VPS, serán los centros de datos que realizarán las funciones de HUB de comunicaciones, servidores en los cuales se almacenará la información procedente de cisternas y ESR. La información procedente de las cisternas y ESR, se almacenará en las bases de datos de la aplicación de gestión global, bases de datos que se estarán almacenadas en los servidores on-line.

La aplicación de gestión global residirá en los servidores VPS, su principal función será proporcionar información para la gestión conjunta del sistema de distribución (cisternas + ESR); para ello la aplicación utilizará la información procedente de las cisternas y de las ESR, que se encuentran almacenadas en la base de datos del sistema, y proporcionará las pantallas e interfaces para la monitorización y la visualización global del sistema; interfaces que proporcionaran información para la gestión del sistema de distribución, y que permitirán conocer en todo momento el estado de todo el conjunto cisternas y ESRs.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°.:P227538-USIIN2-GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 29 de 40</p>
--	---	--

La aplicación de gestión global solo realizará funciones de visualización y monitorización del conjunto global (cisternas y PSR), está en ningún caso dispondrá de funciones para la operación remota de plantas ESR ni de cisternas. Las funciones de operación remota se realizarán por canales y metodologías de distinta operación.

Las cisternas no dispondrán de funciones para la operación remota de los equipos, al no ser necesario, porque los equipos embarcados en las cisternas solo realizarán funciones de supervisión e información, y en consecuencia no controlan ningún proceso en la cisternas, por lo que no es necesario de disponer de funciones de operación remota.

En su caso las plantas ESR dispondrán de funciones de operación remota, operación que podrá realizarse desde la sala de control de la planta de GNL en Rio Grande, para ello las plantas ESR en su arquitectura de control y comunicación, dispondrán de un canal de comunicaciones con acceso seguro mediante VPN, canal que facilitará el acceso online a la planta para su operación remota. El acceso remoto el sistema se realizará por un canal seguro tipo VPN, y estará protegido de forma que solo pueda realizarse con conexión segura, con identificación del usuario y contraseña, y con diferentes tipologías de usuario y niveles de acceso.

## 6.2 Comunicación de los equipos

Las cisternas y las plantas ESR, se comunicarán con los servidores VPS por sus propios medios, utilizando de base la infraestructura nacional de comunicaciones y telecomunicaciones. Tanto las ESR como las cisternas estarán provistos con los equipos y los recursos necesarios para establecer y facilitar la comunicación de forma autónoma con la red nacional de comunicación y telecomunicaciones, siendo responsabilidad del SUBMINISTRADOR, el equipamiento de las cisternas y las ESR; y siendo responsabilidad de YPF, el aprovisionamiento de los servicios para establecer la comunicaciones de datos necesarias.

Las comunicaciones de la información de las cisternas y las ESR con los VPS será unidireccional; de forma autónoma e individual cada uno de los sistemas (cisternas + ESR), se comunicará con el servidor VPS y transmitirá la información al VPS; para ello cisternas y ESR estarán equipados de forma individual con los equipos y sistemas que faciliten la comunicación autónoma y la transmisión de la información.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 30 de 40</p>
---	---	--

Los equipos de comunicación integrados en las cisternas y las ESR, serán los equipos que facilitaran la conexión de cisternas y las ESR con todo el sistema de gestión y operación de forma global, sin perjuicio de que alguno de ellos deba de dedicarse a unas funciones especiales. La principal función de los equipos de comunicación será facilitar la conexión de las cisternas y las ESR, actuando como puerta de acceso para la comunicación del sistema (actuando como Gateway), para que posteriormente en las aplicaciones puedan implementarse las funciones de transmisión de información y acceso remoto (acceso remoto solo accesible para las ESR).

Será responsabilidad del SUMINISTRADOR, la instalación de los equipos de comunicaciones en cisternas y ESR, así como la puesta en marcha y validación de las comunicaciones de los equipos incluidos cisternas y ESRs. En ningún caso el SUMINISTRADOR será responsable de los niveles de cobertura de datos en las zonas de uso de cisternas y ESR.

Para el correcto funcionamiento de las comunicaciones como mínimo será necesario un ancho de banda de 96 Kbit/s en bajada y subida de datos, valor lindar que limitará la correcta visualización de los sinópticos de la aplicación en tiempo real y la operación remota de las plantas ESR. Así en el caso de que la cobertura de la red de Telecomunicaciones en las ESR fuese inferior al ancho de banda mínimo de 96 Kbit/s el SUMINISTRADOR, no podrá hacerse responsable de posibles latencias de comunicación con las plantas ESR.

### 6.3 Operación

La aplicación será de acceso multiusuario, y su acceso será on-line, lo que permitirá el acceso a la aplicación des de planta de generación, así como des de la central de YPFB. La aplicación dispondrá de los sistemas de seguridad para el acceso a la información, acceso que se realizar mediante usuario y contraseña con diferentes niveles de acceso en función de la tipología de usuario.

La aplicación de gestión global solo realizará funciones de visualización y monitorización del conjunto global cisternas y ESR para facilitar su gestión, por lo que esta aplicación no dispondrá de funciones para la operación remota de plantas ESR ni de cisternas; funciones de operación remota que se realizarán por canales y metodologías de operación distintas a las funcionalidades de la aplicación de gestión global.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 31 de 40</p>
---	---	--

El acceso a la aplicación se realizará por web-services, en modo on-line y de forma segura protegido mediante identificación de usuario y contraseña. La aplicación será accesible desde la sala de control de la planta de generación de GNL así como desde la sede central de YPF; la aplicación también deberá de estar accesible por el SUMINISTRADOR, para funciones de supervisión y mantenimiento de las bases de datos, durante la vigencia del contrato.

Será responsabilidad del SUMINISTRADOR, la entrega de la aplicación así como su instalación, supervisión, puesta en marcha y validación funcional, según la definición de interfaces y pantallas de visualización que se definan durante la fase de ingeniería del sistema de distribución de forma global, incluyendo cisternas y ESRs.

El SUMINISTRADOR también formará adecuadamente a los operarios de planta con el fin de gestionar la aplicación a nivel de usuario así como para poder interpretar la información para poder operar el sistema de distribución de forma efectiva.

Será responsabilidad del COMPRADOR, la operación de gestión del sistema así como la interpretación de la información y la gestión de la aplicación a nivel de usuario.

Las funcionalidades conjuntas que facilitará el sistema de gestión global contemplarán las prestaciones descritas a continuación:

1. Localización de las cisternas: función implementada mediante representación gráfica de los puntos donde se encuentran las cisternas sobre el mapa del territorio. La función permitirá la visualización de la localización de la cisterna, con una latencia máxima de 5 minutos, siempre y cuando la cisterna se encuentre con buena cobertura para la transmisión de su posición. En caso contrario solo se visualizará la última localización conocida de la cisterna, antes de retomar cobertura. La máxima funcionalidad de la visualización y localización será dependiente del nivel de cobertura de telecomunicaciones en el territorio.
2. Representación geográfica de las rutas realizadas por las cisternas:  
 Histórico de las últimas rutas realizadas por las cisternas, formato de visualización de históricos en el cual se podrán visualizar individualmente la ruta efectuada para cada una de las cisternas. La representación será en diferido una vez el sistema de comunicación de las cisternas haya descargado los datos en la plataforma web.


 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 32 de 40</p>
---	--	--

3. Tiempos y recorridos: visualización del histórico de tiempos y recorridos realizados por las cisternas.
4. Visualización de avisos y alarmas: sinóptico para visualización de las incidencias y alarmas que pueda tener la cisterna.
  - 4.1. Alarma por incidencia o colisión: sistema de alarma que generará un aviso en caso de colisión o volcado de la cisterna.
  - 4.2. Aviso de manipulación no autorizada: aviso por movimiento no autorizado de la cisterna. En el caso de que la cisterna se mueva sin estar conectada a la tractora, el sistema generará un evento de alarma por movimiento no autorizado.
  - 4.3. Aviso por demora en el tiempo previsto de entrega: aviso que generará cuando los tiempos de recorridos de las cisternas superen la media del recorrido habitual, se generará un aviso por incidencia en la entrega de la mercancía.
  - 4.4. Aviso por pérdida de conexión
5. Estadísticas de tiempos & velocidades: informe automático que permitirá de visualizar la estadísticas de movimiento de las cisternas, organizando la información por recorrido o por cisterna, de esta forma se podrá obtener información de valor para la planificación de la producción de GNL así como la toma de decisiones sobre la logística de la distribución.
6. Información estacional: informe automático que permitirá de visualizar las estadísticas de movimiento de las cisternas en función de los periodos estacionales, informe que permitirá de planificar el subministro de GNL y el movimiento de cisternas a medio o largo plazo, a partir del momento que se disponga de una información de un año natural.
7. Estado de las ESR: sinóptico agrupado que informará del estado de las ESRs, el sinóptico permitirá de visualizar si la ESR está en funcionamiento, parada, en aviso o alarma, así como el niveles de los tanques.
8. Visualización de avisos y alarmas: sinóptico para visualización de las incidencias y alarmas que pueda tener la ESR; este sinóptico solo mostrará alarmas clasificadas por clases que indicarán a nivel genérico el nivel de prioridad que tiene la incidencia o la alarma de las ESR. La obtención de la información final sobre el tipo de alarma y la causa, deberá de realizarse por conexión remota a la planta y visualización de la pantalla de alarmas del sinóptico propio de la planta.

  	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 33 de 40</p>
---	--	--

9. Datos estacionales: informes automáticos que reportarán información sobre los consumos de las plantas ESR, en función del periodo estacional, de esta forma des de operación les permitirá de disponer de información, para la planificación de la producción y la logística de distribución a medio y largo plazo. Para ello será necesario disponer información mínima de un año de operación.

La aplicación de gestión global residirá en servidores con acceso web, los cuales contarán con una copia de datos de soporte mensual para los datos. Los servidores para tal efecto tendrán una capacidad de 30GB de espacio con una transferencia máxima de 350 GB por mes.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2-GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 34 de 40</p>
---	---	---

## 7 PRUEBAS

El SUMINISTRADOR de cisternas y de las plantas ESR, durante la ingeniería de detalle preverá el alcance el contenido de las pruebas FAT y SAT. Con la finalidad de garantizar el funcionamiento del sistema, el SUMINISTRADOR dispondrá de del listado de pruebas relacionado con su debida planificación con el fin de que el COMPRADOR pueda presenciar las pruebas con la debida información para la validación de las mismas.

### 7.1 Pruebas FAT Sistema de Control

El alcance de las pruebas para la validación FAT del sistema de control de las plantas PSR, como mínimo cubrirán:

Funcionalidad	Alcance de la simulación
Canales I/O	100 %
Bloques de lógica	100 %
Interfaz HMI	100 %

Los equipos de control de la ESR se someterán a pruebas completas de aceptación en fábrica (FAT) para verificar el correcto funcionamiento tanto del hardware como del software de diseño y configuración de los equipos de control. El objeto de estas pruebas es asegurar durante la puesta en marcha que posibles fallos observados no se deban a deficiencias de fabricación.

Las pruebas FAT se detallarán para cada planta ESR e incluirán la verificación de las siguientes funciones:

- Adquisición de señales cableadas.
- Generación de salidas cableadas.
- Verificación del 100% de los lazos de control.
- Presentación de datos en gráficos, alarmas y tendencias.
- Mando desde consolas.
- Capacidad de almacenamiento de históricos.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2-GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 35 de 40</p>
---	---	---

El suministrador generará un documento para cada punto u operación independiente a realizar donde se anotarán los resultados obtenidos y acciones tomadas durante la realización de las verificaciones.

## 7.2 Pruebas SAT Sistema de Control

Las pruebas en planta estarán comprendidas dentro del alcance del SUMINISTRADOR, así como estará en su alcance el suministro de todos los materiales y medios necesarios para llevarlas a cabo.

Funcionalidad a aceptar	Alcance de la simulación
Canales I/O	100 %
Bloques de lógica	Pruebas funcionales
Interfaz HMI	Pruebas funcionales

Las pruebas SAT incluirán las siguientes pruebas:

- Punto a punto.
- Pruebas en frío.
- Pruebas en caliente.

El objeto de las pruebas punto a punto es comprobar que los instrumentos y elementos finales de campo están correctamente cableados y configurados en las Plantas ESR.

Se comprobará que:

- Esté correctamente cableado.
- Esté todo correctamente identificado y configurado en las bases de datos de las ESR (TAG, frecuencias de muestreo, conversión a unidades de ingeniería, escalado correcto, etc.).
- Estén correctos los valores límite asociados.

El objeto de la prueba SAT en frío es comprobar que el sistema realiza correctamente el control y supervisión del sistema. Para ello se simulará el funcionamiento real de la ESR. Se podrán probar de forma independiente los distintos equipos de la unidad.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°.:P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 36 de 40</p>
---	---	---

El objeto de las pruebas SAT en caliente es probar que el sistema realiza correctamente las funciones de control y supervisión con el sistema en marcha en situación normal.

### 7.3 Pruebas de comunicaciones remotas ESR

El SUMINISTRADOR contemplará en su alcance las pruebas de comunicación y transmisión de señales y ordenes, entre la ESR y el sistema de control de la Planta de Gas Natural Licuado situada en Rio Grande.

Para ello el suministrador deberá desplazar a planta un técnico cualificado convenientemente equipado, que deberá coordinarse con el técnico y el personal de puesta en marcha de la planta de Rio Grande.

El SUMINISTRADOR contemplará en su alcance la validación funcional al 100% de las comunicaciones de las ESR en fábrica antes de realizar el envío de los cuadros eléctricos. La validación se realizará durante la validación funcional de los cuadros de control, dicha validación contemplará la validación funcional total de las comunicaciones.

### 7.4 Pruebas de comunicaciones de las cisternas

El SUMINISTRADOR contemplará en su alcance las pruebas de comunicación y transmisión de señales de las cisternas a los servidores VPS, así como el correcto almacenamiento de la información en las bases de datos de la aplicación.

Las pruebas de aplicación incluirán el test funcional de todos los equipos en fábrica, en las cuales se validará las funciones de transmisión de todos los datos definidos, validando en fábrica el 100% de las funciones de comunicación y transmisión de datos.

Igualmente el SUMINISTRADOR contemplará en su alcance la puesta en marcha y validación de las comunicaciones cuando las cisternas estén en el territorio nacional boliviano, antes de iniciar cualquier movimiento de las cisternas y en el momento que YPFB provea de los servicios de conexión para efectuar dichas validaciones.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 37 de 40</p>
--	---	--

## 8. DOCUMENTACIÓN

La documentación será en cada caso definida en las requisiciones de compra. Como mínimo incluirá lo siguiente:

- Descripción funcional de la ESR
- Arquitectura de Control y comunicaciones ESRs y cisternas
- Esquemas de control y cableado
- Pantallas de los paneles de operación
- Pantallas del sistema de gestión global
- Lista de cables y señales (cableadas y comunicaciones)
- Hojas de datos de los componentes y accesorios
- Planos dimensionales internos y externos con pesos detallados
- Planos eléctricos con cableados internos y externos (diagramas de interconexión)
- Certificados de modos de protección de los armarios y sus componentes. Certificados de explosión si aplica
- Certificados de ejecución según la normativa aplicable
- Certificado de pruebas FAT
- Certificado de pruebas SAT
- Instrucciones de instalación
- Manuales de operación, comisionado y puesta en marcha
- Documentación funcional de las aplicaciones y estructura de las bases de datos
- Planos de disposición de equipos en cabinas

Dentro del alcance del SUMINISTRADOR también queda comprendida la realización de toda la documentación necesaria (planos eléctricos, planos de localización de instrumentos, etc.) donde se describa toda la instalación suministrada. La documentación anterior se dará según las cantidades y soportes electrónicos indicados en la solicitud de pedido durante la fase de ingeniería de detalle. La documentación será entregada en idioma español.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 38 de 40</p>
--	---	--

## 9. TRANSPORTE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

El transporte hasta la planta en construcción en Bolivia estará incluido en el alcance del suministro. El SUMINISTRADOR no podrá enviar los equipos al destino sin el consentimiento por escrito del COMPRADOR.

El equipamiento deberá ser suministrado como unidades fácilmente transportables, y en cualquier caso, el SUMINISTRADOR facilitará procedimientos de instalación detallada, así como todos los materiales necesarios para el montaje en obra de las unidades y cualquier herramienta especial o equipo especial que se necesite para el montaje y/o mantenimiento normal.

El SUMINISTRADOR suministrará el embalaje específico y detalle de las condiciones necesarias para asegurar la correcta conservación del equipo durante el transporte y almacenamiento prolongado. Serán a cargo del SUMINISTRADOR el seguimiento y verificación de estas condiciones y la realización de medidas y registros recomendada en los manuales del fabricante durante el período de almacenamiento.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOCX cryoEnergy</p>	<p><b>Planta de GNL, ESR y Cisternas</b></p> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 39 de 40</p>
--	---	--

## 10. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO APLICABLES

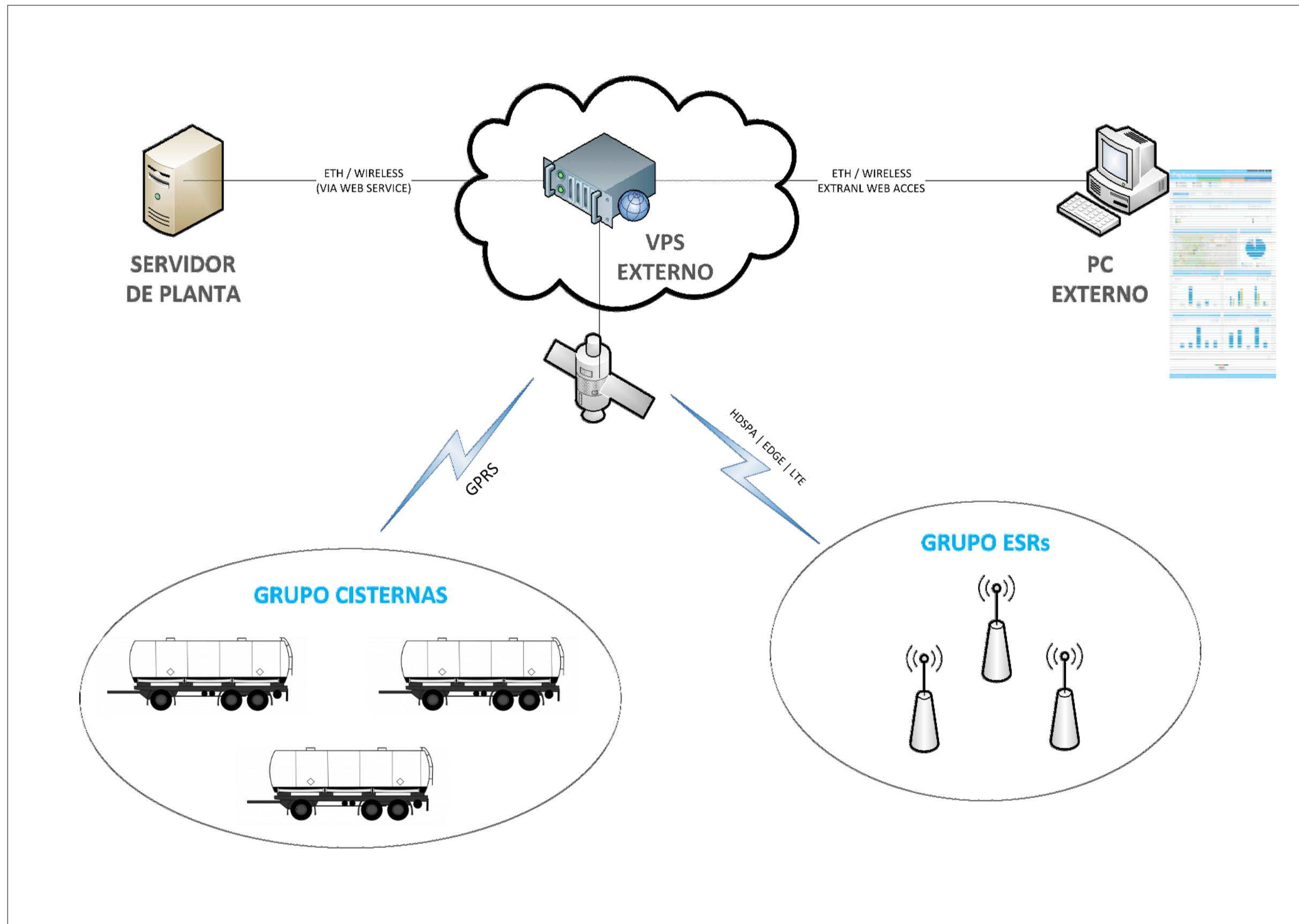
Las siguientes especificaciones son de aplicación, prevaleciendo lo indicado en la presente especificación:

- YPFB-004-IBE-01-001-001-CBASE Condiciones Base de Diseño
- P227538-USIME1-GEN00-CD-0001 Bases de Diseño Procesos
- P227538-USIIN1-GEN00-SP-0009 Especificación Cables de BT
- P227538-USIIN1-GEN00-SP-0007 Paneles BT
- P227538-USIIN2-GEN00-SP-0006 Especificación de Cajas de Campo y Prensas, segregación, prensas
- P227538-USIIN2-GEN00-CD-0001 Especificación Técnica Criterios de Diseño de la Instrumentación
- P227538-USIIN2-GEN00-SP-0003 Especificación Técnica General de Instrumentación

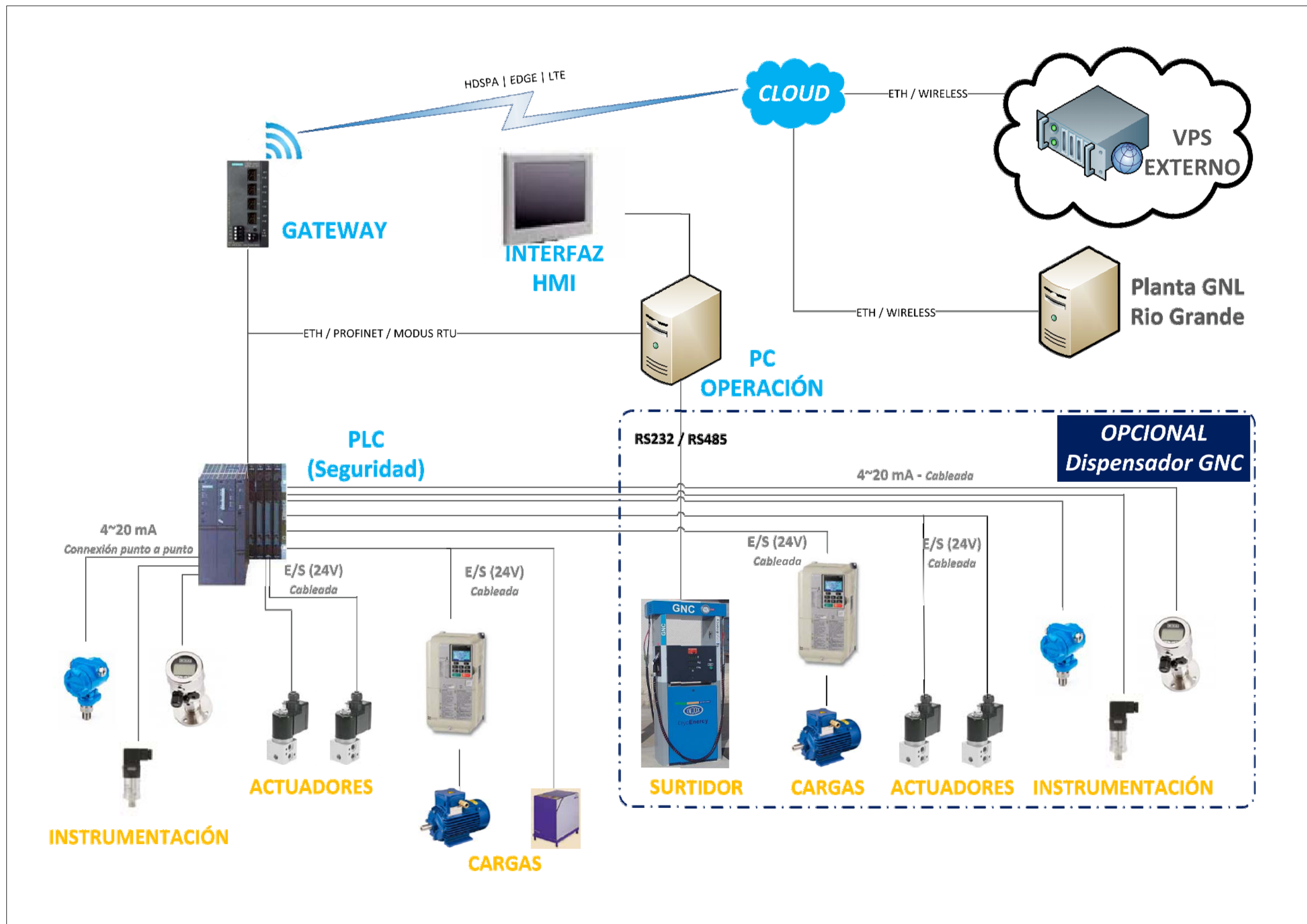
 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INOCX cryoEnergy</p>	<h2>Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p>Espec. de la comunic. entre ESRs - Cisternas y Planta GNL</p>	<p>Doc. N°. :P227538-USIIN2- GEN00-SP-0010</p> <p>Rev. A</p> <p>Fecha: 16/01/2014</p> <p>Página 40 de 40</p>
--	--	--

### 11. ANEXO ARQUITECTURA DE CONTROL Y COMUNICACIONES ESRs Y CISTERNAS

A continuación se encuentra el diagrama de Arquitectura de control y comunicaciones de ESRs y Cisternas.



					REALIZADO	J.J.M.	16-01-2014	  INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. cryoEnergy	
A	EDICIÓN PARA COMENTARIOS	16-01-2014	JSX/MRL	R.V.C.	COMPROBADO	R.V.C.	16-01-2014		
REV.	DESCRIPCION	FECHA	REALIZ.	APROB.	APROBADO	J.L.L.	16-01-2014	PROYECTO PLANTA DE GNL,ESR Y CISTERNAS	
FORMATO A3	TITULO ARQUITECTURA DE CONTROL Y COMUNICACIONES ESRs Y CISTERNAS						CLIENTE  La fuerza que transforma Bolivia		
HOJA 1 / 2							NUMERO DEL PLANO P227538-USIIN2-GEN00-SP-0010		ANEXO DE REV. A



					REALIZADO	J.J.M.	16-01-2014	 INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. cryoEnergy
A	EDICIÓN PARA COMENTARIOS	16-01-2014	JSX/MRL	R.V.C.	COMPROBADO	R.V.C.	16-01-2014	
REV.	DESCRIPCION	FECHA	REALIZ.	APROB.	APROBADO	J.L.L.	16-01-2014	PROYECTO PLANTA DE GNL,ESR Y CISTERNAS
FORMATO A3	TITULO ARQUITECTURA DE CONTROL Y COMUNICACIONES ESRs Y CISTERNAS						CLIENTE	
HOJA 2 / 2							 La fuerza que transforma Bolivia	